

**Bazı Monoterpenoid Bileşiklerinin Kıрма Biti,  
*Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera:  
Tenebrionidae) ve Değirmen Güvesi, *Ephestia  
kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)' ya  
Fumigant Etkileri Üzerine Araştırmalar**

**Özgür SAĞLAM**

**Doktora Tezi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Nihal ÖZDER  
2011**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BAZI MONOTERPENOİD BİLEŞİKLERİNİN  
KIRMA BİTİ, *Tribolium confusum* du Val. (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE) VE  
DEĞİRMEN GÜVESİ, *Ephestia kuehniella* Zeller (LEPIDOPTERA: PYRALİDAE)'YA  
FUMİGANT ETKİLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Özgür SAĞLAM

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Nihal ÖZDER

TEKİRDAĞ-2011

Her hakkı saklıdır

Prof.Dr. Nihal ÖZDER danışmanlığında, Özgür SAĞLAM tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından. Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

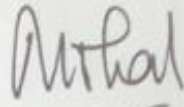
Juri Başkanı : Prof.Dr.Nihal ÖZDER

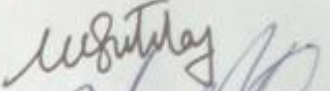
Üye : Prof.Dr. Müjgan KIVAN

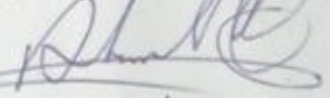
Üye : Prof.Dr. Ali Arda IŞIKBER

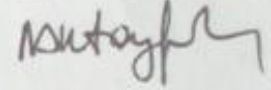
Üye : Prof.Dr. M.Oktay GÜRKAN


Üye : Prof.Dr. Levent ARIN

İmza : 

İmza : 

İmza : 

İmza : 

İmza : 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç.Dr. Fatih KONUKÇU

Enstitü Müdürü

# ÖZET

Doktora Tezi

## BAZI MONOTERPENOİD BİLEŞİKLERİNİN KIRMA BİTİ, *Tribolium confusum* du Val. (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE) VE DEĞİRMEN GÜVESİ, *Ephestia kuehniella* Zeller (LEPIDOPTERA: PYRALİDAE)'YA FUMİGANT ETKİLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Özgür SAĞLAM

Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Nihal ÖZDER

Bu çalışmada, önemli bir depo zararlısı olan Kıрма Biti, *Tribolium confusum* du Val. ve Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella* Zell.'nın tüm gelişme dönemlerine karşı,  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Eugenol, Cuminaldehide, Linalyl acetate, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid' in monoterpenoid bileşiklerinin farklı uygulama dozlarında, üç farklı sıcaklıkta (20, 25 ve 30 °C) ve 25 °C'de ürünlü ortamda, iki farklı uygulama seviyesinde (alt ve üst), fumigant etkisi araştırılmıştır. Ön denemeler (100  $\mu$ l/l) sonucunda uygulanan 12 adet bileşikten; *T. confusum*' un yumurta dönemine karşı Cuminaldehide, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşikleri, larva, pupa ve ergin dönemlerine ise Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki göstermiştir. *Ephestia kuehniella* da ise yumurta dönemine Cuminaldehide, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşikleri etkili olurken, larva dönemine Allyl isothiocyante, pupa dönemine Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid, ergin dönemlerine ise ele alınan 12 bileşikten Eugenol ve Linalyl acetate dışında diğer tüm bileşikler yüksek fumigant etkiye sahip olmuşlardır.

Elde edilen sonuçlar her iki böcek türünün farklı biyolojik dönemlerinde etkili olan üç bileşiğin, toksitelerinin sıcaklığa bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Cuminaldehide her iki türde de sadece yumurta dönemine etkili olup, ürünlü ortamda yüksek toksisite göstermiştir. Fakat Cuminaldehide'in ürünlü ortamda alt seviyeye yerleştirilen yumurtalara karşı çok düşük toksisite gösterdiği, ürün içindeki penetrasyonunun çok zayıf olduğu belirlenmiştir. Diallyl disülfid bileşiği tüm sıcaklık derecelerinde, test edilen biyolojik dönemlere göre toksisite (LC<sub>50</sub>) sıralaması, küçükten büyüğe doğru, *T. confusum* için; yumurta > pupa > ergin > larva, *E. kuehniella* için; ergin > yumurta > pupa olarak belirlenmiş olup, larva dönemine karşı toksisitesinin ise çok düşük olduğu tespit edilmiştir. Ürünlü ortam denemelerinde de alt seviyeye penetrasyonunun zayıf olduğu belirlenmiştir.

Allyl isothiocyante bileşiği ürünlü ortamda, test edilen biyolojik dönemlere göre toksisite (LC<sub>50</sub>) sıralaması, küçükten büyüğe doğru, *T. confusum* için; yumurta > pupa > ergin > larva, *E. kuehniella* için yumurta > ergin > larva > pupa olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak Allyl isothiocyante bileşiği her iki böcek türünün tüm dönemlerine, hem ürünlü, hem de ürünlü ortamda yüksek toksik etki göstermiş olup, depo zararlılarının mücadelesinde, potansiyel monoterpenoid bir bileşik olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Monoterpenoid bileşikler, fumigant toksisite, *Tribolium confusum*, *Ephestia kuehniella*

2011, 118 sayfa

## ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INVESTIGATION ON FUMIGANT TOXICITY OF SOME MONOTERPENOID COMPOUNDS AGAINST CONFUSED FLOUR BEETLE, *Tribolium confusum* du Val. (COLEOPTERA:TENEBRIONIDAE) AND MEDITERRANEAN FLOUR MOTH, *Ephestia kuehniella* Zeller. (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE)

Özgür SAĞLAM

Namık Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof.Dr. Nihal ÖZDER

This study was carried out to determine fumigant toxicity of monoterpene components;  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Eugenol, Cuminaldehyde, Linalyl acetate, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate and Diallyl disulphide against all life stages of *Tribolium confusum* du Val. and *Ephestia kuehniella* Zell. at their different dosages, three different temperatures (20, 25 and 30 °C) and two different levels (bottom and top) in present of commodity at 25 °C. Preliminary bioassay tests indicated that Cuminaldehyde Allyl isothiocyanate and Diallyl disulphide had high fumigant effect on *T. confusum* eggs, whilst only Allyl isothiocyanate and Diallyl disulphide had high fumigant toxicity to *T. confusum* adults, larvae and pupae. Whereas, Cuminaldehyde Allyl isothiocyanate and Diallyl disulphide were highly toxic to *E. kuehniella* eggs while only Allyl isothiocyanate had high fumigant toxicity to *E. kuehniella* larvae. For *E. kuehniella* pupae, only Allyl isothiocyanate and Diallyl disulphide had high fumigant toxicity while all tested monoterpene compounds except Linalyl acetate and Eugenol were highly toxic to *E. kuehniella* adults.

The results obtained from this study indicated that the toxicity of the most effective compounds (Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disulphide) to different biological stages of both species increased with increasing temperature. Cuminaldehyde was highly toxic to only egg stage in absent of the commodity. But Cuminaldehyde had a low toxicity to the eggs placed at bottom position in present of commodity and therefore, had a weak penetration into the commodity. It was determined that the toxicity of Diallyl disulphide (LC<sub>50</sub>) in descending order according to biological stages in absent of commodity was egg > pupa > adult > larva for *T. confusum* and adult > egg > pupa for *E. kuehniella*. Diallyl disulphide had a very low toxicity to larvae of *E. kuehniella*. Biological tests conducted in present of commodity indicated that Diallyl disulphide had a very low penetration into the commodity.

Biological tests conducted in absent of commodity indicated that the toxicity of Allyl isothiocyanate (LC<sub>50</sub>) in descending order according to biological stages in absent of commodity was egg > pupa > adult > larva for *T. confusum* and egg > adult > larva > pupa for *E. kuehniella*. In conclusion, it was found that Allyl isothiocyanate would be a potential compound in controlling stored-product insects, since it had high toxicity to all biological stages of both species in both absent and present of commodity.

**Keywords:** Monoterpenoids compounds, fumigant toxicity, *Tribolium confusum*, *Ephestia kuehniella*

2011, 118 pages

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzde zararlılara karşı sentetik kimyasalların yaygın olarak kullanılması insan sağlığına toksik olması ve çevreyi kirletici etkilerinin yanı sıra zararlılarda direnç oluşumu gibi pek çok olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır. Bu nedenle de araştırmacılar organik tarım, entegre mücadele ve biyolojik mücadele gibi çalışmalara yönelmişlerdir. Bu çalışmalar kapsamında yetiştirilen ürünlerin kimyasal madde ile hiç temas etmemesi ya da en az düzeyde temas etmesi hedeflenmektedir. Yetiştirilen bu ürünlerin depolanması esnasında kimyasal madde kullanılmadan zararlılardan korunması ise neredeyse mümkün olmamaktadır. Günümüzde depo zararlılarının kontrolünde metil bromidin yasaklanmasının ardından fosfin en yaygın kullanılan fumigant olmuş ve yapılan çalışmalarda da böceklerin fosfine karşı dayanıklılık geliştirdikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle depolanmış ürün zararlıların mücadelesinde bitkisel kökenli biyo-fumigantların kullanılma olanakları üzerindeki çalışmalar da önem kazanmış ve birçok araştırmacı bitkisel kökenli doğal ürünlere yönelmişlerdir. Bu tez çalışması kapsamında da bitkisel kökenli uçucu yağlara ait bazı monoterpenid bileşiklerin sentetik formlarının fumigant etkinlikleri belirlenmiştir.

Tezimin hazırlanmasında her türlü konuda beni destekleyen ve her konuda ışık tutan danışmanım Prof. Dr. Nihal ÖZDER'e, tez konumun belirlenmesi, yöntemin oturtulması ve sonuçların analizindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER'e, tezimin ilerlemesindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Müjgan KIVAN'a, sorunların giderilmesinde yardımcı olan dostum Araş. Gör. Tolga AYSAL'a, laboratuvar çalışmalarında emeği geçen tüm öğrenci arkadaşlarıma, çalışmalarım esnasındaki hoşgörüsünden dolayı eşim Hatice, kızım Sıla ve tüm aile fertlerime, bölümümüzün diğer değerli hocalarına, ayrıca bina güçlendirme çalışmaları sırasında yer desteği sağlayan, Teknik bilimler MYO müdürlerinden Yard. Doç. Dr. Aytekin ERDEM başta olmak üzere tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu tezin bir bölümü TÜBİTAK (108O596) ve Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri ( NKÜBAP00.24.DR.08.03 ) tarafından desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>11</b>
3.1. Materyal.....	11
3.1.1. Test edilen böcekler.....	11
3.1.2. Test edilen monoterpenoid bileşikleri.....	11
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Biyolojik Testler ve Konsantrasyon Denemeleri.....	15
3.2.1.1. Ön Biyolojik Testler.....	16
3.2.1.2. Doz Denemeleri (Letal Konsantrasyon Hesaplaması).....	17
3.2.1.2.1. Kıрма biti, <i>Tribolium confusum</i> üzerine uygulanan doz denemeleri.....	17
3.2.1.2.2. Değirmen güvesi, <i>Ephestia kuehniella</i> üzerine uygulanan doz denemeleri	18
3.2.2. Etkili Bulunan Bileşiklerin Ürünlü Ortamdaki Ön Biyolojik Testleri ve Konsantrasyon Denemeleri.....	19
3.2.3. Verilerin Analizi ve Değerlendirmesi.....	21
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>22</b>
4.1. Kıрма biti, <i>Tribolium confusum</i> 'un sıcaklık derecelerine ve biyolojik dönemlerine göre ön biyolojik testlerin bulguları.....	22
4.1.1. 20 °C' de Kıрма biti, <i>Tribolium confusum</i> 'un tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları ve letal konsantrasyon değerleri.....	22
4.1.1.1. 20 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	24
4.1.1.2. 20 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	25

4.1.1.3. 20 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	26
4.1.1.4. 20 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	27
4.1.2. 25 °C' de Kıрма biti, <i>Tribolium confusum</i> ' un tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları ve Letal Konsatrasyon değerleri.....	27
4.1.2.1. 25 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	30
4.1.2.2. 25 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	32
4.1.2.3. 25 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	33
4.1.2.4. 25 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	34
4.1.3. 30 °C' de Kıрма biti, <i>Tribolium confusum</i> ' un tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları ve Letal Konsatrasyon değerleri.....	36
4.1.3.1. 30 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	38
4.1.3.2. 30 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	38
4.1.3.3. 30 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	39
4.1.3.4. 30 °C' de <i>Tribolium confusum</i> ' un ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	40
4.1.4. Kıрма biti, <i>Tribolium confusum</i> ' un farklı sıcaklıklardaki LC <sub>50</sub> değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması.....	40
4.1.4.1. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	41
4.1.4.2. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	42
4.1.4.3. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	44



4.1.4.4. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> erginlerine uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	45
4.2. Değirmen Güvesi, <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın sıcaklık derecelerine ve biyolojik dönemlerine göre ön biyolojik testlerin bulguları.....	47
4.2.1. 20 °C' de Değirmen Güvesi, <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları.....	47
4.2.1.1. 20 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	50
4.2.1.2. 20 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	50
4.2.1.3. 20 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	51
4.2.1.4. 20 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	51
4.2.2. 25 °C' de Değirmen Güvesi, <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları.....	53
4.2.2.1. 25 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	56
4.2.2.2. 25 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	57
4.2.2.3. 25 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	57
4.2.2.4. 25 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	58
4.2.3. 30 °C' de Değirmen Güvesi, <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları.....	59
4.2.3.1. 30 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	61
4.2.3.2. 30 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	62
4.2.3.3. 30 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	62
4.2.3.4. 30 °C' de <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi.....	63
4.3. Değirmen Güvesi, <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın farklı sıcaklıklardaki LC <sub>50</sub> değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması.....	64

4.3.1. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	65
4.3.2. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	66
4.3.3. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	67
4.3.4. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine etkili bulunan bileşiklerin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	68
5. 25 °C’de <i>Tribolium confusum</i> ve <i>Ephestia kuehniella</i> ’nın tüm biyolojik dönemlerinin ürünlü ortam denemeleri.....	70
5.1. Ürünlü ortamda <i>Tribolium confusum</i> ’un gelişme dönemlerine göre ön biyolojik testlerin bulguları ve letal konsantrasyon değerleri.....	70
5.1.1. <i>Tribolium confusum</i> ’un yumurta dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	70
5.1.2. <i>Tribolium confusum</i> ’un larva dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	73
5.1.3. <i>Tribolium confusum</i> ’un pupa dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	75
5.1.4. <i>Tribolium confusum</i> ’un ergin dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	77
5.2. Ürünlü ortamda <i>E.kuehniella</i> ’nın gelişme dönemlerine göre ön biyolojik testlerin bulguları ve letal konsantrasyon değerleri.....	78
5.2.1. <i>Ephestia kuehniella</i> ’nın yumurta dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	79
5.2.2. <i>Ephestia kuehniella</i> ’nın larva dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	80
5.2.3. <i>Ephestia kuehniella</i> ’nın pupa dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	82
5.2.4. <i>Ephestia kuehniella</i> ’nın ergin dönemine ait ön biyolojik testler ve letal konsantrasyon değerleri.....	84
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>87</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>93</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>102</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## Sayfa No

<b>Çizelge 3.1.</b> Test edilen monoterpenoid bileşiklerinin kimyasal ve toksikolojik özellikleri.	12
<b>Çizelge 3.2.</b> Test edilen monoterpenoid bileşiklerinin organoleptik özellikleri.....	13
<b>Çizelge 4.1.</b> 20 °C' de değişik monoterpenoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Tribolium confusum</i> ' un tüm dönemlerine ait % ölüm oranları.....	23
<b>Çizelge 4.2.</b> 20 °C' de Cuminaldehide, Allyl isothiocyanateve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> yumurtalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	25
<b>Çizelge 4.3.</b> 20 °C' de Allyl isothiocyanateve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> larvalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	25
<b>Çizelge 4.4.</b> 20 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	26
<b>Çizelge 4.5.</b> 20 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	27
<b>Çizelge 4.6.</b> 25 °C' de değişik monoterpenoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Tribolium confusum</i> ' un tüm dönemlerine ait % ölüm oranları.....	28
<b>Çizelge 4.7.</b> 25° C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	31
<b>Çizelge 4.8.</b> 25 °C'de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> larvalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	32
<b>Çizelge 4.9.</b> 25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	33
<b>Çizelge 4.10.</b> 25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	34
<b>Çizelge 4.11.</b> 30 °C' de değişik monoterpenoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Tribolium confusum</i> ' un tüm dönemlerine ait % ölüm oranları .....	36
<b>Çizelge 4.12.</b> 30 °C'de Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> yumurtalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	38
<b>Çizelge 4.13.</b> 30 °C'de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> larvalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	39
<b>Çizelge 4.14.</b> 30 °C'de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	39
<b>Çizelge 4.15.</b> 30 °C'de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	40

<b>Çizelge 4.16.</b> 20 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın tüm dönemlerine ait % ölüm oranları .....	48
<b>Çizelge 4.17.</b> 20 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	50
<b>Çizelge 4.18.</b> 20 °C sıcaklıkta Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	51
<b>Çizelge 4.19.</b> 20 °C'de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, α-pinene, p- cymene, Linalool, β-pinene, α- terpinene, Limonene, Gamma terpinene bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	52
<b>Çizelge 4.20.</b> 25 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın tüm dönemlerine ait % ölüm oranları .....	53
<b>Çizelge 4.21.</b> 25 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	56
<b>Çizelge 4.22.</b> 25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	57
<b>Çizelge 4.23.</b> 25 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, α-pinene, p- cymene, Linalool, β-pinene, α-terpinene, Limonene, Gamma terpinene bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	58
<b>Çizelge 4.24.</b> 30 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın tüm dönemlerine ait % ölüm oranları .....	60
<b>Çizelge 4.25.</b> 30 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	62
<b>Çizelge 4.26.</b> 30 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	63
<b>Çizelge 4.27.</b> 30 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, α-pinene, p- cymene, Linalool, β-pinene, α-terpinene, Linalyl acetate, Gamma terpinene bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> ve LC <sub>90</sub> değerleri.....	64
<b>Çizelge 5.1.</b> Ürünlü ortamda Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> yumurtalarının toksisite değerleri.....	72
<b>Çizelge 5.2.</b> Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> larvalarının toksisite değerleri.....	74

<b>Çizelge 5.3.</b> Ürünlü ortamda Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> pupalarının toksisite değerleri.....	76
<b>Çizelge 5.4.</b> Ürünlü ortamda Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı toksisite değerleri.....	78
<b>Çizelge 5.5.</b> Ürünlü ortamda Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarının toksisite değerleri.....	80
<b>Çizelge 5.6.</b> Ürünlü ortamda Allyl isothiocyante bileşiğine maruz bırakılan <i>Ephestia kuehniella</i> larvalarının toksisite değerleri.....	81
<b>Çizelge 5.7.</b> Ürünlü ortamda Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına ait toksisite değerleri.....	83
<b>Çizelge 5.8.</b> Ürünlü ortamda <i>Ephestia kuehniella</i> 'nın ergin dönemine karşı yüksek fumigant toksisite gösteren monoterpenoid bileşiklerinin toksisite değerleri.....	85

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## Sayfa No

Şekil 3.1. Biyolojik testlerin hazırlık aşaması ve uygulanması.....	15
Şekil 3.2. Yumurtaların stereozoom binoküler mikroskop altında mikadan yapılmış slayt üzerindeki hücrelere aktarılışı.....	16
Şekil 4.1. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> yumurtalarına uygulanan Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Şekil 4.2. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	42
Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	44
Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklarda <i>Tribolium confusum</i> erginlerine uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması.....	45
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarına uygulanan Cuminaldehyde ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerleri.....	65
Şekil 4.6. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC <sub>50</sub> değerleri.....	66
Şekil 4.7. Farklı sıcaklıklarda <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC <sub>50</sub> değerleri.....	67
Şekil 4.8. <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine uygulanan Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, $\alpha$ -pinene, <i>p</i> - cymene, Linalool, $\beta$ -pinene, $\alpha$ -terpinene, Linalyl acetate, Gamma terpinene bileşiklerinin <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine karşı LC <sub>50</sub> değerleri.....	69
Şekil 5.1. Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşiklerinin 100 $\mu$ l/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Tribolium confusum</i> yumurtalarına ait % ölüm oranları.....	71
Şekil 5.2. Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 $\mu$ l/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Tribolium confusum</i> larvalarına ait % ölüm oranları.....	73

<b>Şekil 5.3.</b> Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Tribolium confusum</i> pupalarına ait % ölüm oranları.....	75
<b>Şekil 5.4.</b> Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Tribolium confusum</i> erginlerine ait % ölüm oranları.....	77
<b>Şekil 5.5.</b> Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Ephestia kuehniella</i> yumurtalarına ait % ölüm oranları.....	79
<b>Şekil 5.6.</b> Allyl isothiocyante bileşiğinin 80 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Ephestia kuehniella</i> larvalarına ait % ölüm oranları.....	81
<b>Şekil 5.7.</b> Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Ephestia kuehniella</i> pupalarına ait % ölüm oranları.....	82
<b>Şekil 5.8.</b> Ergin dönemine etkili bulunan bileşiklerin 80 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş <i>Ephestia kuehniella</i> erginlerine ait % ölüm oranları.....	84

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

g : Gram

$\mu$ l : Mikrolitre

ml : Mililitre

LC<sub>50</sub> : Sabit maruz bırakma süresinde populasyonun % 50'sini öldürmek için  
gerekli olan konsantrasyon

LC<sub>90</sub> : Sabit maruz bırakma süresinde populasyonun % 90'ını öldürmek için  
gerekli olan konsantrasyon

l : Litre

$\chi^2$  : Ki-kare değeri

SH : Standart hata

°C : Santigrat derece



## GİRİŞ

Son yıllarda zararlı böceklerin mücadelesinde sentetik insektisitlere alternatif olarak semiokimyasalların kullanımı üzerine araştırmalar önem kazanmaktadır. Böceklere karşı test edilen semiokimyasallar arasında bitki ekstraktları, uçucu yağlar ve olerosinler bulunmaktadır. Bu maddeler böcekler üzerinde fumigant, kontakt insektisit, kaçırıcı (repellent), çekici (attractant), yumurta bırakmayı ve beslenmeyi engelleyici etki gösterebilmektedir. Son yıllarda sentetik pestisitlerin gerek tüketicilerin, gerekse üreticilerin sağlıklarını tehdit etmesinden ve çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı, hedef dışı organizmalara ve çevreye etkisi çok az olan bitkisel kökenli biyolojik olarak aktif, yeni biyo-insektisitlerin araştırılması tarımsal mücadelede önemli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Depo zararlılarının kontrolünde sentetik insektisitlerin ve fumigantların kullanımı gittikçe artan miktarda birçok soruna neden olmaktadır. Özellikle dünyanın birçok yerinde depolanmış ürün zararlılarının insektisitlere ve özellikle fosfine karşı, böceklerin dayanıklılık geliştirdiklerini bildirmişlerdir (Bell ve Wilson 1995, Chaudry 1995). Bugün geleneksel olarak kullanılan fumigantların artan zararlarından dolayı, birçok araştırıcı bitkisel kökenli doğal ürünlere yönelmişlerdir. Bitki ekstraktları saf aktif birleşiklerden farklı biyolojik karakterlere sahiplerdir. Bitkisel kökenli pestisitler içerisinde en çok uçucu yağlar, depo zararlılarına karşı test edilmiştir (Elgün ve Ertugay 1990).

Tez kapsamında ele alınan, Kıрма biti (*Tribolium confusum* du Val.) ve Değirmen güvesi (*Ephesia kuehniella* Zeller.) tüm dünyada depolanmış tahıl, un ve irmiğın en önemli zararlılarıdır (Athanassiou ve ark. 2008a). Değirmen güvesi, *E. kuehniella* önemli bir depo zararlısıdır ve özellikler nişastalı ürünlere zarar verirler, doğrudan bulaşmasının yanı sıra dışkıları ve larvaların ördüğü ağlar ile ürünü kirletirler (Athanassiou ve ark. 2008b, Sedlacek ve ark. 1995). Depo zararlısı bu türlerin, ülkemizde (Özar ve Yücel 1982, Erakay 1974, Işıkber ve ark. 2005, 2006) ve Trakya bölgesinde (Aydın ve Soran 1987, Özder 1998) depolanmış un, buğday ve ayçiçeğinde de yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca *T. confusum*' un kalıcı etkisi olan birçok insektisite karşıda önemli derecede dayanıklılık geliştirdiği bildirilmektedir (Zettler 1991, Zettler ve Arthur 1997).

Bu tez çalışması ile depolanmış tahıl ürünlerinde önemli kayıplara neden olan zararlıların kontrol altına alınmasında, insanlarda toksik olmayan, üründe kalıntı etkisi bırakmayan, çevre dostu bitkisel kökenli uçucu yağ bileşiği monoterpenoidlerin kullanımı hedeflenmiştir. Bu amaçla Lamiaceae, Alliaceae, Asteraceae ve Myrtaceae familyası bitkilerinden elde edilen uçucu yağlarda yaygın olarak bulunan, geleneksel fumigantlara alternatif olabilecek bazı monoterpenoid bileşiklerinin;  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Eugenol, Cuminaldehide, Linalyl acetate, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfide' in 20 °C, 25 °C ve 30 °C sıcaklıkta *T. confusum* ve *E. kuehniella*'nın yumurta, larva, pupa ve ergin dönemlerine karşı fumigant etkinlikleri ile ürünlü ortamda, ürünün farklı seviyelerine yerleştirilen böcek dönemlerine karşı biyolojik etkinlikleri belirlenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Regnault ve Hamraoui (1995), *Acanthocelides obtectus* L. erginlerine karşı *p*-cymene,  $\alpha$ -pinene, Camphor, Borneol, Linalool, Terpeneol, Cuminaldehyde, Cinnamaldehyde, Anethole, Carvacrol, Thymol, Estragole ve Eugenol olmak üzere bazı monoterpenoidlerin fumigant toksisitesini tespit etmek amacıyla 24 ve 48 saat uygulama süreleri için LC<sub>50</sub> konsantrasyonlarını saptamışlardır. Denenen monoterpenoidlerin az veya çok fumigant toksisiteye sahip olduklarını bildirmişlerdir. 24 saatlik uygulama sonucunda LC<sub>50</sub> toksisite değerlerinin sıralaması en düşük değerden, en yüksek değere doğru; Carvacrol < Linalool < Eugenol < Thymol < Cinnamaldehyde <  $\alpha$ -pinene < Camphor < Borneol < *p*-cymene < Cuminaldehyde < Terpeneol < Anethole < Estragole şeklinde sıralanmışlardır.

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

Ho ve ark. (1996), sarımsağın yumrularından buhar distilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağın *Tribolium castaneum* Herbst. yumurta, larva ve erginlerine ve *Sitophilus zeamais* Motschulsky erginlerine karşı toksisitesini test etmişlerdir. Sarımsak uçucu yağının uygulama dozundaki artışı ile *T. castaneum* yumurtalarının ölüm oranının arttığını bildirmişlerdir. Yumurtaların %100 ölümü, 4.4 mg/cm<sup>2</sup> uygulama dozunda başarıldığı ve yumurtaların en hassas dönem olduğu, bunu erginlerin, 10 günlük larvaların ve olgun larvaların takip ettiğini bildirmişlerdir. *T. castaneum* erginlerinin sarımsak uçucu yağına *S. zeamais* erginlerinden daha hassas olduğunu ve LT<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 1.32 mg/cm<sup>2</sup> ve 7.65 mg/cm<sup>2</sup> olarak tespit etmişlerdir. Sarımsak yağı pirince uygulandığında *T. castaneum* yumurtalarının 2000 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlarda F<sub>1</sub> dölünü başlatmayı başaramadığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde buğdaya uygulandığında da *S. zeamais* yumurtaları için bu oranı 5000 ppm olarak bildirmişlerdir.

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

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

Chiam ve ark. (1999), sarımsak uçucu yağının bileşiği Diallyl disulfid'in *T. castaneum*'un ergin ve larvalarına, *S. zeamais*'in erginlerine karşı fumigant toksisitesi ile beslenmeyi engelleyici aktivitesini test etmişlerdir. Çalışma sonucunda Diallyl disulfid'e *T. castaneum*'un erginlerinin, *S. zeamais* erginlerine göre daha duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Fumigant etkiyi belirlemek için yürütülen biyolojik testlerde, Diallyl disulfid 0.03 ve 0.14 µl/l LC<sub>50</sub> değerleriyle *T. castaneum* erginlerine, *S. zeamais*'in erginlerine göre yaklaşık olarak 5 kat daha yüksek toksisite gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *T. castaneum* larvalarının, erginlere göre daha dayanıklı olduğu da bildirmişlerdir.

Ojimelukwe ve Adler (1999), Zimtaldehyde, 4-Allyl-anisol, Linalool, Terpeneol, α-pinene, β-pinene, 1,8-cineol, Eugenol, Camphor, Menthol, Piperin, Terpeneol, Thymol bileşiklerinin *T. confusum*'a kontakt, fumigant ve repellent etkilerini 24 ve 48 saat süreyle test etmişlerdir. Katı haldeki Camphor, Menthol, Piperin ve Thymol'ü 0- 400 mg/ml dozlarında, sıvı haldeki diğer bileşikler de 0- 60 µl/l dozlarında uygulamışlardır. Bileşikler asetonla seyreltilmiş ve kontrole sadece aseton uygulanmıştır. 24 saat uygulama süresinde fumigant etki bakımından 4-Allyl-anisol (LD<sub>50</sub>; 0,10 µl/cm<sup>2</sup>) ve Zimtaldehyde (LD<sub>50</sub>; 0,29 µl/cm<sup>2</sup>) yüksek toksik etki göstermesinin yanısıra, Zimtaldehyde, Eugenol ve Thymol'ün yüksek repellent etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

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

Tunç ve ark. (2000), *Pimpinella anisum* L. (anason), *Cuminum cyminum* L. (kimyon), *Eucalyptus camaldulensis* Dehn (okaliptüs), *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* (Holmes) (beyaz kekik) ve *Rosmarinus officinalis* L. (biberiye) bitkilerinde elde edilen uçucu yağların *T. confusum* ve *E. kuehniella*'ya karşı fumigant aktivitelerini araştırmışlardır. Anason ve kimyon uçucu yağlarının, yumurta dönemlerinde % 100, beyaz kekik bitkisinden elde edilen uçucu yağın *T. confusum*'da % 77, *E. kuehniella*'da % 89 ölüm sağladığını tespit etmişlerdir. Anason uçucu yağının 98.5 µl/l uygulama dozunda *E. kuehniella* için LT<sub>99</sub> değerinin 60.9 saat ve *T. confusum* için 253 saat olduğunu bildirmişlerdir.

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

Huang ve ark. (2000b), kardamon (*Elletaria cardamomum* L.) bitkisinden elde edilen uçucu yağın *S. zeamais* ve *T. castaneum*'a karşı fumigant, kontak ve beslenmeyi engelleyici etkilerini test etmişlerdir. Fumigant toksisite çalışmalarında LD<sub>50</sub> ve LD<sub>95</sub> değerlerine göre *S. zeamais* erginlerinin, *T. castaneum*'dan 2 kat daha fazla duyarlı olduğunu, 12 günlük *T. castaneum* larvalarının kontakt testlerde erginlerden daha dayanıklı olduklarını, 14 ve 16 günlük larvaların ise erginlerle aynı hassasiyeti gösterdiklerini bildirmişlerdir. Larvaların kontakt testlerdeki duyarlılıklarının yaşları arttıkça arttığı, fumigant toksisite çalışmalarının

sonucuna göre *T. castaneum* larvalarının, erginlerden daha dayanıklı oldukları, larva dönemleri arasında da benzer hassasiyet görüldüğü bildirilmiştir.

Eun ve ark. (2001), Kore’de yetişen baharat ve tıbbi bitkilerinden ekstrakte edilen 16 uçucu yağın *S. oryzae*’ye karşı fumigant etkisini test etmişler ve en yüksek fumigant toksisiteyi ( $LC_{50}=45.5 \mu\text{l/l}$ ) *Mentha arvensis* L var. *piperascens* bitkisinden elde ettikleri uçucu yağın gösterdiğini bildirmişlerdir. *M. arvensis* uçucu yağının GC-MS analizi sonucunda, en fazla olarak Menthol (% 63.2), Menthone (% 13.1) ve Limonene (% 1.5), daha sonra beta-pinene (% 0.7), alpha-pinene (% 0.6) ve Linalool (% 0.2) bileşenlerini içerdiğini ve bu terpenlerin *S. oryzae*’ye uygulanması sonucunda en toksik olanının menthone ( $LC_{50}$ ;  $12.7 \mu\text{l/l}$ ), bunu takiben Linalool ( $LC_{50}$ ;  $39.2 \mu\text{l/l}$ ) olduğunu bildirmişlerdir.

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

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

Karakoç ve ark. (2006) *Salvia officinalis*, *Menta spicata spicata*, *Micromeria fruticosa brachycalyx*, *Ocimum minimum* (Labiatae), *Cuminum cyminum*, *Anethum graveolens* (Apiaceae) bitkilerine ait uçucu yağları *Acanthocelides obtectus*, *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae* 10, 20 ve 30 °C sıcaklık derecesinde 24 saat uygulama süresinde fumigant toksisitesini

belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda sıcaklığın artışına paralel olarak ölüm yüzdelerinde de önemli artışlar olduğunu, *M. spicata*, *M. fruticosa*'nın 10 ve 30 °C'de *A. obtectus*, *S. granarius* ve *S. oryzae*'ye karşı yüksek fumigant etki gösterdiği ve test edilen böceklerin % 100'ünü 24 saat içinde öldürdüğü saptanmıştır.

Karcı (2006), yaptığı çalışmada 32 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların, *T. confusum*' un gelişme dönemlerine karşı fumigant etkisini araştırmıştır. Test edilen uçucu yağlar, farklı uygulama sürelerinde ve dozlarında böceğin gelişme dönemlerine göre farklı fumigant toksisite gösterdiği kaydedilmiştir. 100 µl/l sabit dozda, 72 saat maruz bırakma süresi sonunda, *T. confusum* yumurtalarına karşı kekik, yeşil nane, huş ağacı, rezene, anason, beyaz kekik, tarçın, soğan, sarımsak ve kişniş otu uçucu yağları % 54.7- 100 arasında; larvalara karşı sarımsak ve soğan uçucu yağları % 53.5- 83.3 arasında; pupalara karşı sirken, yeşil nane, limon, sarımsak, soğan ve defne uçucu yağları % 63.9- 100 arasında erginlere karşı çam, limon, hindistan cevizi ağacı, biberiye, sarımsak, soğan ve okaliptüs uçucu yağları %75.1- 100 arasında ölüme neden olarak yüksek fumigant toksisite gösterdiği bildirilmiştir. Test edilen uçucu yağlar içerisinde özellikle sarımsak ve soğan uçucu yağlarının, *T. confusum*' un tüm dönemlerine karşı yüksek fumigant etki gösterdiği rapor edilmiştir.

Karcı ve Işıkber (2007), yaptıkları çalışmada defne, rezene, beyaz kekik, soğan, civanperçemi, ingiliz nanesi, ardıç, okaliptüs, göknar, sarımsak, hindistan cevizi ağacı, biberiye, hint safranı, çam ve anason uçucu yağlarının kırma biti (*T. confusum*)'nin yumurtalarına karşı fumigant etkisini değerlendirmişlerdir. *Tribolium confusum* yumurtalarını 24, 48 ve 72 saat süreyle uçucu yağların 100 µl/l uygulama dozuna maruz bırakmışlardır. Sarımsak, soğan, defne, anason ve beyaz kekik uçucu yağlarının 24 saat uygulama süresinde % 42.2 - 100 arasında değişen ölüm oranı ile yumurtalarında güçlü bir öldürücü etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan probit analizleri sonucu, yumurtalar için sarımsak, soğan, anason, beyaz kekik ve defne uçucu yağlarına ait LT<sub>90</sub> değerlerinin sırasıyla 1.1, 22.1, 22.4, 13.8 ve 51.1 saat olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, sarımsak uçucu yağı için LT<sub>50</sub> ve LT<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 0.86 ve 1.06 saat olarak tespit edilmiştir.

Stamopoulos ve ark. (2007), terpinen-4-ol, 1,8-cineole, Linalool, Limonene ve Geraniol'den oluşan 5 adet monoterpenoid bileşiği 48 saat süreyle *T. confusum* 'un farklı dönemlerine uygulanmıştır. Terpinen-4-ol (LC<sub>50</sub> 1.1- 109.4 µl/l) 1,8-cineole (LC<sub>50</sub> 3.5- 466 µl/l), limonene (LC<sub>50</sub> 4- 278 µl/l) post-embriyonik dönemlerin tümüne yüksek toksisiteye sahip

oldukları bulunmuş, bunu Linalool (LC<sub>50</sub> 8.6- 183.5 µl/l) izlemişler ve Geraniol (LC<sub>50</sub> 607-1627 µl/l) ise en düşük toksisiteye sahip olduğunu kaydetmişlerdir.

Samir ve ark. (2009), Camphor, Camphene, Carvone, 1-8 cineole, Cuminaldehyde, Fenchone, Geraniol, Limonene, Linalool, Menthol ve Myrcene'den oluşan monoterpenoid bileşiklerinin *T. castaneum* ve *S. oryzae*' ye fumigant etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda çoğu bileşiğin böceklere kontakt ve fumigant toksisite gösterdiği, ancak bunların böceklere göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Kontakt toksisite denemelerinde Carvone, Geraniol ve Cuminaldehyde' nin *S. oryzae* ' ye, Carvone bileşiğinin *T. castaneum* 'a yüksek etki gösteren bileşik olduğunu ve bunu Cuminaldehyde' in izlediğini, Camphene, Camphor, 1-8 Cineol ve Myrcene in her iki türe karşı zayıf etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Işıkber ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada sarımsak, huş ağacı, tarçın ve anason uçucu yağlarının *T. confusum*, *E. kuehniella* ve *Plodia interpunctella* Hübner yumurtaları üzerine fumigant etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda LC<sub>50</sub> değerleri; *T. confusum* için sarımsak 2.85 µl/l, huş ağacı 1.26 µl/l, tarçın 1.79 µl/l, anason 20.42 µl/l, *E. kuehniella* için sarımsak 6.61 µl/l, huş ağacı 19.97 µl/l, *P. interpunctella* için sarımsak 13.5 µl/l, huş ağacı 3.2 µl/l olarak belirlenmiştir. Anason ve tarçın *E. kuehniella* ve *P. interpunctella* yumurtaları üzerine çok yüksek toksik etki göstermesi nedeniyle LC<sub>50</sub> değerleri hesaplanamamıştır. Yapılan çalışma sonucunda *T. confusum* için sarımsak, huş ağacı, tarçın ve anason uçucu yağlarının Ct product değerleri sırasıyla 0.29, 0.22, 0.13 ve 1.37 mg h/l olarak belirlenmiştir. Özellikle 24 saat uygulama süresinde tarçın uçucu yağının *T. confusum* yumurtalarına etkisi bakımından Ct product değerinin, methyl bromid (0.05 mg h/l) ve phosphine (0.007 mg h/l) 'e yakın olması bakımından alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Ayvaz ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada *Origanum onites* L. (Lamiales: Lamiaceae), *Satureja thymbra* L. (Lamiales: Lamiaceae), ve *Myrtus communis* L. (Rosales: Myrtaceae) bitkilerinden elde ettikleri uçucu yağların GS-MC' de bileşiklerinin oranlarını belirlemişler ve bu uçucu yağları *E. kuehniella*, *P. interpunctella* ve *A. obtectus* erginleri üzerine denemişlerdir. Güve türlerinde 1.5; 3; 6; 9 ve 25 µl/l dozlarını 24 saat süreyle, *A. obtectus* için 65; 130; 195 µl/l dozlarını 24, 48, 144 saat süreyle uygulamışlardır. 24 saat uygulama süresinde *M. communis*, *O. onites*, ve *S. thymbra*'ın uçucu yağlarının LC<sub>50</sub> değerleri *E. kuehniella* için sırasıyla 12.74, 7.42 ve 10.34 µl/l olarak *P. interpunctella* için 22.61, 4.06 ve 3.43 olarak belirlemişlerdir.



Bachrouch ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada sakız ağacı *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae) bitkisinden elde edilen uçucu yağın, harnup güvesi, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller ile değirmen güvesi, *E. kuehniella*'nın ergin bireylerine fumigant etkisini araştırmışlardır. *Pistacia lentiscus* uçucu yağının ana bileşenlerinin terpinene-4-ol (23.32%),  $\alpha$ -terpineol (7.12%) ve  $\beta$ -caryophyllene (22.62%) olduğunu ve bu uçucu yağın *E. ceratoniae* (LC<sub>50</sub>; 3.29  $\mu$ l/l, LC<sub>95</sub>; 14.24  $\mu$ l/l)'ya göre *E. kuehniella* (LC<sub>50</sub>; 1.84  $\mu$ l/l, LC<sub>95</sub>; 5.14  $\mu$ l/l) üzerine yüksek toksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Uçucu yağın artan konsantrasyonlarında ve uygulama sürelerinde her iki zararlının da canlılıklarında ve dişi bireylerin yumurta verimlerinde düşüş olduğunu, 136  $\mu$ l/l konsantrasyonda *E. kuehniella* erginlerinde % 70.5, *E. ceratoniae* erginlerinde ise % 57.1 oranında ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

Ebadollahi ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada *Agastache foeniculum* (Pursh) bitkisinin toprak üstü kısımlarının Clevenger cihazı ile yağını elde etmişler ve GC-MS analizi sonucunda methyl chavicol (% 94), 1,8-cineole (% 3.33), 1-octen-3-ol (% 0.46) ve germacrene D (% 0.43) bileşenlerinin ağırlıklı olarak bulunduğu saptamışlardır. *Agastache foeniculum* bitkisinden elde ettikleri uçucu yağı 24, 48, 72 ve 96 saat uygulama sürelerinde *E. kuehniella* ve *P. interpunctella* erginlerine fumigant toksisitesini belirlemişler ve 24, 48, 72, 96 saat uygulama süresinde LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla; *P. interpunctella* için 16.53  $\mu$ l/l, 12.34  $\mu$ l/l, 9.52  $\mu$ l/l, 6.69  $\mu$ l/l ve *E. kuehniella* için 23.07  $\mu$ l/l, 16.35  $\mu$ l/l, 12.35  $\mu$ l/l, 8.60  $\mu$ l/l olarak belirlemişlerdir.

Mondal ve Khalequzzaman (2010), yaptıkları çalışmada *T. castaneum* ergin ve 10 günlük larvaları üzerine, Trans-anetol, Thymol, Eugenol ve Cinnamaldehyde bileşiklerini kontakt ve fumigant etkisini belirlemişlerdir. 6, 12, 18, 24 ve 48 saat uygulama süreleri sonucunda, 10 günlük yaşlı erginlerin oldukça hassas olduklarını, 48 saatlik uygulama süresinde Cinnamaldehyde ve Eugenol bileşiklerinin yüksek toksik etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Eugenol bileşiği 0.76 mg/l ve 48 saat uygulama süresinde erginlerin % 50' sini ve 10 günlük larvaların % 46.6' sını öldürdüğünü ancak 18 günlük larvalarda ölüm olmadığını bildirmektedir.

Sattar ve ark. (2010), Ethiopia'da ev sineklerini uzaklaştırmada geleneksel olarak kullanılan yalancı karabiber ağacı (*Schinus molle* L.)'nin yaprak ve meyvelerinden elde edilen uçucu yağı, *Trogoderma granarium* Everts. ve *T. castaneum* erginleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapılan GC-MS analiz sonucunda, bu bitkinin uçucu yağ bileşenleri açısından % 69.39' da *p*-cymene bulunduğu bildirmişlerdir. *T. castaneum*'a yapılan uygulamalar

sonucunda yapraktan elde edilen yağın LC<sub>50</sub> değerleri, 2, 4, 6 gün süresince maruz bırakma süresi sonucunda sırasıyla 779.1, 575.6, 361.1 µl/l olduğunu, meyveden elde edilen yağın LC<sub>50</sub> değerleri, 2, 4, 6 gün süresince uygulama sonucunda sırasıyla 762.9, 381, 286.1 olduğunu, benzer şekilde Malathionda karşılaştırma amaçlı uygulanması sonucu LC<sub>50</sub> değerleri, 2, 4, 6 gün maruz bırakma süresi için sırasıyla 470.2, 390.1, 290.2 µl/l olarak belirlemişlerdir.

Soon-II K ve ark. (2010), *Origanum vulgare* (L)' den elde ettikleri uçucu yağ bileşiklerini belirlemişler ve yağın *T. castaneum* erginleri üzerine fumigant ve repellent etkisini araştırmışlardır. Uçucu yağ bileşiklerini carvacrol (% 67.2), *p*-cymene (% 16.2), Gamma terpinene (% 5.5), Thymol (% 4.9) ve Linalool (% 2.1)'den oluştuğunu LC<sub>50</sub> değerinin kapalı koşullarda 0.0055 mg/cm<sup>3</sup> olduğunu, daha sonra açıldığında LC<sub>50</sub> > 0.353 mg/cm<sup>3</sup> olduğunu belirlemişlerdir. Yüksek doza maruz kalan ergin bireylerin 6 saat sonra beslendiklerinde davranışlarında gecikmelere neden olduğunu, rastgele yürüyüş ve vücut renk değişikliği olarak koyu kahveye döndüğünü bildirmişlerdir.

Santos ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada *Tribolium castaneum* 'un, Brezilya'da Agua Boa ve Bom Despacho bölgelerinden toplanan 2 farklı popülasyonuna Allyl isothiocyanate 2.25 - 5.62 µl/l aralıklarında yumurta (1-6 günlük), genç larva (12 günlük), yaşlı larva (18 günlük), pupa (3-4 günlük) ve ergin dönemlerine uygulanmıştır. Agua Boa popülasyonu için LC<sub>50</sub> değerleri yumurta, genç larva, olgun larva, pupa ve ergin dönemleri için sırasıyla; 3.8, 4.5, 4.1, 4.3 ve 4.4 µl/l olduğu, Bom Despacho popülasyonu için ise sırasıyla 3.6, 4.6, 4.1, 4.4 ve 4.1 µl/l olduğunu saptanmıştır. Ayrıca larva, pupa ve ergin dönemine yönelik denemelerde bireylerde abdominal bozukluklar ve sakatlıklar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Test Edilen Böcekler

Biyolojik testler için, önemli depolanmış ürün zararlısı olan *T. confusum* ve *E. kuehniella* kullanılmıştır. *Tribolium confusum* kültürü Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nden temin edilmiştir. *Tribolium confusum* erginleri % 65±5 nemde, 25±1 °C sıcaklıkta iklim odasında karanlık ortamda, 1 litrelik cam kavanozlara 250 g buğday unu ve 8 g kuru maya konularak kültüre alınmıştır. *Ephestia kuehniella* ise 1995 yılından beri, Namık Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Biyolojik Mücadele Laboratuvarında yetiştirilmekte olup, besi ortamı hazırlanmasında, Bulut ve Kılınçer (1987)'den yararlanılarak, içinde buğday kırması, mısır kırması ve un bulunan kapak kısmı, delinerek tülbentle yapıştırılmış plastik kutularda yetiştirilmiştir. Biyolojik testler için her iki türün tüm biyolojik dönemleri (yumurta, larva, pupa ve ergin) kullanılmıştır.

##### 3.1.2. Test Edilen Monoterpenoid Bileşikleri

Daha önce yürütülen çalışmalarda araştırmacılar birçok bitki ekstraktının ve uçucu yağının böcek öldürücü (insektisit) etkili bileşiklerinin, çoğunlukla monoterpenoidler olduğunu belirtmişlerdir (Coats ve ark. 1991, Konstantopoulou ve ark. 1992, Regnault- Roger ve Hamraoui 1995, Ahn ve ark. 1998). Yüksek uçuculuk ve dolayısıyla gaz halinde böcekleri öldürme, kaçırıcılık ve beslenmeyi engelleyici özelliğe sahip olmalarından dolayı monoterpenoid bileşikler potansiyel zararlı mücadele etmeni olarak düşünülmüştür. Bazı monoterpenler (Harwood ve ark. 1990, Karr ve ark. 1990) ve d-limonene (Ahn ve ark. 1998) insektisit aktivitesine sahiptir ve bazı böcek türlerinde üremeyi engelleyebilmektedir. Tez kapsamında kullanılan monoterpenoid bileşiklerinin belirlenmesinde, daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan bitki ekstraktları ve bu bitkilerin uçucu yağları referans alınmıştır. Çeşitli çalışmalarda, bazı bitki ekstraktları ve bunların ikincil metabolitlerinin biyolojik etkinlikleri depolanmış ürün zararlısı böceklere karşı test edilmiştir. Aromatik ve baharat bitki türlerinden elde edilen ekstraktlar, özellikle Labiatae veya Lamiaceae familyasına bağlı bitkiler, zararlı böceklerin kontrolünde en yaygın olarak kullanılan bitkiler olduğu ifade edilmektedir (Mortan 1981, Shaaya ve ark. 1997). Bu çalışmada test edilen monoterpenoid bileşiklerin kimyasal ve toksikolojik özellikleri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Test edilen monoterpenoid bileşiklerinin kimyasal ve toksikolojik özellikleri (Anonymous, 2011).

Monoterpenoid Bileşik	CAS No	Moleküler ağırlık	Formül	Özgül ağırlık <sup>1</sup>	Erime noktası <sup>2</sup> (°C)	Kaynama noktası <sup>3</sup> (°C)	Buhar basıncı <sup>4</sup> (mm Hg)	Oral toksisite LD <sub>50</sub> <sup>5</sup> (mg/kg)
<b>β- pinene</b>	18172-67-3	136.23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.86 - 0.87	(- 61)	165 - 167	2.40	4700
<b>p-cymene</b>	99-87-6	134.21	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>	0.853 - 0.855	---	176 - 178	1.46	4750
<b>Eugenol</b>	97-53-0	164.20	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	1.06 - 1.07	(-10) - (-12)	252 - 253	0.01	1930
<b>α- pinene</b>	80-56-8	136.23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.85 - 0.86	(- 62) - (-64)	155 - 156	3.48	3700
<b>Cuminaldehyde</b>	122-03-2	148.20	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O	0.97 – 0.98	---	235 - 236	0.06	1390
<b>Linalyl acetate</b>	115-95-7	196.28	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	0.90 – 0.91	---	220	0.11	14550
<b>Linalool</b>	78-70-6	154.24	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	0.85 – 0.86	---	194	0.09	2790
<b>α-terpinene</b>	99-86-5	136.23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.833 – 0.838	---	173 - 175	1.63	1680
<b>Gamma terpinene</b>	99-85-4	136.23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.841 – 0.845	---	181 - 183	1.08	3650
<b>Allyl isothiocyanate</b>	57-06-7	99.15	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> N S	1.01 - 1.02	(-101)- (-102.5)	150 - 151	3.70	339
<b>Limonene</b>	5989-27-5	136.23	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	0.83 – 0.84	(- 96)	175 - 177	1.54	5000
<b>Diallyl disülfide</b>	2179-57-9	146.27	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> S <sub>2</sub>	0.99 – 1.01	---	138 - 139	1.00	260

<sup>1</sup>:Bileşiğin 25 °C’ deki özgül ağırlığı, <sup>2</sup>: Bileşiğin normal atmosfer basıncında (760 mm Hg)’daki erime noktası, <sup>3</sup>: Bileşiğin normal atmosfer basıncında (760 mmHg)’daki kaynama noktası, <sup>4</sup>: Bileşiğin 30 °C’ deki buhar basıncı, <sup>5</sup>: Erkek ve dişi sıçanlarda ağızdan toksisite değeri.

**Çizelge 3.2.** Test edilen monoterpeneoid bileşiklerinin organoleptik özellikleri (Anonymous, 2011).

Monoterpenoid Bileşik	Koku tipi	Koku gücü	Kokunun tanımlanması	Safılık derecesi	Görünüşü
<b><math>\beta</math>- pinene</b>	Terpenik	Yüksek, % 10 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Kuru odunsu, çam sakızı	% 97 - 100	Renksiz, şeffaf sıvı
<b><i>p</i>-cymene</b>	Terpenik	Yüksek, % 1 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Taze portakal, terpen, odunsu baharat	% 97 - 100	Renksizden soluk sarıya, şeffaf sıvı
<b>Eugenol</b>	Baharatlı	Orta, % 10 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Tatlı, baharatlı, karanfil, odunsu	% 98 - 100	Soluk sarıdan koyu sarıya, şeffaf sıvı
<b><math>\alpha</math>- pinene</b>	Bitkisel	Yüksek, % 10 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Taze, tatlı, çam, topraksı, odunsu	% 97 – 100 (izomerlerinin toplamı)	Renksizden soluk sarıya, şeffaf sıvı
<b>Cuminaldehyde</b>	Baharatlı	Yüksek, % 10 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Baharatlı, kimyon, yeşil, bitkisel	% 95 – 100 (izomerlerinin toplamı)	Renksizden soluk sarıya, şeffaf sıvı
<b>Linalyl acetate</b>	Bitkisel	Orta	Tatlı, yeşil portakal, bergamot, lavanta, odunsu	% 98 - 100	Renksiz şeffaf sıvı
<b>Linalool</b>	Çiçeksi	Orta	Portakal çiçeği, gül, odunsu, yeşil, yaban mersini	% 99 - 100	Renksiz şeffaf sıvı
<b><math>\alpha</math>-terpinene</b>	Odunsu	Orta, % 10 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Odunsu, limon, bitkisel, portakal	% 89 - 100	Renksizden soluk sarıya, şeffaf yağlı sıvı
<b>Gamma terpinene</b>	Terpenik	Orta, % 10 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Yağlı odunsu, limon, tropikal, bitkisel	% 95 - 100	Renksiz, şeffaf yağlı sıvı
<b>Allyl isothiocyanate</b>	Kükürtsü	Çok Yüksek, % 0.01 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Güçlü, keskin hardal	% 93 - 100	Renksizden soluk sarıya, şeffaf sıvı
<b>Limonene</b>	Portakalsı	Orta	Taze tatlı portakal	% 96 - 100	Renksizden soluk sarıya, şeffaf sıvı
<b>Diallyl disulfide</b>	Sarımsak	Yüksek, % 0.1 veya daha düşük bir solusyonda kullanılması önerilmektedir.	Sarımsak, soğan	% 80 - 100	Soluk sarı şeffaf sıvı

Test edilen monoterpenoid bileşiklerin kaynama noktalarının 138- 253 °C arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 3.1). Test edilen bileşikler içerisinde en düşük kaynama noktası 138- 139 °C ile Diallyl disülfide olurken bunu, 150- 151 °C ile Allyl isothiocyanate takip etmektedir. Çizelge incelendiğinde bileşiklerin buhar basıncının 0.01- 3.70 mm Hg arasında değiştiği görülmektedir. Buhar basıncı en yüksek olan monoterpenoid bileşik 3.70 mm Hg ile Allyl isothiocyanate bileşiği olurken, bunu 3.48 mm Hg buhar basıncı ile  $\alpha$ - pinene takip etmektedir (Çizelge 3.1). Test edilen bileşiklerin sıçanlardaki oral toksisitelerine bakıldığında, en yüksek oral toksisite 260 mg/kg LD<sub>50</sub> değeri ile Diallyl disülfide bileşiği olduğu görülmektedir. Bunu 339 mg/kg LD<sub>50</sub> değeri ile Allyl isothiocyanate bileşiği izlemektedir. Sıçanlara karşı en düşük oral toksisiteye 14550 mg/kg LD<sub>50</sub> değeri ile Linalyl acetate bileşiğinin sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak test edilen bileşiklerin kaynama noktaları yüksek olurken, buhar basınçlarında düşük olduğu söylenebilir.

Test edilen monoterpenoid bileşiklerin organoleptik (koku tipi, koku gücü, kokunun tanımlanması, görünüşü) özellikleri Çizelge 3.2' de verilmektedir. Genel olarak test edilen monoterpenoid bileşiklerin koku tipleri baharatlı, odunsu, terpenik, bitkisel, çiçeksi, kükürtümsü ve sarımsaksı yapıda olduğu görülmektedir. Bu bileşiklerin koku gücü çoğunlukla Allyl isothiocyanate için çok yüksek;  $\alpha$ - pinene,  $\beta$ - pinene, *p*-cymene, Diallyl disülfide, Cuminaldehyde için yüksek; Limonene, Gamma terpinene, Linalool, Linalyl acetate, Eugenol,  $\alpha$ -terpinene için orta düzeyde olduğu görülmektedir. Diallyl disülfide için keskin sarımsak ve soğan; Limonene için taze tatlı portakal; Allyl isothiocyanate için keskin hardal;  $\beta$ - pinene için çam sakızı; *p*-cymene için taze portakal; Eugenol için karanfil;  $\alpha$ - pinene için çam; Cuminaldehyde için kimyon; Linalool için portakal çiçeği ve gül; Gamma terpinene için limon; Linalyl acetate için bergamot ve lavanta;  $\alpha$ -terpinene için limon ve portakal kokusu tanımlanmaktadır.

Tez kapsamında kullanılan 12 adet monoterpenoid bileşiği (Firma adı, katalog numarası, saflık derecesi);  $\alpha$ -pinene (Aldrich, 147524, % 98), *p*- cymene (Sigma-Aldrich, C121452, % 99), Eugenol (Fluka, 46129, *Ph eur*), Cuminaldehyde (Fluka, 28210, % 85), Linalyl acetate (Fluka, 45980, % 95), Linalool (Fluka, 62140, % 95),  $\alpha$ -terpinene (Aldrich, 223182, % 85), Gamma terpinene (Fluka, 86478, %97), Limonene (Sigma-Aldrich, 183164, % 97),  $\beta$ -pinene (Aldrich, 112089, % 99), Allyl isothiocyanate (Merck, 800260, % 95) ve Diallyl disülfide (Sigma-Aldrich, 317691, % 80) olup Sigma-Aldrich, Fluka ve Merck

firmalarından, ticari olarak mevcut en saf halleri satın alınarak *T. confusum* ve *E. kuehniella*'nın yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri üzerine fumigant etkileri araştırılmıştır. Test edilen bileşiklerin saflık dereceleri % 80- 100 arasında değişmekte olup denemeler esnasında 4 °C' de muhafaza edilmiştir.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Biyolojik Testler ve Konsantrasyon Denemeleri

Biyolojik test çalışmalarında 3 l' lik cam kavanozlar, 10 ve 50 ml hacmindeki cam şişeler, taze un ve ince tül kullanılmıştır. Denemeler % 65 ± 5 nemde 20, 25 ve 30 ±1 °C sıcaklıklardaki iklim odasında, karanlık ortamda yürütülmüştür. Konsantrasyon denemelerinde *T. confusum*' un, 70 mesh' lik elek (Retsch marka) kullanılarak elde edilmiş 1-2 günlük yumurtaları, son dönem larvaları (28-35 gün), 1-3 günlük pupaları ve 7 günlük erginleri kullanılmış olup tüm dönemlerde bireyler 10 ml' lik şişelere konmuştur. *E. kuehniella*' nın ise 1-2 günlük yumurtaları, son dönem larvaları (30- 35 günlük), 1-3 günlük pupaları ve 1-2 günlük erginleri kullanılmış olup yumurta dönemi için 10 ml, diğer dönemler için 50 ml'lik şişeler kullanılmış olup, şişelere hacimlerinin yarısına kadar (10 ml'lik şişeler için 4±1 g, 50 ml'lik şişeler için 15±1 g) taze un eklenmiş ve bileşiğin gaz halinde tüplere girebilmesi ve şişelere konan böceklerin kaçmasının engellenmesi için ağızları tülle kapatılmış ve plastik lastikle tutturulmuştur. Her iki böcek türünde de 50 adet yumurta, 25' şer adet larva, pupa ve ergin kullanılmıştır. Bu şekilde hazırlanan şişelerin her biri 3 l' lik cam kavanozlara yerleştirilmiş, 10 ve 50 µl'lik mikro şırınga (Hamilton) ve 0 - 200 µl otomatik pipet (CAPP) yardımı ile bileşikler test edilecek konsantrasyonda kurutma kağıdı üzerine emdirilmiş ve pens yardımıyla kavanoz içerisine konmuştur (Şekil 3.1). Tüm denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Biyolojik testlerin hazırlık aşaması ve uygulanması

Kavanozların içindeki ortam neminin % 65±5 seviyesinde sabit tutmak için 100 g MgNO<sub>2</sub> (Magnezyum Nitrat)' a 10 ml saf su konarak solusyon hazırlanmıştır. Bu solusyona 5 x 2 cm ebatındaki kurutma kağıdı yarısına kadar ıslatılarak kavanoz içerisine yerleştirilmiştir. Kavanozlar kapatılarak, karanlık iklim odasında 24 saat süreyle bekletilmiştir.

### 3.2.1.1. Ön Biyolojik Testler

Monoterpenoid bileşiklerinin fumigant etkisinin olup olmadığını test etmek amacıyla, ele alınan böcek türlerinin tüm dönemlerine daha önceki çalışmalar göz önüne alınarak başlangıç sabit doz olarak 100 µl/l uygulanmıştır. Test edilen böcek türlerinin yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri denemelerin yürütüleceği her bir sıcaklık derecesinde (20, 25, 30 °C) 24 saat süreyle % 65±5 nem içeren iklim odasında, karanlık ortamda bekletilmiştir. Uygulamanın ardından şişeler, kavanozlardan pens yardımıyla çıkartılmış, un bulunan şişelerdeki bulaşık un elenmiş ve taze temiz un içeren şişelere huni yardımıyla aktarılmıştır. Bileşik uygulaması yapılan yumurtalar ise üzerinde 50 küçük hücre bulunan, mikadan yapılmış özel slaytlara ince uçlu fırça yardımıyla stereozoom mikroskop altında tek tek aktarılmıştır (Şekil 3.2). Ölü-canlı sayımları için, yumurtaların açılıp larvaların çıkışına, larvaların pupa, pupaların ise ergin olmaları için gerekli sürelerde, 25±1 °C sıcaklık, % 60±5 nem içeren iklim odasında bekletilmiştir.



**Şekil 3.2.** Yumurtaların stereozoom binoküler mikroskop altında mikadan yapılmış slayt üzerindeki hücrelere aktarılışı



### 3.2.1.2. Doz Denemeleri (Letal Konsantrasyon Hesaplaması)

#### 3.2.1.2.1. Kıрма Biti, *Tribolium confusum* Üzerine Uygulanan Doz Denemeleri

Ön biyolojik testler sonunda yüksek fumigant etki gösteren, ölüm oranı % 50' den yüksek olan bileşikler konsantrasyon denemelerine tabi tutulmuştur. Kıрма biti, *T. confusum*' un tüm dönemleri 20, 25 ve 30 °C sıcaklık derecelerinde, 24 saat süreyle ön denemeye tabi tutulmuştur. Her üç sıcaklık derecesinde de 12 adet monoterpenoid bileşiğinden yumurta dönemine: Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid, larva, pupa ve ergin dönemlerine ise Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Doz denemelerinde ise yumurta dönemine; Cuminaldehide bileşiği için, 20 °C' de 7.5, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l; 25 °C' de 10.5, 3.2, 1, 0.75, 0.5, 0.25 µl/l; 30 °C' de 5, 3, 2, 1, 0.75, 0.5, 0.25 µl/l, Allyl isothiocyanate bileşiği için 20 °C ve 30 °C' de 1, 0.5, 0.25, 0.10; 25 °C' de ise 5, 3, 1, 0.5, 0.25, 0.10 µl/l, Diallyl disülfid bileşiği için ise 20 °C ve 30 °C' de 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l; 25 °C' de ise 10, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Larva dönemine; Allyl isothiocyanate bileşiği için 20 °C' de 10, 7.5, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l; 25 °C ve 30 °C' de 7.5, 5, 3, 1, 0.5 µl/l, Diallyl disülfid bileşiği için ise 20 °C' de 120, 75, 50, 30, 10, 5 µl/l; 25 °C' de 120, 100, 75, 50, 25, 10, 5, 3, 1 µl/l; 30 °C' de 100, 75, 50, 30, 20, 10, 5, 3 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Pupa dönemine Allyl isothiocyanate bileşiği 20 °C' de 7.5, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l; 25 °C' de 5, 4, 3, 2, 1, 0.5, 0.25 µl/l; 30 °C' de 5, 3, 2, 1.5, 1, 0.5, 0.25 µl/l, Diallyl disülfid bileşiği ise 20 °C ve 25 °C' de 75, 50, 30, 20, 10, 5 µl/l; 30 °C' de ise 75, 50, 30, 20, 10, 5, 3 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Ergin dönemine yönelik doz denemelerinde Allyl isothiocyanate bileşiği 20 °C' de 5, 4.5, 3, 2, 1 µl/l; 25 °C' de 5, 4.5, 4, 3.5, 3, 2, 1.5, 1 µl/l; 30 °C' de 5, 4, 3, 2.5, 2, 1.5, 1, 0.5 µl/l, Diallyl disülfid bileşiği ise 20 °C' de 75, 50, 30, 20, 10, 5, 3 µl/l; 25 °C' de 75, 50, 25, 10, 5, 3, 1 µl/l; 30 °C' de 50, 40, 20, 15, 10, 5, 3, 1 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Tüm denemeler 3 tekerrürlü yürütülmüş ve her uygulama için 3 kontrol bırakılmış olup *T. confusum*' un tüm dönemleri bileşiklere 24 saat süreyle maruz bırakılmıştır. Uygulama yapılan böcekler 25±1 °C sıcaklık, % 65±5 nem koşullarında bekletilerek, sayımları yapılmış ve her bir test edilen bileşik için Letal konsantrasyon (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) değerleri hesaplanmıştır.

### 3.2.1.2.2. Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella* Üzerine Uygulanan Doz Denemeleri

Test edilen monoterpenoid bileşikleri 20, 25 ve 30 °C sıcaklık derecelerinde *E. kuehniella*'nın tüm dönemlerine uygulanmıştır. Yapılan ön deneme uygulamaları sonucunda *E. kuehniella*'nın yumurta dönemine, kıırma biti *T. confusum*'da elde edilen ön deneme sonuçlarına benzer şekilde Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri etkili bulunmuştur. Larva dönemine ise sadece Allylisotihocyanate bileşiği % 50 den fazla öldürücü etki göstermiştir. Pupa dönemine, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri, ergin dönemine ise ele alınan 12 monoterpenoid bileşiğinden Eugenol ve Linalyl acetate bileşikleri dışındaki 10 tanesi etkili olarak belirlenmiştir. Etkili bulunan bileşikler doz denemelerine tabi tutulmuştur. Doz denemeleri kapsamında, sıcaklıklara göre yumurta dönemine uygulanan dozlar Cuminaldehyde için 20 °C ve 25 °C' de 10, 7.5, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l; 30 °C' de 7.5, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l; Allyl isothiocyanate için 20 °C' de 3, 1, 0.5, 0.25, 0.10 µl/l ve diğer sıcaklıklarda 1, 0.5, 0.25, 0.10 µl/l dozlarında; Diallyl disülfid için 20 °C' de 7.5, 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l ve diğer sıcaklıklarda 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Larva dönemine etkili tek bileşik olan Allyl isothiocyanate için uygulanan dozlar 20 °C' de 15, 10, 7.5, 5, 3, 2.5, 1 µl/l; 25 °C' de 10, 7.5, 5, 3, 2.5, 1 µl/l ve 30 °C' de 7.5, 5, 3, 1 µl/l şeklindedir. Pupa dönemine uygulanan dozlar ise Allyl isothiocyanate bileşiği için 20 °C' de 10, 7.5, 5, 3, 1 µl/l, diğer sıcaklıklarda 10, 7.5, 5, 3, 1 µl/l; Diallyl disülfid bileşiği için ise 20 °C ve 25 °C' de 120, 100, 80, 60, 40, 20, 10, 5 µl/l; 30 °C' de ise 100, 80, 60, 40, 20, 10 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Ergin döneminde etkili bulunan 10 adet bileşik için yapılan doz denemelerinde Gamma terpinene için 20 °C' de 40, 30, 25, 20, 15, 7.5, 5, 3 µl/l, 25 °C' de 30, 25, 20, 15, 10, 7.5, 5, 3 µl/l; 30 °C' de 30, 25, 20, 15, 10, 5, 3 µl/l; Limonene bileşiği için 20 °C' de 60, 40, 30, 25, 20, 10, 7.5, 5, 3 µl/l dozlarında ve diğer sıcaklıklarda ise 30, 25, 20, 15, 10, 7.5, 5, 3 µl/l dozlarında uygulanmıştır. β-pinene için 20 °C' de 120, 100, 80, 60, 50, 30, 25, 15, 10, 5 µl/l; 25 °C' de 60, 50, 40, 30, 25, 20, 10, 5 µl/l, 30 °C' de 50, 30, 25, 20, 15, 10, 5 µl/l dozlarında; Linalool için 20 °C' de 25, 20, 15, 10, 5, 3 µl/l; 25 °C' de 20, 10, 7.5, 5, 3, 1 µl/l; 30 °C' de 20, 10, 5, 3, 1 µl/l dozlarında; Cuminaldehyde için 20 °C' de 40, 30, 25, 20, 15, 7.5, 5, 3, 1 µl/l; 25 °C' de 30, 25, 20, 15, 7.5, 5, 3, 1 µl/l, 30 °C' de 20, 10, 7.5, 5, 1 µl/l dozlarında; α-terpinene için 20 °C' de 60, 40, 30, 20, 15, 10, 7.5, 5, 3 µl/l; 25 °C' de 30, 20, 15, 10, 7.5, 5, 3, 1 µl/l, 30 °C' de 30, 20, 10, 5, 3 µl/l dozlarında; α-pinene bileşiği 20 °C' de 40, 30, 20, 10, 5 µl/l; 25 °C' de 35, 30, 20, 10, 5, 3, 1 µl/l; 30 °C' de 35, 30, 20, 10, 5, 3, 1 µl/l dozlarında; p-cymene için 20 °C' de 60, 40, 20, 10, 5 µl/l; 25 °C' de 30, 20, 15, 10, 7.5, 5, 3 µl/l; 30 °C' de

25, 20, 10,5, 3 µl/l dozlarında; Allyl isothiocyanate için 1, 0.5, 0.15, 0.10, 0.07 µl/l ve Diallyl disülfide için tüm sıcaklıklarda 5, 3, 1, 0.5, 0.25 µl/l dozlarında uygulanmıştır. Tüm denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her uygulama için 3 kontrol bırakılmış olup *E. kuehniella*'nın tüm dönemleri bileşiklere 24 saat süreyle maruz bırakılmıştır. *Tribolium confusum*'a benzer şekilde, uygulama yapılan *E. kuehniella*'nın her bir biyolojik dönemine ait bireyler 25±1 °C sıcaklık, % 65±5 nem koşullarında bekletilerek, sayımları yapılmış ve Letal konsantrasyon (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) değerleri hesaplanmıştır.

### **3.2.2. Etkili Bulunan Bileşiklerin Ürünlü Ortamdaki Ön Biyolojik Testleri ve Konsantrasyon Denemeleri**

Ürünlü ortam denemelerinde Tekirdağ ilinde en çok yetiştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi olan, % 12-14 oranında nem içeren, Flamura 85 kullanılmıştır (Anonymous 2009). 25±1 °C sıcaklıkta yürütülmüş olan denemelerde, fumigasyon çemberi olarak 5 litrelik cam kavanozlar kullanılırken *T. confusum*'un uygulama yapılan yumurta, larva, pupa ve ergin dönemleri için 10 ml' lik şişeler, *Ephesatia kuehniella*'da ise yumurta dönemi için 10 ml' lik, larva, pupa ve ergin dönemleri için ise 50 ml' lik cam şişeler kullanılmıştır.

Her iki türün yumurta dönemleri ve *E. kuehniella*'nın ergin dönemi dışındaki dönemlerin konduğu şişeler yarısına kadar un doldurulmuş (10 ml şişe; 4±1 g, 50 ml şişe; 15±1 g) ve ağızları tülle kapatılmıştır. Uygulama yapılacak şişeler kauçuk lastikle birbirine tutturularak 5 l' lik cam kavanozun tabanına dik olarak yerleştirilmiş ve kavanozun içerisine 2 ± 0.01 kg buğday huni yardımıyla şişeler devrilmeyecek şekilde yavaş yavaş doldurulmuştur. Daha sonra buğdayın üst kısmına da böceğin her bir dönemini içeren şişeler, dik şekilde yerleştirilmiştir. Ürünlü ortam denemelerinde 5 l hacimli kavanozların içerisine 2 kg buğday konduktan sonra geriye kalan hacimin hesaplaması Manometrik Metod' a göre (Day 1964) yapılmıştır. Bu hesaplama sonucunda 5 l hacimli alanda 2 kg buğday konduktan sonra geriye kalan hacim ortalama 3 l olarak hesaplanmıştır. *Ephestia kuehniella* 'da ise larva, pupa ve ergin denemelerinde 50 ml' lik şişeler kullanıldığından hacimde meydana gelen değişiklik dikkate alınarak hacim hesaplaması sonucu ortalama 3.2 l olarak belirlenmiştir. Ön biyolojik testler ve konsantrasyon denemelerinde bu hacimler dikkate alınarak uygulama dozları hesaplanmıştır. Ürünlü ortamdaki ön biyolojik testlerde *T. confusum*'un tüm dönemleri 100 µl/l dozuna, *E. kuehniella*'da ise yumurta ve pupa dönemleri 100 µl/l, larva dönemi 80 µl/l ve ergin dönemi ise 55 µl/l dozuna tabi tutulmuştur. Bu uygulama dozları boş hacim (ürünsüz ortam)'de

yürütülen biyolojik testlerden çıkan sonuçlara göre belirlenmiştir. Bileşikler kurutma kağıdına emdirilerek, buğdayın üst kısmına konmuş ve böcek dönemleri 24 saat süreyle bileşiğe maruz bırakılmıştır. Uygulama sonunda ürün içerisine yerleştirilen böcekleri içeren şişeler çıkarılarak, biyolojik testler kısmında (Bölüm 3.2.1) belirtilen yöntemle göre ölü-canlı sayımları yapılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup her bir deneme için 3 kontrol bırakılmış ve kontrollere herhangi bir kimyasal uygulaması yapılmamıştır. İçerisinde uygulama yapılan kavanozlar uygulama sonrasında arap sabunu ile yıkanmış, kullanılan buğday atılmıştır. Ön biyolojik testlerden elde edilen sonuçlara göre etkili bulunan monoterpeneoid bileşiklerin ürünlü ortamda Letal Konsantrasyon denemeleri yürütülmüştür.

*Tribolium confusum* için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin hesaplanmasında ürünün üst ve alt seviyesine yerleştirilen böcekler için ayrı ayrı belirlenmiş dozlar kullanılmıştır. Yumurta dönemine Cuminaldehyde bileşiği için üst seviye uygulamasında 1.7, 6, 8.3, 10, 18.7 µl/l ve alt uygulamasında 15, 50, 85, 100, 133, 166, 250 ve 333 µl/l dozları; Allyl isothiocyanate bileşiği için yumurta alt ve üst uygulamasında 0.5, 1, 3.1, 5.1, 8.3, 16.7 µl/l dozları; Diallyl disülfide için yumurta alt uygulamasında 0.5, 1, 3.1, 5.1, 8.3, 12.5 ve üst uygulamasında 0.5, 1, 1.7, 3.1, 5, 7.5 µl/l dozları uygulanmıştır. *Tribolium confusum*' un larva dönemine etkili bulunan iki bileşikten Diallyl disülfid bileşiği için larva alt uygulamasında 83.3, 100, 166.7, 250 µl/l ve üst uygulamasında ise 1.7, 5, 10, 25, 50, 83.3, 100, 125 µl/l dozları; Allyl isothiocyanate bileşiği için larva alt uygulamasında 8.3, 16.7, 33.3, 50, 83.3, 100, 125 µl/l ve üst uygulamasında ise 5, 8.3, 16.7, 25, 33.3, 50 µl/l dozları kullanılmıştır. *Tribolium confusum*' un pupa dönemine ise etkili bulunan iki bileşikten Diallyl disülfid bileşiği için pupa alt uygulamasında 25, 50, 83.3, 100, 166.7, 250, 291 µl/l ve üst uygulamasında ise 5, 10, 25, 50, 100 µl/l dozları; Allyl isothiocyanate bileşiği için pupa alt uygulamasında 1.7, 5, 8.3, 16.7, 33.3, 66.7, 83.3 µl/l ve üst uygulamasında ise 1.7, 5, 8.3, 16.7, 33.3 µl/l dozları uygulanmıştır. *Tribolium confusum*' un ergin dönemine etkili bulunan iki bileşikten Diallyl disülfid bileşiği için ergin üst uygulamasında 8.3, 12.5, 16.7, 25, 83.3, 100, 166.7 µl/l ve alt uygulamasında ise 83.3, 100, 166.7, 250, 291, 333, 416 µl/l dozları; Allyl isothiocyanate bileşiği için ergin üst uygulamasında 8.3, 12.5, 16.7, 25 µl/l ve alt uygulamasında ise 8.3, 12.5, 16.7, 25, 41.7, 50, 66.7, 83.3 µl/l dozları uygulanmıştır.

*Ephestia kuehniella* için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin hesaplanmasında yumurta dönemi için ürünlü ortam ön denemeleri sonucunda hem alt, hem de üst uygulamalarında etkili bulunan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfide bileşikleri ele alınmıştır. Allyl isothiocyanate bileşiği için yumurta alt uygulamasında 0.25, 0.5, 0.75, 1 ve üst uygulamasında 0.125, 0.25, 0.5, 1, µl/l dozları; Diallyl disülfide alt uygulamasında 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25 µl/l ve üst uygulamasında 0.5, 1, 1.75, 2.5, 5 µl/l dozları uygulanmıştır. *Ephestia kuehniella*'nın larva dönemine sadece Allyl isothiocyanate bileşiği etkili bulunmuş olup alt uygulamasında 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 80, 100 µl/l ve üst uygulamasında ise 10, 20, 25, 30, 40 µl/l dozları uygulanmıştır. Pupa döneminde ise etkili bulunan iki bileşikten Diallyl disülfid bileşiği için üst uygulamasında 25, 40, 60, 80, 100 µl/l ve alt uygulamasında ise 40, 60, 80, 100, 125, 150 µl/l dozları; Allyl isothiocyanate bileşiği için pupa üst uygulamasında 9, 12, 15, 25, 35 µl/l ve alt uygulamasında ise 12, 15, 25, 35, 50 µl/l dozları uygulanmıştır. *Ephestia kuehniella*'nın ergin döneminde ise, ürünlü ortam ön denemesinde etkili bulunan iki bileşikten Diallyl disülfid bileşiği için ergin üst uygulamasında 0.6, 0.9, 1.2, 2 µl/l ve alt uygulamasında ise 1.2, 2, 3, 4.1, 5.5 µl/l dozları; Allyl isothiocyanate bileşiği için ergin üst uygulamasında 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 2 µl/l ve alt uygulamasında ise 0.6, 1.2, 2, 3, 4.1, 5.5 µl/l dozları uygulanmış bunun sonucunda LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Verilerin Analizi ve Değerlendirmesi

Ön biyolojik testler sonucunda uygulanan monoterpenoid bileşiklerinin dozunu, uygulamaya alınan birey sayılarını ve uygulama sonrası ölen birey sayılarını içeren EXCEL tabloları oluşturulmuştur. Elde edilen ölüm oranlarına Arcsin transformasyonu uygulandıktan sonra SPSS 17 (SPSS 2009) istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Zar 1996). Ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 önem seviyesinde Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir. Yüksek fumigant etki gösteren bileşiklerin toksisite değerlerini (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) hesaplamak için, test edilen böceğin her dönemi için elde edilen konsantrasyon-ölüm oranı verileri, PC-POLO (Leora Software 1987) programı kullanılarak probit analizine tabi tutulmuştur. Probit analizi sonucunda monoterpenoid bileşikleri için elde edilen LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri arasındaki farklılıklar, alt ve üst güvenlik aralıklarının birbiriyle çakışıp çakışmamasına göre ortaya konmuştur.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Kıрма biti, *Tribolium confusum*' un Sıcaklık Derecelerine ve Biyolojik Dönemlerine Göre Ön Biyolojik Testlerin Bulguları

Ön biyolojik testlerde 12 adet monoterpenoid bileşiğin fumigant etkisini test etmek amacıyla, 3 farklı sıcaklıkta (20, 25, 30°C), monoterpenoid bileşiklerin sabit doz olarak belirlenen 100 µl/l konsantrasyonu, 24 saat süreyle, *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine (yumurta, larva, pupa, ergin) uygulanmıştır. Uygulama yapılan tüm bireyler, yöntem kısmında belirtildiği şekilde ölü-canlı sayımları yapılarak değerlendirilmiştir.

#### 4.1.1. 20 °C' de Kıрма biti, *Tribolium confusum*'un tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları ve Letal konsantrasyon değerleri

20 °C'de değişik monoterpenoid bileşiklerin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *T. confusum*' un tüm dönemlerine ait ölüm oranları Çizelge 4.1' de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda hem test edilen bileşikler hem de böcek dönemleri *T. confusum*' un ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmuştur (bileşikler için  $F_{12,140}=112.84$ ;  $P < 0.0001$ ; böcek dönemi için  $F_{3,140}=26.38$ ;  $P < 0.0001$ ).

Çizelge 4.1 dikey olarak incelendiğinde Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yumurtaların % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranı göstermişlerdir ( $P < 0.0001$ ). Diğer tüm bileşikler ise yumurta dönemine çok düşük fumigant etki göstermiştir. Larva dönemi için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri diğer tüm bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Ancak Allyl isothiocyanate larvaların % 100 ölümüne neden olarak, Diallyl disülfid' e göre istatistik olarak daha yüksek ölüm oranı göstermiştir. Pupa ve ergin dönemi için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri pupa ve ergin bireylerin % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına neden olmuştur (pupa ve ergin için  $P < 0.0001$ ). 20 °C için elde edilen bu sonuçlar yumurta dönemi için; Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid ve diğer dönemler için (larva, pupa, ergin) Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin yüksek fumigant etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

**Çizelge 4.1.** 20 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *Tribolium confusum*' un tüm dönemlerine ait % ölüm oranları

Monoterpenoid bileşikleri	Ölüm oranları (%) ± SH				F ve P değerleri
	Yumurta	Larva	Pupa	Ergin	
<b>α-pinene</b>	12 ± 2.3 BC a *	2.7 ± 1.3 FG b	20.8 ± 5.33 AB a	0 ± 0 B b	F <sub>3,8</sub> =17.27 P< 0.001
<b>p- cymene</b>	8.7 ± 0.6 CD b	9.3 ± 3.5 CDEFG b	21.3 ± 1.3 B a	0 ± 0 B c	F <sub>3,8</sub> =38.38 P< 0.0001
<b>Cuminaldehyde</b>	100 ± 0 A a	5.3 ± 1.3 DEFG b	10.7 ± 3.5 BCD b	0 ± 0 B c	F <sub>3,8</sub> =82.11 P< 0.0001
<b>Linalool</b>	8.7 ± 1.7 CD a	6.7 ± 1.3 EFG a	9.2 ± 4.7 CD a	2.7 ± 1.33 B a	F <sub>3,8</sub> =0.86 P=0.496
<b>β-pinene</b>	12 ± 1.1 BC a	4 ± 2.3 C b	13.3 ± 2.6 BCD a	0 ± 0 B c	F <sub>3,8</sub> =13.20 P< 0.002
<b>Eugenol</b>	13.3 ± 1.7 BC a	18.7 ± 2.6 CDEF a	22.7 ± 3.5 B a	2.7 ± 2.6 B b	F <sub>3,8</sub> =9.86 P< 0.005
<b>α-terpinene</b>	16.7 ± 0.6 B a	11.5 ± 3.5 DEFG a	14.7 ± 4.8 BCD a	0 ± 0 B b	F <sub>3,8</sub> =20.48 P< 0.0001
<b>Linalyl acetate</b>	7.3 ± 2.9 DE a	8 ± 4.6 B a	17.6 ± 2.8 BC a	4 ± 2.3 B a	F <sub>3,8</sub> =1.88 P= 0.211
<b>Diallyl disülfid</b>	100 ± 0 A a	81.3 ± 1.3 B b	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =659.55 P< 0.0001
<b>Allyl isothiocyanate</b>	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	----**
<b>Gamma terpinene</b>	6.7 ± 0.6 DE ab	16 ± 2.3 CD a	12 ± 2.3 BCD a	2.7 ± 2.6 B b	F <sub>3,8</sub> =6.44 P< 0.016
<b>Limonene</b>	10.7 ± 0.6 CD a	13.3 ± 4.8 CDE a	8 ± 2.3 CD a	4 ± 2.3 B a	F <sub>3,8</sub> =1.92 P= 0.204
<b>Kontrol</b>	4 ± 1.15 E a	2.7 ± 2.6 G ab	5.3 ± 1.3 D a	0 ± 0 B b	F <sub>3,8</sub> =3.93 P= 0.054
<b>F ve P değerleri</b>	F <sub>12,26</sub> =462.49 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =45.10 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =71.04 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =113.99 P< 0.0001	

: Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5' lik Duncan testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır. \*\*: Allyl isothiocyanate'in tüm uygulamalarında böceklerin % 100 ölümüne neden olduğu için hesaplanamamıştır.

Çizelge 4.1 yatay olarak incelendiğinde Linalool, Linalyl acetate, Allyl isothiocyanate ve Limonene bileşiklerin *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmazken, diğer bileşiklerin biyolojik dönemleri ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Yüksek fumigant etkiye sahip olan Cuminaldehyde' in yumurta dönemine ait ölüm oranı diğer biyolojik dönemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur (P< 0.0001). Diallyl disülfid bileşiği ise yumurta, pupa ve ergin dönemleri, larva dönemine göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranı belirlenmiştir (P< 0.0001). Yumurta dönemi dışında Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri *T. confusum*' un tüm dönemlerine, diğer test edilen bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur (Çizelge 4.1). Allyl isothiocyanate *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerinin % 100 ölümüne neden olarak yüksek fumigant etki

göstermiştir. Bunun yanında Diallyl disülfid ise yumurta, pupa ve ergin dönemlerine % 100 ölüme neden olmasına rağmen, larva dönemine karşı Allyl isothiocyanate bileşiğine göre istatistiki olarak daha düşük ölüm oranına neden olmuştur ( $P < 0.0001$ ).

20 °C’de yürütülen ön biyolojik testler sonucunda yumurta dönemine karşı Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri; larva, pupa ve ergin dönemlerine karşı ise Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki gösterdiklerinden dolayı toksisite denemelerine tabi tutulmaları uygun olacağı belirlenmiştir.

Karakoç ve ark. (2006) 20 °C’de, 48 saat süreyle kimyon uçucu yağını *A. obtectus*, *S. oryzae* ve *S. granarius* erginlerine 150 µl/l konsantrasyonda sırasıyla % 100, 39.48, 89.06 oranında ölüme neden olduğunu tespit etmişlerdir. Hashemi ve ark. (2009) hidrodistilasyon yöntemi ile kimyon (*Cuminum cyminum* L.) bitkisi tohumlarını analiz etmişler ve % 38.49 oranında *p*-Menta-1,3-dien-7-al, % 32.91 oranında Cuminaldehyde olduğunu belirlemişlerdir. Bu bağlamda Cuminaldehyde içeren kimyon uçucu yağı için Karakoç ve ark. (2006) tarafından bildirilen *A. obtectus*, *S. oryzae* ve *S. granarius* erginleri ölüm oranları bu mevcut çalışmadaki Cuminaldehyde için bulunan ölüm oranlarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni olarak böcek türleri, uygulama dozları ve uygulama süresi arasındaki farklılıktan kaynaklanacağı söylenebilir.

#### **4.1.1.1. 20 °C' de *Tribolium confusum*' un yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi**

Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.2’ de verilmektedir. Allyl isothiocyanate’ ın tüm uygulama dozlarında *T. confusum* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) hesaplanamamıştır. Bu sonuç Allyl isothiocyanate’ ın çok düşük uygulama dozlarında bile (0.125 ve 0.25 µl/l) yumurtaların % 100 ölümüne neden olmasından dolayı, yumurtalara çok yüksek toksik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Diğer bileşiklerin toksisite değerlerine bakıldığında, Diallyl disülfid’in Cuminaldehyde’e göre daha toksik olduğu görülmüştür. Nitekim LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine ait güvenlik aralıklarının birbirleri ile çakışmamaktadır. Genel olarak yumurta dönemine karşı büyükten küçüğe toksisite



sıralaması, Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehyde şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.** 20 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Cuminaldehyde	900	2.47 ± 0.18	1.41 (1.19 – 1.62)	4.64 (4.0 – 5.53)	15.07	0.94
Allyl isothiocyanate <sup>e</sup>	450	----	----	----	---	---
Diallyl disulfid	750	5.33 ± 0.25	0.41 (0.37 – 0.44)	0.72 (0.64 – 0.80)	8.05	0.62

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır.

#### 4.1.1.2. 20°C' de *Tribolium confusum*' un larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.3' de verilmektedir. Allyl isothiocyanate' ın *T. confusum* larvalarının % 50 ve 90 ölümüne neden olması için sırasıyla 3.42 ve 11.33 µl/l konsantrasyonuna ihtiyaç duyulurken, Diallyl disülfid' in sırasıyla 26.5 ve 109.29 µl/l konsantrasyonuna ihtiyaç olduğu bulunmuştur.

**Çizelge 4.3.** 20 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	516	2.46 ± 0.18	3.42 (2.51 – 4.61)	11.33 (7.75 – 21.52)	76.2	4.01
Diallyl disulfide	597	2.08 ± 0.15	26.5 (23.03 – 30.21)	109.29 ( 90.18 – 139.04)	14.59	0.66

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (% 5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri

Çizelge 4.3' de görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Allyl isothiocyanate daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine sahip olduğu için *T. confusum* larvalarına karşı, Diallyl disülfid'e göre daha toksik olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.1.1.3. 20 °C' de *Tribolium confusum*' un pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.4' de verilmektedir. Yapılan probit analizi sonucunda Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 1.67 ve 4.92 µl/l olarak belirlenirken, Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 17.76 ve 46.41 µl/l olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4.** 20 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	447	2.73 ± 0.39	1.67 (0.83 – 2.31)	4.92 (3.63 – 8.84)	40.09	2.50
Diallyl disulfid	448	3.07 ± 0.26	17.76 (14.98 – 20.62)	46.41 (38.48 – 59.9)	21.52	1.34

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (% 5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri

Çizelge 4.4' de görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Allyl isothiocyanate daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine sahip olduğu için, Diallyl disülfid'e göre *T. confusum* pupalarına daha toksik olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.1.4. 20 °C' de *Tribolium confusum*' un ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.5' de verilmektedir. Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri güvenlik aralıkları birbiri ile çakışmadığı için bileşiklerin toksisiteleri arasında farklılığın olduğu belirlenmiştir. Allyl isothiocyanate' ın daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine sahip olduğu, Diallyl disülfid'e göre *T. confusum* erginlerine daha toksik olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

**Çizelge 4.5.** 20 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	450	7.25 ± 0.6	2.41 (1.97 – 2.78)	3.62 (3.11 – 4.72)	86.31	5.39
Diallyl disulfid	599	2.59 ± 0.2	17.52 (15.15 – 20.10)	54.54 (45.2 – 69.44)	23.16	1.05

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

#### 4.1.2. 25 °C'de Kıрма biti, *Tribolium confusum*' un tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları ve Letal Konsatrasyon değerleri

25 °C'de değişik monoterenoid bileşiklerin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *T. confusum*' un tüm dönemlerine ait ölüm oranları Çizelge 4.6' da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda hem test edilen bileşikler hem de böcek dönemleri *T.confusum*' un ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmuştur (bileşikler için F<sub>12,140</sub>= 66.86; P <0.0001; böcek dönemi için F<sub>3,140</sub>= 17.22; P <0.0001).

Çizelge 4.6 dikey olarak incelendiğinde Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yumurtaların % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranı göstermişlerdir (P< 0.0001). Diğer tüm bileşikler ise yumurtaların en fazla % 27' sinin ölümüne neden olarak düşük fumigant etkiye sahip olmuştur. Larva dönemi için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri diğer tüm bileşiklere göre istatistiki

olarak daha yüksek ölüm oranı göstermiştir ( $P < 0.0001$ ). Ancak Allyl isothiocyanate, larvaların % 100 ölümüne neden olarak, Diallyl disülfid' e göre istatistik olarak daha yüksek fumigant etki göstermiştir. Pupa ve ergin dönemi için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri pupa ve ergin bireylerin % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına sahip olmuştur (pupa ve ergin için  $P < 0.0001$ ). 25 °C için elde edilen bu sonuçlar yumurta dönemi için Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid ve diğer dönemler için (larva, pupa, ergin) Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin yüksek fumigant etki göstermiştir.

**Çizelge 4.6.** 25 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *Tribolium confusum*' un tüm dönemlerine ait % ölüm oranları

Monoterpenoid bileşikleri	Ölüm oranları (%) ± SH				F ve P değerleri
	Yumurta	Larva	Pupa	Ergin	
<b>α-pinene</b>	17.3 ± 4.66 BCD a	5.4 ± 1.3 CDE b	21.7 ± 3.89 BC a	1.3 ± 1.33 B b	F <sub>3,8</sub> =12.65 P< 0.002
<b>p- cymene</b>	12 ± 1.15 CD a	6.8 ± 1.33 CDE bc	9.5 ± 1.5 DEF ab	4 ± 0 B c	F <sub>3,8</sub> =9.90 P< 0.005
<b>Cuminaldehide</b>	100 ± 0 A a	4.2 ± 2.4 E b	6.7 ± 2.63 EF b	1.3 ± 1.33 B b	F <sub>3,8</sub> =137.94 P< 0.0001
<b>Linalool</b>	27.3 ± 1.76 B a	5.7 ± 1.32 CDE b	4.1 ± 2.31 F b	0 ± 0 B c	F <sub>3,8</sub> =24.93 P< 0.0001
<b>β-pinene</b>	14.7 ± 2. 85 CD a	5.3 ± 2.66 DE bc	9.8 ± 1.1 DEF a	1.3 ± 1.33 B b	F <sub>3,8</sub> =5.21 P< 0.027
<b>Eugenol</b>	16.7± 3.52 BC a	18.7 ± 3.52 C a	24 ± 2.3 B a	0 ± 0 B b	F <sub>3,8</sub> =17.64 P< 0.001
<b>α-terpinene</b>	15.3 ± 3.71 CD a	14.1 ± 1.63 CD a	17.3 ± 5.81 BCD a	5.3 ± 3.52 B a	F <sub>3,8</sub> =2.32 P=0.152
<b>Linalyl acetate</b>	16 ± 4.16 CD ab	5.5 ± 1.41 CDE bc	21.8 ± 3.89 BC a	2.7 ± 2.66 B c	F <sub>3,8</sub> =7.56 P< 0.01
<b>Diallyl disülfid</b>	100 ± 0 A a	92 ± 4 B b	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =4.00 P= 0.05
<b>Allyl isothiocyanate</b>	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	---**
<b>Gamma terpinene</b>	8.7 ± 1.33 DE bc	17.3 ± 4.8 C a	12 ± 2.3 CDE a	2.7 ± 2.66 B b	F <sub>3,8</sub> =4.96 P< 0.031
<b>Limonene</b>	9.3 ± 3.52 DE a	17.3 ± 4.8 CD a	9.3 ± 1.33 DEF a	8 ± 4 B a	F <sub>3,8</sub> =1.02 P=0.433
<b>Kontrol</b>	2.7 ± 0.66 E a	1.4 ± 1.38 E a	0 ± 0 G a	2.7 ± 1.33 B a	F <sub>3,8</sub> =2.17 P= 0.16
<b>F ve P değerleri</b>	F <sub>12,26</sub> =133.03 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =51.87 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =129.31 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =68.51 P< 0.0001	

\*: Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5' lik Duncan testine göre istatistik olarak birbirinden farklıdır. \*\*: Allyl isothiocyanate'in tüm uygulamalarında böceklerin % 100 ölümüne neden olduğu için hesaplanamamıştır.

Çizelge 4.6 yatay olarak incelendiğinde  $\alpha$ -terpine, Allyl isothiocyanate ve Limonene bileşiklerin *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmazken, diğer bileşiklerin biyolojik dönemleri ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Yüksek fumigant etkiye sahip olan Cuminaldehyde' in yumurta dönemine ait ölüm oranı diğer biyolojik dönemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.0001$ ). Diallyl disülfid bileşiği yumurta, pupa ve ergin dönemlerine, larva dönemine göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olurken ( $P < 0.0001$ ), Allyl isothiocyanate bileşiği ise tüm biyolojik dönemlerin % 100 ölümüne neden olduğu için aynı fumigant etki göstermiştir.

Yumurta dönemi dışında Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri *T. confusum*' un tüm dönemlerinde, diğer test edilen bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek meydana getirmiştir (Çizelge 4.6). Allyl isothiocyanate *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerinin % 100 ölümüne neden olarak yüksek fumigant etki göstermiştir. Bunun yanında Diallyl disülfid ise yumurta, pupa ve ergin dönemlerine % 100 ölüme neden olmasına rağmen, larva dönemine karşı Allyl isothiocyanate bileşiğine göre istatistiki olarak daha düşük ölüm oranına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ).

25 °C'de yürütülen ön biyolojik testler sonucunda yumurta dönemine karşı Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri; larva, pupa ve ergin dönemlerine karşı ise Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki gösterdiklerinden dolayı toksisite denemelerine tabi tutulmaları uygun olacağı belirlenmiştir. Test edilen diğer bileşikler, *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerine en fazla % 27.3 ölüme neden olarak çok düşük fumigant etki göstermişlerdir.

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin depolanmış ürün zarlılarına ve diğer zararlılara karşı fumigant etkisi diğer araştırmacılar tarafından da test edilmiştir. Gözek (2007)'de Diallyl disülfid bileşiği *T. confusum* 'un tüm dönemlerine 25 µl/l dozunda, 24 saat uygulama süresinde % 100 ölüme neden olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Ho ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada sarımsak uçucu yağının *T. castaneum* yumurtalarına % 100 ölümüne neden olurken, Tunaz ve ark. (2009) Allyl isothiocyanate için hamam böceği, *Blatella germanica* (L) ile yapılan çalışmada 24 saat süreyle yapılan, 5 µl/l dozunda % 100 ölüm elde edilmişlerdir. Lee ve ark. (2003) 20 monoterpene bileşiğinin 50 µg/ml, dozunu 14 saat süre ile *O. surinamensis*, *T. castaneum*, *Musca domestica*, *Blatella germanica*, *S. oryzae*'den oluşan 5 böcek türüne karşı test edilmişlerdir. Bu bileşiklerden cineole, l-fenchone ve pulegone *T. castaneum* erginlerinin % 100 ölümüne neden olurken, Linalool ve Limonene bileşikleri sırasıyla % 10 ve % 60 ölüme neden olmuştur. Ayrıca Pulegone'un 24 °C LD<sub>50</sub> değeri 195 µg/ml den, 37 °C'de 24 µg/ml'e ve 40 °C de ise 0.1 µg/ml'in altına düştüğü belirlenmiştir.

Wu ve ark. (2009) Allyl isothiocyanate'ı 5 farklı konsantrasyonda (0.5-4 µg/ml) 72 saat süreyle *S. zmais*, *R. dominica*, *T. castaneum* erginlerine karşı fumigant toksisitesini test etmişlerdir. *S. zmais*, *R. dominica* ve *T. castaneum* % 100 ölümleri sırasıyla Allyl isothiocyanate'in 2, 1.5 ve 3 µg/l dozlarında elde edilmiştir. Stamopoulos ve ark. (2007), 25 °C sıcaklıkta, 48 saat süreyle *T. confusum* yumurtalarına karşı 5 monoterpene bileşiğinin (terpinen-4-ol > Linalool > Limonene > 1,8-cineole > Geraniol) fumigant toksisitesini test etmişlerdir. Test edilen bileşikler içerisinde Linalool'ün, Limonene'e göre *T. confusum* yumurtalarına karşı daha toksik olduğunu belirlemişlerdir. Linalool ve Limonene *T. confusum* yumurtalarının % 50' sini öldürmek için (sırasıyla 183 ve 278 µl/l) çok yüksek konsantrasyona ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim mevcut çalışmada Limonene ve Linalool'ün 100 µl/l'lik dozları, *T. confusum* yumurtalarında düşük oranda ölümlere neden olmuştur.

#### **4.1.2.1. 25 °C'de *Tribolium confusum*' un yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi**

25 °C' de Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.7' de verilmektedir. Allyl isothiocyanate'ın tüm uygulama dozlarında *T. confusum* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) hesaplanamamıştır. Bu sonuç Allyl isothiocyanate'in çok düşük uygulama dozlarında bile (0.125 ve 0.10 µl/l) yumurtaların % 100 ölümüne neden olmasından dolayı, yumurtalara çok yüksek toksik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Cuminaldehide ve Diallyl disülfid bileşiklerinin toksisite değerlerine

bakıldığında, Diallyl disülfid' in Cuminaldehyde' e göre daha toksik olduğu görülmüştür. Nitekim LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine ait güvenlik aralıklarının birbirleri ile çakışmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Genel olarak yumurta dönemine karşı büyükten küçüğe toksisite sıralaması, Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehyde şeklinde gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.7.** 25 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Cuminaldehyde	1350	2.78 ± 0.16	0.72 (0.64-0.80)	2.08 (1.82-2.44)	30.70	1.22
Allyl isothiocyanate <sup>e</sup>	750	---	---	---	---	---
Diallyl disulfid	900	4.04 ± 0.33	0.35 (0.31-0.40)	0.74 (0.65-0.89)	21.62	1.35

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır.

Gözek (2007) yapmış olduğu çalışmada Diallyl disülfid'in, *T. confusum*'un yumurtalarının % 50 ve 90' ının ölümüne neden olmak için sırasıyla 0.61 ve 1.39 µl/l konsantrasyona ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Bu toksisite değerleri, mevcut çalışmadaki toksisite değerlerine (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu toksisite değerlerindeki farklılıklar kullanılan kültürlerdeki bireylerin ve test edilen yumurtaların yaşındaki farklılığından kaynaklanabileceği söylenebilir.

Karcı (2006) 25 °C sıcaklıkta yapmış olduğu çalışmada *T. confusum* 'un yumurtalarına en yüksek fumigant toksisiteye sahip uçucu yağların sırasıyla sarımsak, huş ağacı, tarçın, kekik, beyaz kekik, soğan, anason, rezene, yeşil nane, kişniş otu (LT<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 0.9, 1.1, 2.6, 5.4, 9.5, 12.6, 16, 25.4, 32.8, 68.3 saat) olduğunu tespit etmiştir. Sarımsak uçucu yağında Diallyl disülfid bileşiğinin (Edris ve Fadel 2002), Hashemi ve ark. (2009) hidrodistilasyon yöntemi ile kimyon (*Cuminum cyminum* L.) bitkisi tohumlarını analiz etmişler ve % 38.49 oranında *p*-Menta-1,3-dien-7-al, % 32.91 oranında Cuminaldehyde olduğunu belirlemişlerdir. Bu bağlamda Diallyl disülfid bileşiğini içeren sarımsak ve Cuminaldehyde bileşiğini içeren kimyon uçucu yağları için Gözek (2007) tarafından bildirilen yüksek fumigant toksisite mevcut çalışmadaki sonuçlarla paralel göstermektedir.

Santos ve ark. (2011) Brezilya’da Agua Boa ve Bom Despacho bölgelerinden toplanan *T. castaneum*’un 2 farklı popülasyonuna Allyl isothiocyanate 2.25 – 5.62 µl/l uygulama dozunda 26 °C’de, 1-6 günlük yumurtalara fumigant etkisini saptamışlardır. Agua Boa ve Bom Despacho popülasyonu için LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 3.88 ve 3.67 µl/l olarak belirlemişlerdir. Tez çalışması kapsamında yapılan denemelerde 0.10 µl/l dozunda bile % 100 ölüm elde edildiğinden LC<sub>50</sub> değeri hesaplanamamış, oluşan farklılığın yumurta yaşından ve böcek türünün farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.1.2.2. 25 °C’de *Tribolium confusum*’ un larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

25 °C’de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.8’ de verilmektedir. Allyl isothiocyanate’ ın *T. confusum* larvalarının % 50 ve 90’ ını öldürmesi için 3.79 ve 5.99 µl /l konsantrasyona ihtiyaç duyarken, Diallyl disülfid ise 24.64 ve 98.06 µl /l konsantrasyona ihtiyaç duymaktadır. Buna bağlı olarak Allyl isothiocyanate *T. confusum* larvalarına karşı daha toksik olduğu bulunmuştur. Allyl isothiocyanate’ ın LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst limitleri, Diallyl disülfid’in alt ve üst limitleri ile çakışmadığı için Allyl isothiocyanate *T. confusum* larvalarına karşı toksik etki bakımından Diallyl disülfid bileşiğinden istatistik olarak farklı olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.8.** 25 °C’de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	372	6.45 ± 0.83	3.79 (3.37-4.17)	5.99 (5.34-7.16)	14.63	1.12
Diallyl disülfid	675	2.13 ± 0.27	24.64 (17.70- 30.95)	98.06 (79.84-130.28)	22.92	0.92

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Chiam ve ark. (1999) sarımsak uçucu yağının ana bileşenlerinden Allyl disülfid’ in *T. castaneum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> değerini 10.03 mg/l olarak tespit etmişlerdir. Allyl disülfid için Chiam ve ark. (1999) tarafından bildirilen *T. castaneum* larvasına karşı toksisite değerinin,



bu çalışmada *T. confusum* larvası için elde edilen toksisite değerinden yaklaşık 2 kat daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum uygulama yapılan türün ve test edilen bileşiğin saflığındaki farklılıktan kaynaklanabileceği ile açıklanabilir.

Santos ve ark. (2011) Brezilya’da Agua Boa ve Bom Despacho bölgelerinden toplanan *T. castaneum*’un 2 farklı popülasyonuna Allyl isothiocyanate 2.25 - 5.62 µl/l uygulama dozunda 26 °C’ de, 12 günlük ve 18 günlük larvalara fumigant etkisini belirlemişlerdir. 12 ve 18 günlük larvalarının LC<sub>50</sub> değerleri, Agua Boa popülasyonu için sırasıyla 4.54- 4.16 µl/l, Bom Despacho popülasyonu için sırasıyla 4.63- 4.13 µl/l olarak belirlemişlerdir. Tez kapsamında yapılan denemelerde 28- 35 günlük olgun larvalar kullanılmış olup LC<sub>50</sub> değeri 3.79 µl/l olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar tez kapsamında elde edilen sonuçlarla paralellik göstermekle birlikte Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* larvalarına, *T. castaneum* larvalarına oranla daha toksik olduğu görülmektedir.

#### 4.1.2.3. 25 °C'de *Tribolium confusum*' un pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.9’ da verilmektedir. Yapılan probit analizi sonucunda Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 0.92 ve 2.69 µl/l olarak belirlenirken, Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 14.56 ve 42.26 µl/l olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.9.** 25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	525	2.76 ± 0.25	0.92 (0.70- 1.14)	2.69 (2.19- 3.53)	30.95	1.62
Diallyl disülfid	525	2.76 ± 0.26	14.56 (11.72 – 17.49)	42.26 (34.29-55.72)	21.34	1.12

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Çizelge 4.9' da görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Allyl isothiocyanate daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine sahip olduğu için, Diallyl disülfid'e göre *T. confusum* pupalarına daha toksik olduğu belirlenmiştir.

Santos ve ark. (2011) Brezilya'da Agua Boa ve Bom Despacho bölgelerinden toplanan *T. castaneum*' un 2 farklı popülasyonuna Allyl isothiocyanate 2.25 – 5.62 µl/l uygulama dozunda 26 °C'de, 1-6 günlük pupalarına fumigant etkisini saptamışlardır. Agua Boa ve Bom Despacho popülasyonu için LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 4.30 µl/l ve 4.44 µl/l olarak belirlemişlerdir. Tez çalışması kapsamında yapılan denemelerde LC<sub>50</sub> değeri 0.92 µl/l olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar tez kapsamında elde edilen sonuç ile kıyaslandığında, Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* pupalarına, *T. castaneum* pupalarına oranla çok daha toksik olduğu görülmektedir. Ayrıca, her iki çalışmada da Allyl isothiocyanate'ın pupalarda deformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.2.4. 25 °C'de *Tribolium confusum*' un ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

*Tribolium confusum* erginlerinin % 50 ve % 90'ını öldürmek için Allyl isothiocyanate bileşiği sırasıyla 2.2 ve 3.50 µl/l doza ihtiyaç duyarken, Diallyl disülfid bileşiği sırasıyla 14.9 ve 47.57 µl/l doza ihtiyaç duymuştur (Çizelge 4.10).

**Çizelge 4.10.** 25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	600	6.38 ± 0.44	2.20 (2.03 - 2.37)	3.50 (3.19 - 3.93)	36.99	1.68
Diallyl disülfid	525	2.54 ± 0.17	14.90 (11.66 - 19.04)	47.57 (34.81 - 74.66)	49.65	2.61

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid uygulamasının LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine ait güvenlik aralıkları birbiri ile çakışmadığı için toksisite değerleri farklı bulunmuştur. Toksisite değerleri incelendiğinde Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* erginlerine, Diallyl disülfid'e göre daha toksik olduğu görülmüştür.

Chiam ve ark. (1999), Allyl disülfid'in *T. castaneum* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerlerini 3.80 mg/l olarak tespit etmişlerdir. Allyl disülfid için Chiam ve ark. (1999) tarafından bildirilen *T. castaneum* erginlerine karşı toksisite değerleri mevcut bu çalışmada *T. confusum* erginleri için elde edilen toksisite değerlerinden 3.9 kat daha düşük bulunmuştur. Bu durum uygulama yapılan türün ve test edilen bileşiklerin saflık derecelerindeki farklılıktan kaynaklanabileceği ile açıklanabilir.

Gözek (2007) Allyl disülfid bileşiğini *T. confusum* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerlerini 9.85 µl/l olarak tespit etmiştir. Yapmış olduğu çalışmada Gözek (2007) tarafından bildirilen *T. confusum* erginlerine karşı belirlenen toksisite değeri mevcut bu çalışmadaki LC<sub>50</sub> değeri ile çok az düşük olmasına rağmen bir paralellik göstermektedir. Wu ve ark. (2009) Allyl isothiocyanate bileşiğinin 72 saat maruz bırakma süresi sonunda, *S. zeamais*, *R. dominica*, *Tribolium ferrugineum* F. erginlerine karşı toksisite değerlerini belirlemişler ve LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 0.74, 0.41 ve 1.61 olarak tespit etmişlerdir. Allyl isothiocyanate için Wu ve ark. (2009) tarafından bildirilen *S. zeamais*, *R. dominica*, *T. ferrugineum* erginlerine karşı toksisite değerleri bu mevcut çalışmada *T. confusum* için elde edilen toksisite değerinden (LC<sub>50</sub>) daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu durum uygulama yapılan böcek türü ve maruz bırakma süresinin farklı olması ile açıklanabilir.

Santos ve ark. (2011) Brezilya'da Agua Boa ve Bom Despacho bölgelerinden toplanan *T. castaneum*'un 2 farklı popülasyonuna Allyl isothiocyanate bileşiğinin 2.25 - 5.62 µl/l uygulama dozunda, 26 °C'de, erginlere fumigant etkisini saptamışlardır. Agua Boa ve Bom Despacho popülasyonu için LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 3.67 µl/l ve 4.14 µl/l olarak belirlemişlerdir. Tez çalışması kapsamında yapılan denemelerde LC<sub>50</sub> değeri 2.20 µl/l olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar tez kapsamında elde edilen sonuç ile kıyaslandığında, Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* erginlerine, *T. castaneum* erginlerine oranla çok daha toksik etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca her iki çalışmada da Allyl isothiocyanate'in erginlerde abdominal deformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.3. 30 °C’ de Kıırma biti, *Tribolium confusum*’ un tüm dönemleri üzerinde yürütölen ön biyolojik testlerin bulguları

30 °C’de değişik monoterpenoid bileşiklerin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *T. confusum*’ un tüm dönemlerine ait ölüm oranları Çizelge 4.11’ de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda hem test edilen bileşikler hem de böcek dönemleri *T.confusum*’ un ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmuştur (bileşikler için  $F_{12,140}= 112.84$ ;  $P < 0.0001$ ; böcek dönemi için  $F_{3,140}= 26.38$ ;  $P < 0.0001$ ).

Çizelge 4.11. 30 °C’ de değişik monoterpenoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *Tribolium confusum*’ un tüm dönemlerine ait % ölüm oranları

Monoterpenoid bileşikleri	Ölüm oranları (%) ± SH				F ve P değerleri
	Yumurta	Larva	Pupa	Ergin	
<b>α-pinene</b>	9.3 ± 0.66 BC ab	25.3 ± 4.80 B a	24 ± 2.3 BC a	4 ± 4 B b	$F_{3,8}=6.47$ $P < 0.016$
<b>p- cymene</b>	16 ± 4.61 B a	22.7 ± 3.52 B a	22.7 ± 2.66 C a	1.3 ± 1.33 B b	$F_{3,8}=14.22$ $P < 0.001$
<b>Cuminaldehyde</b>	100 ± 0 A a	21.3 ± 2.66 B b	28 ± 6.11 BC b	2.7 ± 1.33 B c	$F_{3,8}=86.53$ $P < 0.0001$
<b>Linalool</b>	15.3 ± 0.66 B a	17.3 ± 1.33 B a	24 ± 4.61 BC a	2.7 ± 2.66 B b	$F_{3,8}=10.47$ $P < 0.004$
<b>β-pinene</b>	6.7 ± 3.52 CD cd	20 ± 2.30 B ab	34.7 ± 3.52 B a	5.3 ± 5.33 B c	$F_{3,8}=6.24$ $P < 0.017$
<b>Eugenol</b>	17.3 ± 2.9 B a	24 ± 4 B a	21.3 ± 1.33 C a	0 ± 0 B b	$F_{3,8}=54.48$ $P < 0.0001$
<b>α-terpinene</b>	14.7 ± 2.9 B ab	20 ± 4 B a	25.3 ± 3.52 BC a	5.3 ± 1.33 B b	$F_{3,8}=6.58$ $P < 0.015$
<b>Linaly acetate</b>	10 ± 3.05 BC ab	17.3 ± 1.33 B b	22.7 ± 3.52 C b	0 ± 0 B b	$F_{3,8}=4.90$ $P < 0.032$
<b>Diallyl disülfid</b>	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	---
<b>Allyl isothiocyanate</b>	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	---
<b>Gamma terpinene</b>	8.7 ± 1.7 BC b	25.3 ± 2.66 B a	25.3 ± 3.52 BC a	6.7 ± 4.8 B b	$F_{3,8}=6.05$ $P < 0.019$
<b>Limonene</b>	11.3 ± 0.66 BC b	24 ± 2.3 B a	25.3 ± 4.80 BC a	2.7 ± 1.33 B c	$F_{3,8}=15.34$ $P < 0.001$
<b>Kontrol</b>	2 ± 1.15 D b	6.7 ± 1.33 C a	6.7 ± 1.33 D a	0 ± 0 B b	$F_{3,8}=12.07$ $P < 0.002$
<b>F ve P değerleri</b>	$F_{12,26}=146.42$ $P < 0.0001$	$F_{12,26}=89.54$ $P < 0.0001$	$F_{12,26}=108.87$ $P < 0.0001$	$F_{12,26}=49.41$ $P < 0.0001$	

\*: Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5’ lik Duncan testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

\*\* :Allyl isothiocyanate’in tüm uygulamalarında böceklerin % 100 ölümüne neden olduğu için hesaplanamamıştır.

Çizelge 4.11 dikey olarak incelendiğinde Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yumurtaların % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Diğer tüm bileşikler ise yumurtaların en fazla % 17' sinin ölümüne neden olarak çok düşük fumigant etkiye sahip olmuştur. Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri *T. confusum*' un larva, pupa ve ergin dönemlerinin % 100 ölümüne neden olarak diğer tüm bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri dışında test edilen monoterpeneoid bileşikler *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerinin % 2.7 - 34.7 değişen ölüme neden olarak çok düşük fumigant toksisiteye sahip oldukları tespit edilmiştir. 30 °C için elde edilen bu sonuçlar yumurta dönemi için; Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid ve diğer dönemler için (larva, pupa, ergin) Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin yüksek fumigant etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.11 yatay olarak incelendiğinde Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid haricindeki bileşiklerin *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri *T. confusum*' un tüm dönemlerinin % 100 ölümüne neden olduğu için istatistiki olarak aynı olduğu saptanmıştır. Yüksek fumigant etkiye sahip olan Cuminaldehide' in yumurta dönemine ait ölüm oranı diğer biyolojik dönemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.0001$ ). Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri dışındaki diğer monoterpeneoid bileşiklerin *T. confusum*' un gelişme dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki farklılıklar olmasına rağmen bu bileşikler çok düşük fumigant toksisiteye sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

30 °C' de yürütülen ön biyolojik testler sonucunda yumurta dönemine karşı Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehide bileşikleri; larva, pupa ve ergin dönemlerine karşı ise Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki gösterdiklerinden dolayı toksisite denemelerine tabi tutulmaları uygun olacağı belirlenmiştir. Test edilen diğer bileşikler, *T. confusum*' un tüm biyolojik dönemlerine en fazla % 34.7 ölüme neden olarak çok düşük fumigant etkiye sahip olmuşlardır.

#### 4.1.3.1. 30 °C’de *Tribolium confusum*’un yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C’ sıcaklıkta Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.12’ de verilmektedir. Allyl isothiocyanate’in tüm uygulama dozlarında *T. confusum* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) hesaplanamamıştır. Bu sonuç Allyl isothiocyanate’in çok düşük uygulama dozlarında bile (0.25, 0.10 µl/l) yumurtaların % 100 ölümüne neden olmasından dolayı, yumurtalara çok yüksek toksik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Cuminaldehide ve Diallyl disülfid bileşiklerinin toksisite değerlerine baktığımızda, Diallyl disülfid’in Cuminaldehide’e göre daha toksik olduğu görülmüştür. Nitekim LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine ait güvenlik aralıklarının birbirleri ile çakışmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Genel olarak yumurta dönemine karşı büyükten küçüğe toksisite sıralaması, Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehide şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.12.** 30 °C’ de Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Cuminaldehide	1050	2.67 ± 0.17	0.58 (0.5 - 0.67)	1.76 (1.50 - 2.16)	28.85	1.51
Allyl isothiocyanate <sup>e</sup>	750	---	---	---	---	---
Diallyl disülfid	900	5.39 ± 0.52	0.31 (0.29 - 0.34)	0.54 (0.49 - 0.62)	4.37	0.34

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır.

#### 4.1.3.2. 30 °C’ de *Tribolium confusum*’un larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C’ de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T. confusum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.13’ de verilmektedir. Allyl isothiocyanate’ in *T. confusum* larvalarının % 50 ve % 90’ nını öldürmesi için 2.96 ve 4.35 µl/l konsantrasyona ihtiyaç duyarken, Diallyl disülfid ise 19.27 ve 108.17 µl/l konsantrasyona ihtiyaç duymaktadır.

Buna bağılı olarak Allyl isothiocyante *T. confusum* larvalarına karşı daha toksik olduğu bulunmuştur. Allyl isothiocyante'nun LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst limitleri, Diallyl disülfid'in alt ve üst limitleri ile çakışmadığı için Allyl isothiocyante *T. confusum* larvalarına karşı toksik etki bakımından Diallyl disülfid bileşiginden istatiski olarak farklı olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13.** 30 °C'de Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyante	359	7.70 ± 1.35	2.96 (2.59 - 3.24)	4.35 (3.96 - 5.06)	12.42	0.96
Diallyl disülfid	594	1.71 ± 0.18	19.27 (12.87 - 25.71)	108.17 (77.14 - 182.43)	34.29	1.55

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

#### 4.1.3.3. 30 °C' de *Tribolium confusum*' un pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C'de Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.14' de verilmektedir. Yapılan probit analizi sonucunda Allyl isothiocyante bileşiginin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 0.98 ve 2.84 µl/l olarak belirlenirken, Diallyl disülfid bileşiginin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 10.37 ve 31.47 µl/l olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.14.** 30 °C' de Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyante	519	2.79 ± 0.33	0.98 (0.52 - 1.33)	2.84 ( 2.09 - 5.44)	73.36	3.86
Diallyl disulfid	520	2.60 ± 0.28	10.37 ( 8.2 - 12.43)	31.47 (26.48 - 39.14)	16.92	0.89

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Çizelge 4.14’ de görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Allyl isothiocyanate daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine sahip olduğu için, Diallyl disülfid’e göre *T. confusum* pupalarına daha toksik olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.3.4. 30 °C’de *Tribolium confusum*’un ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C’de *T. confusum* erginlerinin % 50 ve % 90’ını öldürmek için Allyl isothiocyanate bileşiği sırasıyla 2.13 ve 3.15 µl/l doza ihtiyaç duyarken, Diallyl disülfid bileşiği sırasıyla 15.18 ve 30.89 µl/l doza ihtiyaç duymuştur (Çizelge 4.15). Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid uygulamasının LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine ait güvenlik aralıkları birbiri ile çakışmadığı için toksisite değerleri farklı bulunmuştur. Toksisite değerleri incelendiğinde Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* erginlerine, Diallyl disülfid’e göre daha toksik olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.15.** 30 °C’de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Tribolium confusum* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H
Allyl isothiocyanate	599	7.58 ± 0.56	2.13 (1.91 - 2.36)	3.15 (2.78 - 3.85)	89.58	4.07
Diallyl disülfid	598	4.15 ± 0.46	15,18 (13.08 - 17.11)	30.89 (26.44 - 39.24)	29.64	1.34

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

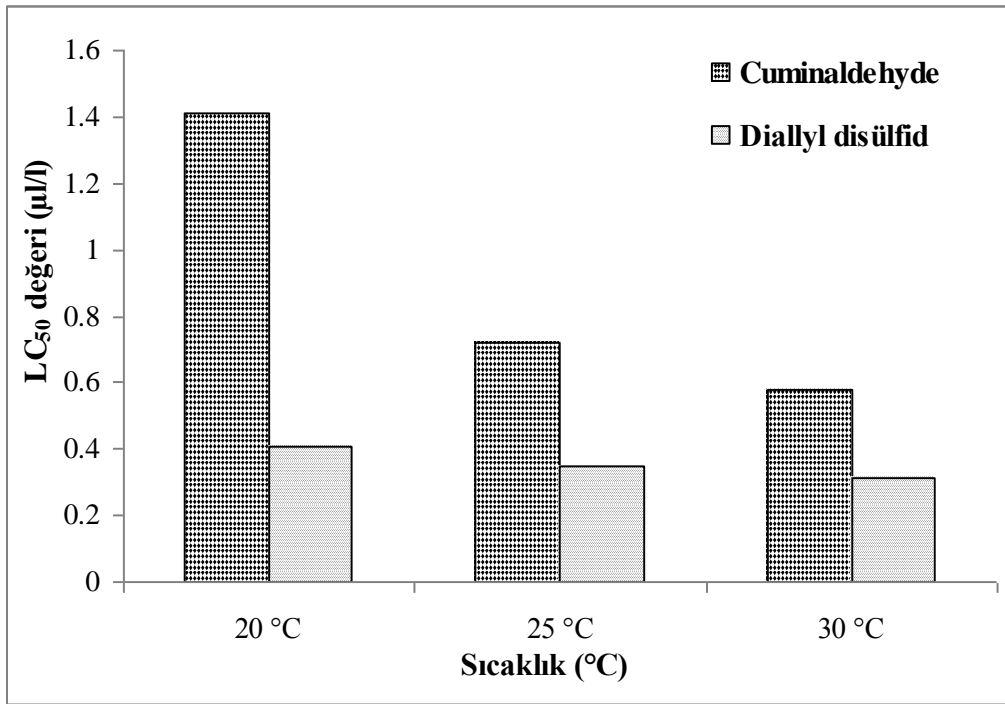
#### 4.1.4. Kırma Biti, *Tribolium confusum*’un farklı sıcaklıklardaki LC<sub>50</sub> değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

Sıcaklığın uçucu yağların buharlaşması ve toksitesi üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Test edilen monoterpenoid bileşiklerin *T. confusum*’ a 3 farklı sıcaklıktaki (20, 25, 30 °C) ön biyolojik testlerde yüksek fumigant etki gösteren monoterpenoid bileşiklerin *T. confusum*’ un tüm biyolojik dönemlerine karşı LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırmaları yapılmıştır.



#### 4.1.4.1. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *T. confusum* yumurtalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.1' de verilmektedir.



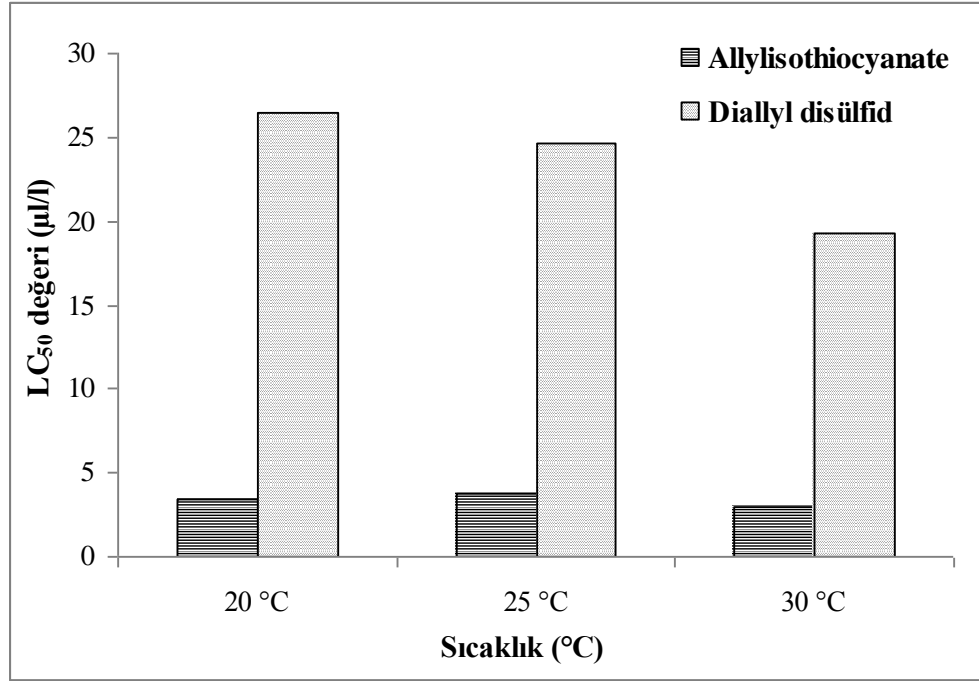
Şekil 4.1. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Allyl isothiocyanate bileşiğinin her 3 sıcaklık derecesinde de çok yüksek fumigant toksiteye sahip olmasından dolayı LC<sub>50</sub> değeri hesaplanamamıştır. Genel olarak sıcaklık arttıkça test edilen monoterpenoid bileşiklerin *T. confusum* yumurtalarına karşı toksisitelerinde artış görülmüştür. En düşük sıcaklık olan 20 °C' de *T. confusum* yumurtalarına karşı hem Cuminaldehide, hem de Diallyl disülfid'in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıktaki (25 ve 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, en yüksek sıcaklık olan 30 °C' de bu iki bileşiğin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu durum, 30 °C de hem Cuminaldehide' in hem de Diallyl disülfid'in *T. confusum* yumurtalarına karşı diğer 2 sıcaklığa (20 ve 25 C) göre daha toksik olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde 25

°C de her iki bileşğin *T. confusum* yumurtalarına toksisitesi 20 °C'deki toksisite değerlerine göre daha yüksek olmuştur. LC<sub>50</sub> değerlerine göre her iki bileşğin yumurtalara karşı toksisite sıralaması 30 > 25 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak yüksek sıcaklık değerleri test edilen bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık 20 °C' den 25 °C' ye yükseldiğindeki Cuminaldehide bileşğinin LC<sub>50</sub> değerindeki azalma (0.69 µl/l) sıcaklığın 25 °C' den 30 °C' ye yükselmesindeki azalmaya (0.14 µl/l) göre daha yüksek olmuştur. Diallyl disülfid' de azalma (20 - 25 °C için 0.06 µl/l ve 25 - 30 °C için 0.04 µl/l) Cuminaldehide göre daha düşük olmasına rağmen benzer sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4.1.4.2. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *T. confusum* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.2' de verilmektedir.



Şekil 4.2. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

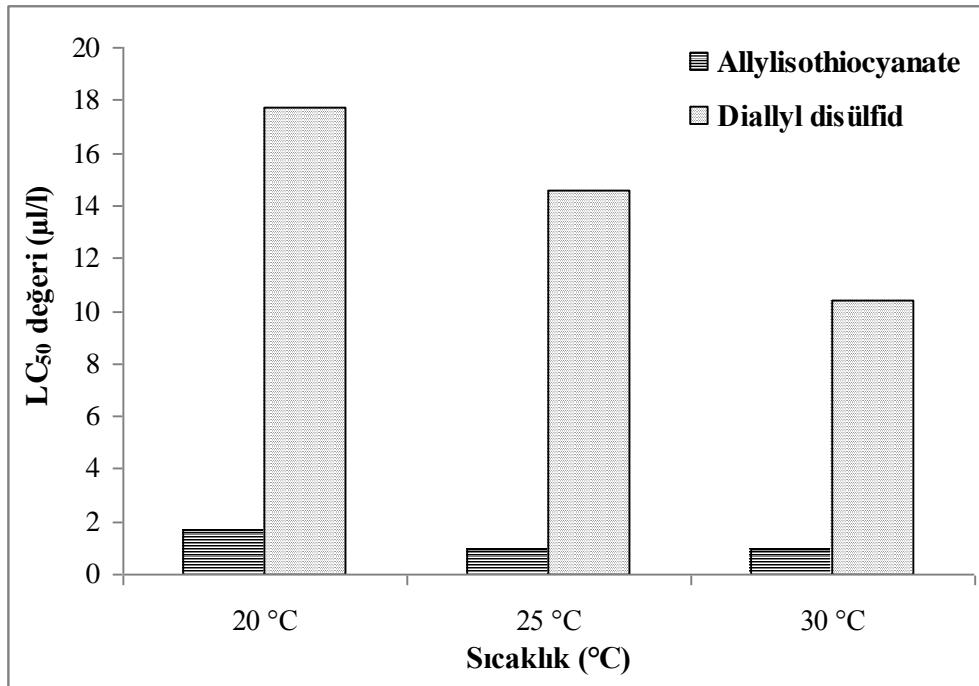
En düşük sıcaklık olan 20 °C’ de *T. confusum* larvalarına karşı Diallyl disülfid’ in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıktaki (25, 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, en yüksek sıcaklık olan 30 °C’ de bu bileşiğin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C’ deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Bunun yanında 20 °C’ de Allyl isothiocyanate’ ın LC<sub>50</sub> değeri 25 °C’ de ki LC<sub>50</sub> değerine göre daha düşük olurken, 20 ve 25 °C LC<sub>50</sub> değerleri, 30 °C’ ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum 30 °C’ de her iki bileşikte *T. confusum* larvalarına karşı 20 ve 25°C’ e göre daha toksik olduğunu göstermiştir. Ancak 25 °C’ de Diallyl disülfid bileşiği *T. confusum* larvalarına 20 °C’ ye göre daha toksik olurken, 25 °C’ de Allyl isothiocyanate bileşiği *T. confusum*’ un larvalarına 20 °C’ ye göre düşük toksite göstermiştir.

LC<sub>50</sub> değerlerine göre Allyl isothiocyanate bileşiğin larvalara karşı toksisite sıralaması 30 > 20 > 25 °C olarak tespit edilirken, Diallyl disülfid bileşiği için bu sıralama 30 > 25 > 20 °C olarak belirlenmiştir. Genel olarak sıcaklık değerlerinin, Allyl isothiocyanate’ in 20 - 25 °C arasındaki artış dışında, test edilen bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık 20 °C’ den 25 °C’ ye yükseldiğindeki Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerindeki azalma (1.86 µl/l), sıcaklığın 25 °C’ den 30 °C’ ye yükselmesindeki azalmaya (5.37 µl/l) göre daha düşük olmuştur. Allyl isothiocyanate bileşiğinde 20 °C’ den, 25 °C’ ye sıcaklık artışında LC<sub>50</sub> değerinde 0.37 µl/l artış olurken, 25 °C’ den, 30 °C’ ye sıcaklık artışında 0.83 µl/l azalma tespit edilmiştir. Genel olarak sıcaklık artışları Diallyl disülfid’ in *T. confusum*’ un larvalarına LC<sub>50</sub> değerlerinde, Allyl isothiocyanate’ e göre arasında daha yüksek düşüş görülmüştür.

Papachristos ve Stomopoulos (2002), farklı sıcaklıkların (4, 10, 18, 26, 32, 36 °C) lavanta, biberiye ve okaliptüs uçucu yağlarının iki farklı dozlarını, 48 saat süreyle, *A. obtectus*’ un 2. dönem larvalarına karşı fumigant toksisitelerini üzerine etkilerini test etmişlerdir. Çalışmanın sonunda orta derecedeki sıcaklıklarda (10 - 18 °C) *A. obtectus*’ un 2. dönem larvalarına karşı yağların fumigant toksisiteleri yüksek veya düşük sıcaklıklardakine (4, 26, 32, 36 °C) göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada elde edilen bulgulardan farklı olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada sıcaklığın artışı ile birlikte, uçucu yağların temel bileşiği olan monoterpenoid bileşiklerin toksisitelerinde bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın nedeninin, test edilen uçucu yağların içerisindeki bileşiklerin buharlaşma oranındaki, absorpsiyon düzeylerindeki, test edilen böcek türünün ve gaz formuna geçen uçucu yağların böcek tarafından alınma durumundaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

#### 4.1.4.3. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *T. confusum* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.3' de verilmektedir.



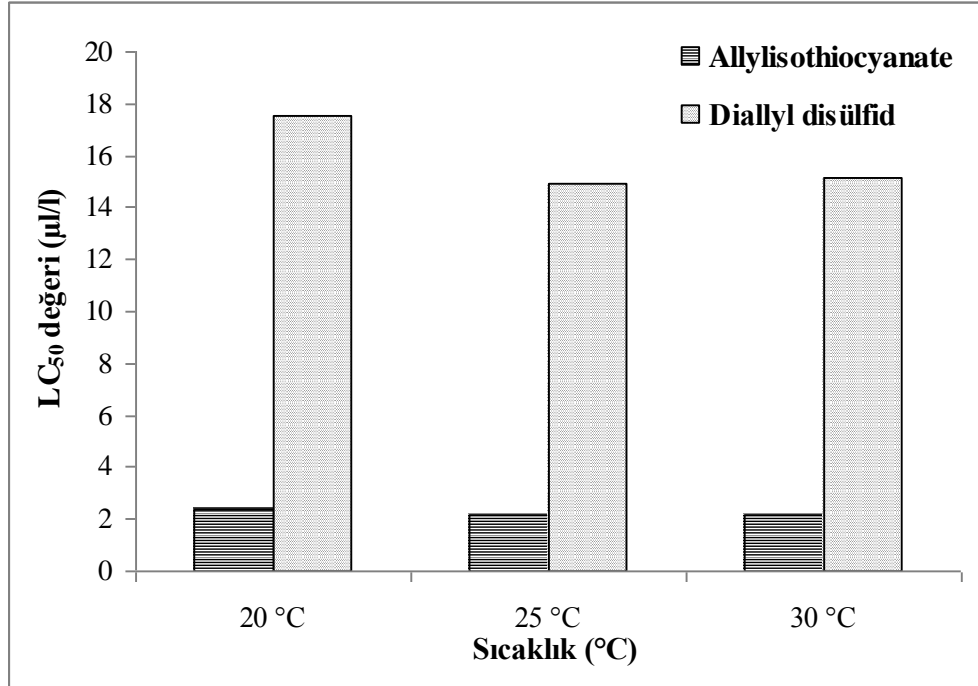
Şekil 4.3. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

20 °C de *T. confusum* pupalarına karşı Diallyl disülfid' in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıklardaki (25 ve 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, 30 °C' de bu bileşiğin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Bunun yanında 20 °C de Allyl isothiocyanate' in LC<sub>50</sub> değeri 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerine göre daha yüksek olurken, 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değeri, 30 °C' ye göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum 30 °C' de Diallyl disülfid bileşiğinde *T. confusum* pupalarına karşı 20 °C ve 25 °C' ye göre daha toksik olurken, 30 °C Allyl isothiocyanate bileşiğinde yalnızca 20 °C' ye göre daha toksik olduğu bulunmuştur. Bu durum Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* pupalarına karşı en yüksek fumigant toksitesini 25 °C' de olduğunu ortaya koymuştur.

LC<sub>50</sub> değerlerine göre Allyl isothiocyanate bileşiğın pupalarına karşı toksisite sıralaması 25 > 30 > 20 °C olarak tespit edilirken, Diallyl disülfid bileşiğı için bu sıralama 30 > 25 > 20 °C olarak belirlenmiştir. Genel olarak sıcaklık değerlerinin, Allyl isothiocyanate' in 25 - 30 °C arasındaki artış dışında, test edilen bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık 20 °C' den 25 °C' ye yükseldiğindeki Diallyl disülfid bileşiğının LC<sub>50</sub> değerindeki azalma (3.2 µl/l), sıcaklığın 25 °C' den 30 °C' ye yükselmesindeki azalmaya (4.19 µl/l) göre daha düşük olmuştur. Allyl isothiocyanate bileşiğinde 20 °C' den, 25 °C' ye sıcaklık artışında LC<sub>50</sub> değerinde 0.75 µl/l azalma olurken, 25 °C' den, 30 °C' ye sıcaklık artışında 0.06 µl/l yükselme tespit edilmiştir. Genel olarak sıcaklık artışları Diallyl disülfid'in *T. confusum*'un larvalarına LC<sub>50</sub> değerlerinde, Allyl isothiocyanate' e göre arasında daha yüksek düşüş görülmüştür.

#### 4.1.4.4. Üç Farklı sıcaklıkta *Tribolium confusum* erginlerine uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *T. confusum* erginlerine uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.4' de verilmektedir.



Şekil 4.4. Farklı sıcaklıklarda *Tribolium confusum* erginlerine uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Genel olarak sıcaklık artışı Allyl isothiocyanate bileşiğinde *T. confusum* erginlerine karşı toksisite değerlerinde çok az düşüğe neden olurken, Diallyl disülfid bileşiğinde sıcaklık artışıdaki LC<sub>50</sub> değerindeki düşüş yalnızca 20 °C ile 25 °C' deki sıcaklık artışında tespit edilmiştir. 20 °C' de *T. confusum* erginlerine karşı hem Allyl isothiocyanate, hem de Diallyl disülfid'in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıklardaki (25, 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, 30 °C' de yalnızca Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur.

LC<sub>50</sub> değerlerine göre Allyl isothiocyanate bileşiğinin erginlere karşı toksisite sıralaması 30 > 25 > 20 °C olurken, Diallyl disülfid için 25 > 30 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın, hem 20 °C' den 25 °C' ye, hem de 25 °C' den 30 °C' ye yükseldiğinde Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerindeki azalma sırasıyla 0.21 µl/l, 0.09 µl/l olarak belirlenmiştir. Diallyl disülfid bileşiği için 20 °C' den 25 °C' ye artışta LC<sub>50</sub> değerinde 2.53 µl/l azalma tespit edilirken, 25 °C' den, 30 °C' ye artışta LC<sub>50</sub> değerinde 0.19 µl/l artış olduğu görülmüştür. Sonuç olarak Allyl isothiocyanate bileşiğinde, *T. confusum* erginlerine karşı tüm sıcaklıklarda birbirine yakın toksisite değerleri saptandığı için, sıcaklıktaki artış Allyl isothiocyanate bileşiğinin *T. confusum* erginine karşı toksik etkisinde önemli bir azalmaya neden olmamıştır. Diallyl disülfid bileşiğinin *T. confusum* erginine karşı toksik etkisinde artış yalnızca 20 °C' den 25 °C' ye sıcaklık artışında tespit edilmiştir.

Lee ve ark. (2003), farklı sıcaklıklarda (24, 37 ve 40 °C) bazı monoterpenoid bileşiklerin, Pulegone, Perillaldehyde ve Fenchone, fumigant toksisitelerinin *T.confusum*' un erginlerine karşı fumigant toksisitelerini test etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda sıcaklığın 24 °C' den 37 °C' ye arttırıldığında monoterpenoid bileşik olan Pulegone' nin LC<sub>50</sub> değerinde 172 mg/ml' lik bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar mevcut çalışmada sıcaklığın artması *T. confusum* erginlerine karşı test edilen monoterpenoid bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli azalmalara neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar Lee ve ark. (2003), tarafından elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir. Yine benzer sonuçlar uçucu yağlar için Karakoç ve ark. (2006) tarafından bildirilmektedir. Karakoç ve ark. (2006), tek doz deneme çalışmalarında sıcaklığın 10 °C' den, 20 ve 30 °C' ye çıkartılmasına paralel olarak test edilen uçucu yağların (*Salvia officinalis*, *Menta spicata spicata*, *Micromeria fruticosa brachycalyx*, *Ocimum minimum*, *Cuminum cyninum*, *Anethum graviolens*) *S. oryzae*, *A. obtectus* ve *S. granarius* erginlerinin ölümlerinde önemli derecede artışlar sağladığını belirlemişlerdir.

Farklı uygulama sıcaklıklarında uçucu yağların ve bunların bileşiklerinin düşük sıcaklık derecelerinde, doğal özelliklerinden uzaklaşması ve parçalanmasının engellediği (Anonymous 2010), ayrıca Khangholil ve Reazaeninodehi (2008), yaptıkları çalışmada uçucu yağ eldesinde kullanılan bitki kısımlarının kurutma sıcaklık artışına bağlı olarak uçucu yağ içeriklerinde, özellikle monoterpenoid bileşiklerinde önemli ölçüde azalma olduğunu bildirmektedir. *Tribolium confusum*'un tüm biyolojik dönemlerinin, 12 adet monoterpenoid bileşiği ile 3 farklı sıcaklık derecesinde yürütülen çalışmalarda, bileşiklerin düşük sıcaklık derecelerinde buharlaşma ve yayılma yeteneklerinde azalma, yüksek sıcaklık derecelerinde çabuk buharlaşma ve sızma yeteneğinde meydana gelen artmaya bağlı olarak, sıcaklık artışıyla beraber böcekler üzerinde öldürücü etki yönünden artış olduğu ve daha düşük konsantrasyonlarda öldürücü etki yaptığı saptanmıştır.

#### **4.2. Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella* 'nın Sıcaklık Derecelerine ve Biyolojik Dönemlerine Göre Ön Biyolojik Testlerin Bulguları**

Ön biyolojik testlerde 12 adet monoterpenoid bileşiğin fumigant etkisinin etkinliğini test etmek amacıyla, 3 farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C), monoterpenoid bileşiklerin sabit doz olarak belirlenen 100 µl/l konsantrasyonu, 24 saat süreyle, *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerine (yumurta, larva, pupa, ergin), sabit doz olarak belirlenen 100 µl/l konsantrasyon uygulanmıştır. Uygulama yapılan tüm bireylerin, yöntem kısmında belirtildiği şekilde ölü-canlı sayımları yapılmıştır.

##### **4.2.1. 20 °C' de Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella*'nın tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları**

20 °C' de değişik monoterpenoid bileşiklerin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *E. kuehniella*'nın tüm dönemlerine ait ölüm oranları Çizelge 4.16' da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda hem test edilen bileşikler hem de böcek dönemleri *E. kuehniella*'nın ölüm oranları üzerine istatistik olarak önemli derecede etkiye sahip olmuştur (bileşikler için  $F_{12,140} = 16.63$ ;  $P < 0.0001$ ; böcek dönemi için  $F_{3,140} = 51.140$ ;  $P < 0.0001$ ).

**Çizelge 4.16.** 20 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *Ephestia kuehniella*'nın tüm dönemlerine ait % ölüm oranları

Monoterpenoid bileşikleri	Ölüm oranları (%) ± SH				F ve P değerleri
	Yumurta	Larva	Pupa	Ergin	
<b>α-pinene</b>	2 ± 1.15 CD c*	4 ± 0 DE bc	6.7 ± 1.33 CDE b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 437.85 P<0.0001
<b>p- cymene</b>	4 ± 1.15 BCD b	8 ± 2.3 CD b	4 ± 2.3 DE b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 183.32 P<0.0001
<b>Cuminaldehyde</b>	100 ± 0 A a	8 ± 2.3 CD b	7.9 ± 2.35 CDE b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =556.06 P<0.0001
<b>Linalool</b>	8.7 ± 3.71 B b	10.7 ± 3.52 BCD b	9.2 ± 2.59 CD b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =153.69 P<0.0001
<b>β-pinene</b>	4.7 ± 0.66 BC c	13.3 ± 1.33 BC b	8 ± 2.3 CDE bc	77.3 ± 2.66 B a	F <sub>3,8</sub> =179.43 P<0.0001
<b>Eugenol</b>	4.7 ± 0.66 BC a	5.3 ± 1.33 DE a	4 ± 0 DE a	2.7 ± 1.33 D a	F <sub>3,8</sub> =1.30 P=0.33
<b>α-terpinene</b>	2 ± 0 CD c	9.2 ± 2.76 CD b	6.7 ± 2.66 CDE bc	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =333.74 P<0.0001
<b>Linaly acetate</b>	2 ± 0 CD b	6.6 ± 1.28 CDE ab	9.3 ± 3.52 CD a	5.3 ± 1.33 C ab	F <sub>3,8</sub> =3.35 P=0.076
<b>Diallyl disülfid</b>	100 ± 0 A a	17.3 ± 2.66 B c	66.7 ± 3.52 B b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =445.44 P<0.0001
<b>Allyl isothiocyante</b>	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	---**
<b>Gamma terpinene</b>	7 ± 1.33 B a	10. 4 ± 1.36 BCD b	14.7 ± 1.33 C b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =909.89 P<0.0001
<b>Limonene</b>	2 ± 1.15 CD c	4 ± 0 DE bc	6.5 ± 1.23 CDE b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> =449.27 P<0.0001
<b>Kontrol</b>	1.3 ± 0.66 D a	2.7 ± 1.33 E a	2.6 ± 1.3 E a	0 ± 0 E a	F <sub>3,8</sub> =1.42 P=0.30
<b>F ve P değerleri</b>	F <sub>12,26</sub> =312.37 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =92.10 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =76.60 P< 0.0001	F <sub>12,26</sub> =820.72 P< 0.0001	

\*: Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5' lik Duncan testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır. \*\*: Allyl isothiocyante'in tüm uygulamalarında böceklerin % 100 ölümüne neden olduğu için hesaplanamamıştır.

Çizelge 4.16 dikey olarak incelendiğinde Cuminaldehyde, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşikleri yumurtaların % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına sahip olmuştur (P< 0.0001). Diğer tüm bileşikler ise % 2 - 8.7 ölüm oranıyla yumurta dönemine çok düşük fumigant etki göstermiştir. Larva dönemi için Allyl isothiocyante % 100 ölüm oranıyla, diğer tüm bileşiklere göre daha yüksek fumigant etkiye sahip olurken, diğer bileşikler % 4 - 17.3 ölüm oranıyla düşük fumigant etki göstermişlerdir. Pupa dönemi için Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşikleri sırasıyla % 100 ve 66.7 ölüm oranlarıyla diğer monoterpeneoid bileşiklere göre daha yüksek fumigant toksisite göstermişlerdir. Ayrıca Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid'e göre *E. kuehniella*'nın pupalarına istatistiki olarak daha yüksek ölümüne neden olmuştur.



Ergin dönemi için elde edilen sonuçların yumurta, larva ve pupa dönemlerine oranla daha farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.16).  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Cuminaldehyde, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri % 100 ölüm oranıyla, diğer 3 bileşiğe göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur ( $P<0.0001$ ). Bunun yanında  $\beta$ -pinene bileşiği % 77.3 ölüm oranıyla, diğer 2 bileşiğe göre (Eugenol ve Linalyl acetate) istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olmuştur ( $P<0.0001$ ). Sonuç olarak Eugenol ve Linalyl acetate bileşikleri (Eugenol için  $P=0.33$ ; Linalyl acetate için  $P=0.076$ ) dışındaki test edilen tüm bileşikler *E. kuehniella*'nın erginleri üzerine yüksek fumigant etkiye sahip olmuş ve diğer bileşiklerin biyolojik dönemleri ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.0001$ ).

Çizelge 4.16 yatay olarak incelendiğinde yüksek fumigant etkiye sahip olan Cuminaldehyde' in yumurta ve ergin dönemlerine ait ölüm oranı diğer biyolojik dönemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P< 0.0001$ ). Diallyl disülfid bileşiği ise yumurta, pupa ve ergin dönemleri, larva dönemine göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olurken ( $P< 0.0001$ ), Allyl isothiocyanate bileşiği ise tüm biyolojik dönemlerin % 100 ölümüne neden olduğu için tüm dönemlerde aynı fumigant etkiyi göstermiştir. Bunun dışında  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene ve Limonene monoterpeneoid bileşiklerinin ergin dönemlerine ait ölüm oranları diğer dönemlere (yumurta, larva ve pupa) göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.0001$ ). Genel olarak Allyl isothiocyanate *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerinin % 100 ölümüne neden olarak yüksek fumigant etkiye sahip olmuştur. Bunun yanında Diallyl disülfid ise yumurta ve ergin dönemlerine % 100 ölüme neden olmasına rağmen, larva ve pupa dönemine karşı Allyl isothiocyanate bileşiğine göre istatitiki olarak daha düşük ölüm oranına sahip olmuştur ( $P< 0.0001$ ).

20 °C'de yürütülen ön biyolojik testler sonucunda yumurta dönemine karşı Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri; larva için Allyl isothiocyanate; pupa için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid; ergin dönemi için ise  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Cuminaldehyde, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki gösterdiklerinden dolayı toksisite denemelerine tabi tutulmaları uygun olacağı belirlenmiştir.

#### 4.2.1.1. 20 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

20 °C sıcaklıkta Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella*'nın yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.17' de verilmektedir.

**Çizelge 4.17.** 20 °C' de Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Cuminaldehide	1050	5.09 ± 0.39	4.15 (3.81 – 4.46)	7.41 (6.79 – 8.30)	22.69	1.19
Allyl isothiocyanate <sup>e</sup>	450	---	---	---	---	---
Diallyl disulfid	750	4.63 ± 0.47	1.17 (1.02 – 1.32)	2.22 (1.91 – 2.73)	15.98	1.22

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstrasyon değerleri hesaplanamamıştır.

Allyl isothiocyanate'in tüm uygulama dozlarında *E. kuehniella* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) hesaplanamamıştır. Bu sonuç Allyl isothiocyanate'in çok düşük uygulama dozlarında bile (0.125 ve 0.25 µl/l) yumurtaların % 100 ölümüne neden olmasından dolayı, yumurtalara çok yüksek toksik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Cuminaldehide ve Diallyl disülfid bileşiklerinin toksisite değerlerine baktığımızda, Diallyl disülfid'in Cuminaldehide'e göre daha toksik olduğu görülmüştür. Nitekim LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine ait güvenlik aralıklarının birbirleri ile çakışmadığı görülmüştür. Genel olarak yumurta dönemine karşı büyükten küçüğe toksisite sıralaması, Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehide şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.2.1.2. 20 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

20 °C' de Allyl isothiocyanate bileşiğinin letal konsantrasyon değerleri 525 birey üzerinde (n) yürütülen deneme sonucunda belirlenmiş olup, eğim ve standart hata değeri 5.57 ± 0.53, ki kare değeri (χ<sup>2</sup>) 19.47 ve heterojenite değeri 1.21 olarak bulunmuştur. Bu bileşiğin *E. kuehniella* larvalarının % 50 ve 90 ölümüne neden olması için sırasıyla 5.22 ve 8.86 µl/l konsantrasyona ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre test edilen bileşiklerin içerisinde

sadece Allyl isothiocyanate' ın *E. kuehniella* larvalarına karşı yüksek fumigant toksisite gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4.2.1.3. 20 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

20 °C sıcaklıkta, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.18' da verilmektedir.

**Çizelge 4.18.** 20 °C sıcaklıkta Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	447	4.79 ± 0.61	6.02 (4.98 – 6.85)	11.15 (9.64 – 14.21)	24.75	1.54
Diallyl disulfid	448	2.35 ± 0.19	59.77 ( 50.90 – 70.84)	209.21 (157.94 – 316.64)	36.53	1.66

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Yapılan probit analizi sonucunda Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 6.02 ve 11.15 µl/l olarak belirlenirken, Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 59.77 ve 209.21 µl/l olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.18' da görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Allyl isothiocyanate daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine sahip olduğu için, Diallyl disülfid' e göre *E. kuehniella* pupalarına sırasıyla 10 ve 18 kat daha toksik olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.1.4. 20 °C sıcaklıkta *Ephestia kuehniella*'nın ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

20 °C' de ön biyolojik testler sonucunda *E. kuehniella* erginlerine Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, α- pinene, p- cymene, Linalool, α- terpinene, Limonene, β- pinene ve Gamma terpinene bileşikleri yüksek toksisite göstermişlerdir. (Çizelge 4.19).

**Çizelge 4.19.** 20 °C’ de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid,  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Linalool,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, Limonene, Gamma terpinene bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim $\pm$ SH	LC <sub>50</sub> ( $\mu$ l/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> ( $\mu$ l/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	$\chi^2$ <sup>c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	450	2.97 $\pm$ 0.42	0.06 (0.5 - 0.7)	0.17 (0.15 - 0.23)	16.37	1.02
Diallyl disülfid	300	5.99 $\pm$ 0.57	0.12 (0.11 - 0.13)	0.20 (0.18 - 0.23)	14.49	0.76
Cuminaldehyde	675	3.02 $\pm$ 0.2	6.69 (6.03 - 7.37)	17.79 (15.69 - 20.73)	23.41	0.94
Linalool	450	3.78 $\pm$ 0.27	7.65 (6.58 - 8.78)	16.68 (14.06 - 21.06)	30.07	1.87
$\alpha$ -terpinene	750	2.90 $\pm$ 0.17	12.89 (11.14 - 14.75)	35.62 (29.66 - 45.43)	60.62	2.16
<i>p</i> -cymene	300	2.42 $\pm$ 0.3	14.37 (10.10 - 18.20)	48.46 (36.59 - 78.71)	14.53	1.45
Limonene	525	2.66 $\pm$ 0.18	14.49 (12.37 - 17.09)	43.86 (34.48 - 60.95)	30.87	1.62
$\alpha$ -pinene	375	2.98 $\pm$ 0.26	17.49 (14.3 - 21.28)	47.08 (35.69 - 74.43)	29.38	2.26
Gamma terpinene	600	3.37 $\pm$ 0.26	18.86 (17.05 - 20.82)	45.19 (38.71 - 55.62)	24.87	1.13
$\beta$ -pinene	750	1.86 $\pm$ 0.13	39.27 (34.6 - 44.65)	191.72 (150.98 - 261.32)	26.88	1.00

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

*E. kuehniella* erginlerine karşı en yüksek fumigant toksisite sırasıyla 0.06 ve 0.17  $\mu$ l/l LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleriyle Allyl isothiocyanate bileşiğinde tespit edilmiştir. Bunu LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 0.12 ve 0.20  $\mu$ l/l ile Diallyl disülfid bileşiği takip etmiştir. En düşük toksisite ise LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 39.29 ve 191.72  $\mu$ l/l ile  $\beta$ -pinene bileşiğinde elde edilmiştir. Test edilen bileşiklerin *E. kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerine göre büyükten küçüğe fumigant toksisite sıralaması Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehyde > Linalool >  $\alpha$ -terpinene > *p*-cymene > Limonene >  $\alpha$ -pinene > Gamma terpinene >  $\beta$ -pinene olarak tespit edilmiştir

**4.2.2. 25 °C’de Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella*’nın tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları**

25 °C’ de değişik monoterpeneoid bileşiklerin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *E. kuehniella*’nın tüm dönemlerine ait ölüm oranları Çizelge 4.20’ de verilmektedir.

**Çizelge 4.20.** 25 °C’ de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *Ephestia kuehniella*’nın tüm dönemlerine ait % ölüm oranları

Monoterpenoid bileşikleri	Ölüm oranları (%) ± SH				F ve P değerleri
	Yumurta	Larva	Pupa	Ergin	
<b>α- pinene</b>	2 ± 1.15 CD c*	4 ± 0 BC bc	9.4 ± 3.5 CD b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 259.53 P < 0.0001
<b>p- cymene</b>	3.3 ± 1.33 CD b	6.7 ± 2.66 BC b	8.2 ± 2. 26 CD b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 223.38 P < 0.0001
<b>Cuminaldehyde</b>	100 ± 0 A a	10.7 ± 1.33 BC b	13.9 ± 3.46 CD b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 635.98 P < 0.0001
<b>Linalool</b>	14.7 ± 3.52 B b	14.7 ± 5.81 BC b	13.3 ± 5.85 CD b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 74.18 P < 0.0001
<b>β-pinene</b>	6.7 ± 1.33 BC c	16 ± 2.30 BC b	17.4 ± 3.34 C b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 397.31 P < 0.0001
<b>Eugenol</b>	4 ± 2.3 CD a	2.9 ± 2.89 BC a	6.8 ± 2.83 CD a	2.7 ± 1.33 C a	F <sub>3,8</sub> = 0.43 P = 0.73
<b>α- terpinene</b>	2.7 ± 0.66 CD c	7.7 ± 2.33 BC b	7.7 ± 2.05 CD b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 451.27 P < 0.0001
<b>Linalyl acetate</b>	2.7 ± 1.33 CD b	6.7 ± 1.33 BC ab	13.1 ± 5.81 CD a	13.3 ± 3.52 B a	F <sub>3,8</sub> = 5.14 P = 0.02
<b>Diallyl disülfid</b>	100 ± 0 A a	22.7 ± 1.33 B b	90.7 ± 6 B a	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 26.90 P < 0.0001
<b>Allyl isothiocyanate</b>	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	100 ± 0 A a	---**
<b>Gamma terpinene</b>	6 ± 2 C a	12 ± 0 BC b	18 ± 2.66 C b	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 346.92 P < 0.0001
<b>Limonene</b>	4 ± 1.15 C c	10.7 ± 2.66 BC b	9.3 ± 2.66 CD bc	100 ± 0 A a	F <sub>3,8</sub> = 322.18 P < 0.0001
<b>Kontrol</b>	1 ± 0.68 D a	4 ± 2.30 C a	2.7 ± 1.33 D a	0 ± 0 D a	F <sub>3,8</sub> = 1.63 P = 0.25
<b>F ve P değerleri</b>	F <sub>12,26</sub> =187.126 P < 0.0001	F <sub>12,26</sub> =29.27 P < 0.0001	F <sub>12,26</sub> =44.85 P < 0.0001	F <sub>12,26</sub> =697.79 P < 0.0001	

\*: Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5’ lik Duncan testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır. \*\*: Allyl isothiocyanate’in tüm uygulamalarında böceklerin % 100 ölümüne neden olduğu için hesaplanamamıştır.

Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda hem test edilen bileşikler hem de böcek dönemleri *E. kuehniella*’nın ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etkiye sahip olmuştur (bileşikler için F<sub>12,140</sub>= 17.29; P < 0.0001; böcek dönemi için F<sub>3,140</sub>= 52.72; P < 0.0001).

Çizelge 4.20 dikey olarak incelendiğinde Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yumurtaların % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Diğer tüm bileşikler ise yumurtaların en fazla % 14.7' sinin ölümüne neden olarak çok düşük fumigant etkiye sahip olmuştur. Larva dönemi için Allyl isothiocyanate bileşiği diğer tüm bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm göstermiştir ( $P < 0.0001$ ). Diğer tüm bileşikler ise larvaların en fazla % 22.7' sinin ölümüne neden olarak çok düşük fumigant etkiye sahip olmuştur. Pupa dönemi için ise Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri sırasıyla % 100 ve 90.7 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına neden olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Ergin dönemi için elde edilen sonuçların yumurta, larva ve pupa dönemlerine oranla daha farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20).  $\alpha$ -pinene,  $p$ - cymene, Cuminaldehyde, Linalool,  $\alpha$ - terpine, Gamma terpinene,  $\beta$ - pinene, Limonene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri % 100 ölüm oranıyla, diğer bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksektir ( $P < 0.0001$ ). Sonuç olarak Eugenol ve Linalyl acetate bileşikleri dışındaki test edilen tüm bileşikler *E. kuehniella*' nın erginleri üzerine yüksek fumigant etkiye sahip olmuşlardır.

Çizelge 4.20 yatay olarak incelendiğinde Eugenol dışında ( $P = 0.73$ ) diğer bileşiklerin *E. kuehniella*' nın tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Linalyl acetate için  $P = 0.02$ ; diğer bileşikler için  $P < 0.0001$ ). Yüksek fumigant etkiye sahip olan Cuminaldehyde' in yumurta ve ergin dönemlerine ait ölüm oranı diğer biyolojik dönemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.0001$ ). Diallyl disülfid bileşiği ise yumurta, pupa ve ergin dönemleri, larva dönemine göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olurken ( $P < 0.0001$ ), Allyl isothiocyanate bileşiği ise tüm biyolojik dönemlerin % 100 ölümüne neden olduğu için tüm dönemlerde aynı fumigant etkiyi göstermiştir. Bunun dışında  $\alpha$ - pinene,  $p$ -cymene, Linalool,  $\alpha$ - terpinene,  $\beta$ - pinene, Gamma terpinene ve Limonene monoterpeneoid bileşiklerinin ergin dönemlerine ait ölüm oranları diğer dönemlere (yumurta, larva ve pupa) göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.0001$ ). Genel olarak Allyl isothiocyanate *E. kuehniella*' nın tüm biyolojik dönemlerinin % 100 ölümüne neden olarak yüksek fumigant etkiye sahip olmuştur. Bunun yanında Diallyl disülfid ise yumurta ve ergin dönemlerine % 100 ölümüne neden olmasına rağmen, larva ve pupa dönemine karşı Allyl isothiocyanate bileşiğine göre istatistiki olarak daha düşük ölüm oranına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ).

25 °C’ de yürütülen ön biyolojik testler sonucunda yumurta dönemine karşı Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri; larva için Allyl isothiocyanate; pupa için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid; ergin dönemi için ise  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Cuminaldehyde, Linalool,  $\alpha$ -terpine, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki gösterdiklerinden dolayı toksisite denemelerine tabi tutulmalarının uygun olacağı belirlenmiştir.

Işıkber ve ark. (2009) bazı uçucu yağların (sarımsak, huş ağacı, tarçın ve anason) 20  $\mu$ /l dozunda, 24 saat süreyle, 25 °C sıcaklıkta, 3 depo zararlısı olan *T. confusum*, *P. interpunctella* ve *E. kuehniella*’nın yumurtalarına karşı fumigant etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma sonunda Diallyl disülfid bileşiğini yaklaşık % 60 oranında (Grozav and Foarce, 2005) içeren sarımsak uçucu yağı *E.kuehniella* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olmuş ve elde edilen bulgular mevcut çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Erlar (2000) bazı monoterpenoid bileşiklerin (Anethole, Carvacrol, 1-8 cineole, *p*-cymene, Menthol, Gamma terpinene, Terpinen-4-ol ve tyhmol) 4 farklı dozunda, 3 farklı uygulama süresinde (24, 48, 96) *E. kuehniella*’nın yumurta ve larvalarına karşı fumigant etkisini test etmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda *p*-cymene ve Gamma terpinene bileşikleri 92.4  $\mu$ /l dozunda, 24 saat uygulama süresinde, *E.kuehniella* yumurtalarının sırasıyla % 92.2 ve 100 ölümüne neden olurken, *E. kuehniella* larvalarının sırasıyla % 34.5 ve 52.9 ölümüne neden olduğunu bildirmiştir. *p*-cymene ve Gamma terpinene için Erlar (2000) tarafından bildirilen bu ölüm oranları, mevcut çalışmada *E. kuehniella* yumurta ve larvaları için tespit edilen ölüm oranlarından çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılık test edilen böceklerin yaşlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ayvaz ve ark. (2010) üç farklı uçucu yağın (kekik, beyaz kekik ve mersin ağacı) beş farklı dozda, 24 saat süreyle, 27 °C’ de, *P. interpunctella* ve *E. kuehniella*’nın erginlerine karşı fumigant etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışma sonunda yüksek derecede linalool (% 31.3) içeren mersin ağacı, orta derecede linalool (% 11.85) içeren beyaz kekik, orta derece gamma terpinene (% 17.55) içeren kekik uçucu yağların, 25  $\mu$ /l dozunda, *E. kuehniella*’nın erginlerini % 100 veya %100’e yakın oranda ölümüne neden olmuşlardır. Ayvaz ve ark. (2010) tarafından bildirilen bu sonuçlar mevcut çalışmada tespit edilen bulgularla paralellik içerisindedir.

#### 4.2.2.1. 25 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

25 °C' de Cuminaldehide, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella*'nın yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.21' de verilmektedir. Allyl isothiocyante'in tüm uygulama dozlarında *E. kuehniella* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) hesaplanamamıştır. Bu sonuç Allyl isothiocyante'in çok düşük uygulama dozlarında bile (0.125 ve 0.25 µl/l) yumurtalara çok yüksek toksik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Cuminaldehide ve Diallyl disülfid bileşiklerinin toksisite değerlerine baktığımızda, Diallyl disülfid'in, Cuminaldehide'e göre daha toksik olduğu belirlenmiştir. Genel olarak yumurta dönemine karşı büyükten küçüğe toksisite sıralaması, Allyl isothiocyante > Diallyl disülfid > Cuminaldehide şeklinde olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.21.** 25 °C' de Cuminaldehide, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Cuminaldehide	900	4.98 ± 0.42	3.77 (3.31 – 4.17)	6.83 (6.10 – 8.02)	37.77	1.98
Allyl isothiocyante <sup>e</sup>	450	---	---	---	---	---
Diallyl disulfid	700	4.00 ± 0.38	0.94 (0.83 – 1.05)	1.97 (1.70 – 2.42)	13.65	1.05

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır.

Işıkber ve ark. (2009) Diallyl disülfid bileşiğini orta derecede (% 60) içeren sarımsak uçucu yağının, *E. kuehniella* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla, 2.85 ve 6.85 µl/l olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışmada elde edilen toksisite değerlerine göre yüksek olurken, farklılığın uçucu yağların içerisindeki monoterpenoid bileşiklerin farklı oranlarda bulunmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.



#### 4.2.2.2. 25 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

25 °C' de Allyl isothiocyanate bileşiğinin letal konsantrasyon değerleri 375 birey üzerinde (n) yürütülen deneme sonucunda belirlenmiş olup, eğim ve standart hata değeri  $8 \pm 1.02$ , ki kare değeri ( $\chi^2$ ) 15.55 ve heterojenite değeri 0.97 olarak bulunmuştur. Bu bileşiğin *E. kuehniella* larvalarının % 50 ve 90 ölümüne neden olması için sırasıyla 4.56 ve 6.59  $\mu\text{l/l}$  konsantrasyona ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre test edilen bileşiklerin içerisinde sadece Allyl isothiocyanate' ın *E. kuehniella* larvalarına karşı yüksek fumigant toksisite gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4.2.2.3. 25 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

25 °C sıcaklıkta, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.22' de verilmektedir. Yapılan probit analizi sonucunda Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 5.29 ve 10.02  $\mu\text{l/l}$  olarak belirlenirken, Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 46.31 ve 144.25  $\mu\text{l/l}$  olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.22.** 25 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim $\pm$ SH	LC <sub>50</sub> ( $\mu\text{l/l}$ ) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> ( $\mu\text{l/l}$ ) (Alt-üst güvenlik aralığı)	$\chi^2$ <sup>c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	450	4.61 $\pm$ 0.58	5.29 (4.46 - 6.01)	10.02 (8.48 - 13.4)	20.12	1.54
Diallyl disulfid	525	2.59 $\pm$ 0.41	46.31 (27.24 - 58.72)	144.25 (109.05 - 288)	47.56	2.16

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Çizelge 4.22' de görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Allyl isothiocyanate bileşiği, Diallyl disülfid' e göre *E. kuehniella* pupalarına LC<sub>50</sub> değeri bakımından 9 kat, LC<sub>90</sub> değeri bakımından 14 kat daha toksik olduğu belirlenmiştir.

#### 4.2.2.4. 25 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

25 °C sıcaklıkta *E. kuehniella* erginlerine Cuminaldehide, Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid,  $\alpha$ -pinene, *p*- cymene, Linalool,  $\alpha$ - terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene ve Gamma terpinene monoterenoid bileşikleri yüksek toksisite göstermişlerdir (Çizelge 4.23).

**Çizelge 4.23.** 25 °C' de Cuminaldehide, Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid,  $\alpha$ -pinene, *p*- cymene, Linalool,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, Limonene, Gamma terpinene bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim $\pm$ SH	LC <sub>50</sub> ( $\mu$ l/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> ( $\mu$ l/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	$\chi^2$ <sup>c</sup>	H
Cuminaldehide	450	3.02 $\pm$ 0.2	6.69 (6.03 - 7.37)	17.79 (15.69 - 20.73)	23.41	0.94
Allyl isothiocyante	450	1.97 $\pm$ 0.33	0.03 (0.13 - 0.61)	0.17 (0.13 - 0.29)	27.61	1.72
Diallyl disülfid	450	4.01 $\pm$ 0.42	0.10 (0.09 - 0.11)	0.21 (0.19 - 0.26)	8.10	0.51
$\alpha$ -pinene	525	3.06 $\pm$ 0.31	13.98 (10.55 - 17.24)	36.65 (28.9 - 56.74)	46.41	2.44
<i>p</i> - cymene	375	3.22 $\pm$ 0.29	11.19 (9.45 - 13.02)	27.93 (22.53 - 38.98)	35.38	1.86
Linalool	450	3.78 $\pm$ 0.27	7.65 (6.58 - 8.78)	16.68 (14.06 - 21.06)	30.07	1.87
$\beta$ -pinene	450	5.93 $\pm$ 0.89	20.76 (16.48 - 23.31)	34.13 (30.42 - 42.82)	41.41	1.88
$\alpha$ -terpinene	450	3.3 $\pm$ 0.28	7.96 (6.96 - 9.05)	19.45 (16.2 - 25.11)	24.92	1.31
Limonene	600	4.13 $\pm$ 0.54	14.93 (10.77 - 17.92)	30.46 (25.36 - 42.33)	34.43	2.15
Gamma terpinene	450	4.66 $\pm$ 0.7	16.1 (12.40 - 18.42)	30.33 (25.66 - 44.69)	48.19	2.19

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square), <sup>d</sup>:Heterojenite

*Ephestia kuehniella* erginlerine karşı en yüksek fumigant toksisite sırasıyla 0.03 ve 0.17  $\mu$ l/l LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleriyle Allyl isothiocyante bileşiğinde tespit edilmiştir. Bunu LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 0.10 ve 0.21  $\mu$ l/l ile Diallyl disülfid bileşiği takip etmiştir. LC<sub>50</sub> değerine göre en düşük toksisite  $\beta$ -pinene (20.76  $\mu$ l/l) bileşiğinde, LC<sub>90</sub> değerlerine göre ise  $\alpha$ -pinene bileşiğinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.23).

Test edilen bileşiklerin *E. kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerine göre fumigant toksisite sıralaması büyükten küçüğe Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehyde > Linalool >  $\alpha$ -terpinene > *p*-cymene >  $\alpha$ -pinene > Limonene > Gamma terpinene >  $\beta$ -pinene olarak tespit edilmiştir.

Ayvaz ve ark. (2010) yüksek derecede Linalool (% 31.3) içeren mersin ağacı, orta derecede linalool (% 11.85) içeren beyaz kekik, orta derece Gamma terpinene (% 17.55) içeren kekik uçucu yağları 24 saat süreyle, 27 °C sıcaklıkta *E. kuehniella*'nın erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerlerinin sırasıyla 12.74, 7.52 ve 10.34  $\mu$ l/l olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada tespit edilen toksisite değerleriyle kısmen de olsa benzerlik içerisinde olduğu görülmektedir. Kısmi farklılıkların ise iki derecelik sıcaklık farkının yanı sıra, uçucu yağların içerisindeki monoterpenoid bileşiklerin farklılıklarından, ayrıca tez kapsamındaki denemelerde bileşiklerin saf halde kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.2.3. 30 °C' de Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella*'nın tüm dönemleri üzerinde yürütülen ön biyolojik testlerin bulguları**

30 °C' de değişik monoterpenoid bileşiklerin 100  $\mu$ l/l dozuna tabi tutulan *E. kuehniella*'nın tüm dönemlerine ait ölüm oranları Çizelge 4.24' da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda hem test edilen bileşikler hem de böcek dönemleri *E. kuehniella*'nın ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli derecede etki göstermiştir (bileşikler için  $F_{12,140}=17.94$ ,  $P < 0.0001$ ; böcek dönemi için  $F_{3,140}=51.77$ ,  $P < 0.0001$ ).

Çizelge 4.24 dikey olarak incelendiğinde Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yumurtaların % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Diğer tüm bileşikler ise yumurtaların en fazla % 28' sinin ölümüne neden olarak çok düşük fumigant etki göstermiştir. Larva dönemi için Allyl isothiocyanate bileşiği diğer tüm bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranı gösterirken ( $P < 0.0001$ ), diğer tüm bileşikler ise larvaların en fazla % 34.7' sinin ölümüne neden olarak çok düşük fumigant etkiye neden olmuşlardır. Pupa dönemi için ise Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri % 100 ölümüne neden olarak test edilen diğer bileşiklere göre daha yüksek ölüm oranlarına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ). Ergin dönemi için elde edilen sonuçların yumurta, larva ve pupa

dönemlerine oranla daha farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.24).  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Cuminaldehyde, Linalool,  $\alpha$ -terpine, Gamma terpinene,  $\beta$ -pinene, Limonene, Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşikleri % 100 ölüm oranıyla, diğer bileşiklere göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranı göstermişlerdir (P<0.0001). Sonuç olarak Eugenol ve Linalyl acetate bileşikleri dışındaki test edilen tüm bileşikler *E. kuehniella*'nın erginleri üzerine yüksek fumigant etkiye sahip olmuşlardır.

**Çizelge 4.24.** 30 °C' de değişik monoterpeneoid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna tabi tutulan *Ephestia kuehniella*'nın tüm dönemlerine ait % ölüm oranları

Monoterpenoid bileşikleri	Ölüm oranları (%) $\pm$ SH				F ve P değerleri
	Yumurta	Larva	Pupa	Ergin	
$\alpha$ -pinene	4.7 $\pm$ 1.76 <b>DE b*</b>	4 $\pm$ 2.3 <b>D b</b>	13.3 $\pm$ 4.8 <b>BC b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 116.00 P < 0.0001
<i>p</i> -cymene	8 $\pm$ 1.15 <b>CDE c</b>	10.7 $\pm$ 1.33 <b>C c</b>	8 $\pm$ 1.15 <b>BC b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 1151.74 P < 0.0001
Cuminaldehyde	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	12 $\pm$ 0 <b>C b</b>	12 $\pm$ 4.61 <b>BC b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 345.51 P < 0.0001
Linalool	28 $\pm$ 1.15 <b>B b</b>	21.3 $\pm$ 2.66 <b>C bc</b>	14.7 $\pm$ 3.52 <b>BC c</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 302.26 P < 0.0001
$\beta$ -pinene	11.3 $\pm$ 3.33 <b>C c</b>	18.7 $\pm$ 3.52 <b>C bc</b>	22.7 $\pm$ 2.66 <b>B b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 232.52 P < 0.0001
Eugenol	10 $\pm$ 4.16 <b>CDE a</b>	12 $\pm$ 4.61 <b>C a</b>	12 $\pm$ 2.3 <b>BC a</b>	4 $\pm$ 2.3 <b>C a</b>	F <sub>3,8</sub> = 1.58 P = 0.26
$\alpha$ -terpinene	10.7 $\pm$ 1.76 <b>CD bc</b>	18.7 $\pm$ 3.52 <b>C b</b>	6.7 $\pm$ 3.52 <b>CD c</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 116.00 P < 0.0001
Linalyl acetate	4.7 $\pm$ 2.66 <b>E b</b>	13.3 $\pm$ 2.66 <b>C a</b>	14.7 $\pm$ 3.52 <b>BC a</b>	20 $\pm$ 0 <b>B a</b>	F <sub>3,8</sub> = 116.00 P = 0.019
Diallyl disülfid	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	34.7 $\pm$ 3.52 <b>B b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 116.00 P < 0.0001
Allyl isothiocyante	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	---**
Gamma terpinene	12 $\pm$ 1.15 <b>C a</b>	21.3 $\pm$ 3.52 <b>C b</b>	18.7 $\pm$ 1.33 <b>B b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 540.57 P < 0.0001
Limonene	16.7 $\pm$ 4.66 <b>C b</b>	12 $\pm$ 2.3 <b>C b</b>	12 $\pm$ 2.3 <b>BC b</b>	100 $\pm$ 0 <b>A a</b>	F <sub>3,8</sub> = 206.26 P < 0.0001
Kontrol	4 $\pm$ 1.15 <b>E a</b>	2.7 $\pm$ 1.33 <b>D a</b>	2.7 $\pm$ 1.33 <b>D a</b>	2.7 $\pm$ 1.33 <b>C a</b>	F <sub>3,8</sub> = 0.27 P = 0.84
<b>F ve P değerleri</b>	F <sub>12,26</sub> =203.98 P < 0.0001	F <sub>12,26</sub> =55.28 P < 0.0001	F <sub>12,26</sub> =74.22 P < 0.0001	F <sub>12,26</sub> =375.94 P < 0.0001	

\*: Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5' lik Duncan testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır. \*\*: Allyl isothiocyante'in tüm uygulamalarında böceklerin % 100 ölümüne neden olduğu için hesaplanamamıştır.

Çizelge 4.24 yatay olarak incelendiğinde Eugenol dışında (P= 0.26) diğer bileşiklerin *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Linalyl acetate için P= 0.019; diğer bileşikler için P<0.0001). Yüksek fumigant etkiye sahip olan Cuminaldehyde' in yumurta ve ergin dönemlerine ait ölüm

oranı, diğer biyolojik dönemlerine göre istatistiki olarak daha yüksek bulunmuştur ( $P < 0.0001$ ). Diallyl disülfid bileşiği ise yumurta, pupa ve ergin dönemleri, larva dönemine göre istatistiki olarak daha yüksek ölüm oranına sahip olurken ( $P < 0.0001$ ), Allyl isothiocyanate bileşiği tüm biyolojik dönemlerin % 100 ölümüne neden olduğu için tüm dönemlerde aynı fumigant etkiyi göstermiştir.  $\alpha$ -pinene,  $p$ -cymene, Linalool,  $\alpha$ -terpinene,  $\beta$ -pinene, Gamma terpinene ve Limonene monoterpeneoid bileşiklerinin ergin dönemlerine ait ölüm oranları diğer dönemlere (yumurta, larva ve pupa) göre istatistiki olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $P < 0.0001$ ). Genel olarak Allyl isothiocyanate *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerinin % 100 ölümüne neden olarak yüksek fumigant etkiye sahip olmuştur. Bunun yanında Diallyl disülfid ise yumurta, pupa ve ergin dönemlerine % 100 ölüme neden olmasına rağmen larva dönemine karşı Allyl isothiocyanate bileşiğine göre istatistiki olarak daha düşük ölüm oranına sahip olmuştur ( $P < 0.0001$ ).

30 °C' de yürütülen ön biyolojik testler sonucunda yumurta dönemine karşı Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri; larva için Allyl isothiocyanate; pupa için Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid; ergin dönemi için ise  $\alpha$ -pinene,  $p$ -cymene, Cuminaldehyde, Linalool,  $\alpha$ -terpine, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri yüksek fumigant etki gösterdiklerinden dolayı toksisite denemelerine tabi tutulmaları uygun olacağı belirlenmiştir.

#### **4.2.3.1. 30 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın yumurta dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi**

30 °C sıcaklıkta Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella*'nın yumurtalarına karşı  $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$  değerleri Çizelge 4.25' de verilmektedir. Allyl isothiocyanate'in tüm uygulama dozlarında *E. kuehniella* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri ( $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$ ) hesaplanamamıştır. Bu sonuç Allyl isothiocyanate'in çok düşük uygulama dozlarında bile (0.125 ve 0.25  $\mu$ l/l) çok yüksek toksik etkiye göstermiştir. Cuminaldehyde ve Diallyl disülfid bileşiklerinin toksisite değerlerine baktığımızda, Diallyl disülfid'in Cuminaldehyde'e göre daha toksik olduğu görülmüştür. Genel olarak yumurta dönemine karşı büyükten küçüğe toksisite sıralaması, Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehyde şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.25.** 30 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* yumurtalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Cuminaldehyde	1050	8.41 ± 0.78	3.38 (3.19 – 3.57)	4.81 (4.49 – 5.27)	16.81	1.05
Allyl isothiocyanate <sup>e</sup>	225	---	---	---	---	---
Diallyl disulfid	750	3.57 ± 0.36	0.87 (0.72 – 1.00)	1.99 (1.67 – 2.56)	18.14	1.39

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır.

#### 4.2.3.2. 30 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın larva dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C' de Allyl isothiocyanate bileşiğinin letal konsantrasyon değerleri 450 birey üzerinde (n) yürütülen deneme sonucunda belirlenmiş olup, eğim ± standart hata değeri; 6.27 ± 0.67, ki kare değeri; (χ<sup>2</sup>) 24.49 ve heterojenite değeri; 1.53 olarak bulunmuştur. Bu bileşiğin *E. kuehniella* larvalarının % 50 ve 90 ölümüne neden olması için sırasıyla 3.98 ve 6.37 µl/l konsantrasyona ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre test edilen bileşiklerin içerisinde sadece Allyl isothiocyanate' ın *E. kuehniella* larvalarına karşı yüksek fumigant toksisite gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4.2.3.3. 30 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın pupa dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C' de, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.26' da verilmektedir. Yapılan probit analizi sonucunda Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 4.71 ve 8.80 µl/l olarak belirlenirken, Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri sırasıyla 35.16 ve 120.52 µl/l olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.26' da görüldüğü üzere LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin alt ve üst güvenlik aralıkları birbirleriyle çakışmamasından dolayı bu iki bileşiğin toksik etkileri arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Allyl isothiocyanate daha düşük LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerine sahip olduğu için, Diallyl disülfid'e göre çok daha toksik olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.26.** 30 °C' de Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* pupalarına karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı)	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate	375	4.71 ± 0.57	4.71 (4.19 - 5.17)	8.80 (7.82 - 10.45)	15.67	0.98
Diallyl disülfid	600	2.39 ± 0.33	35.16 (23.42 - 44.55)	120.52 (91.18 - 205.72)	32.33	1.70

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

#### 4.2.3.4. 30 °C' de *Ephestia kuehniella*'nın ergin dönemine ait biyolojik testlerin değerlendirilmesi

30 °C' de *E. kuehniella* erginlerine Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, α-pinene, *p*- cymene, Linalool, β-pinene, α-terpinene, Linalyl acetate, Gamma terpinene bileşiklerinin *E. kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri Çizelge 4.27' de verilmektedir.

Tüm uygulama dozlarında Allyl isothiocyanate *E. kuehniella* erginlerinin % 100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri hesaplanamamıştır. Allyl isothiocyanate *E. kuehniella* erginlerine en toksik bileşik olurken, bunu Diallyl disülfid bileşiği takip etmiştir. LC<sub>50</sub> (13.66 µl/l) ve LC<sub>90</sub> (31.65 µl/l) değerine göre en düşük toksisitenin Limonene bileşiğinde olduğu tespit edilmiştir. LC<sub>50</sub> değerine göre fumigant toksisite sıralaması büyükten küçüğe Allyl isothiocyanate > Diallyl disülfid > Cuminaldehyde > Linalool > α- terpinene > Gamma terpinene > α-pinene > *p*- cymene > β-pinene > Limonene olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.27.** 30 °C' de Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid,  $\alpha$ -pinene, *p*-cymene, Linalool,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, Linalyl acetate, Gamma terpinene bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim $\pm$ SH	LC <sub>50</sub> ( $\mu$ l/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> ( $\mu$ l/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	$\chi^2$ <sup>c</sup>	H
Allyl isothiocyanate <sup>e</sup>	450	---	---	---	---	---
Diallyl disulfid	450	3.84 $\pm$ 0.47	0.08 (0.06 - 0.08)	0.17 (0.15 - 0.27)	12.07	0.75
Cuminaldehyde	675	2.62 $\pm$ 0.23	3.35 (2.19 - 4.46)	10.31 (7.43 - 18.69)	67.47	4.21
Linalool	450	3.41 $\pm$ 0.27	4.18 (3.38 - 5.01)	9.93 (7.94 - 13.97)	43.62	2.72
$\alpha$ -terpinene	525	5.5 $\pm$ 0.66	7.23 (6.44 - 7.95)	12.35 (10.85 - 15.24)	20.37	1.27
Gamma terpinene	600	4.74 $\pm$ 0.68	10.26 (7.62 - 12.06)	19.12 (16.93 - 22.66)	22.52	1.40
$\alpha$ -pinene	525	3.23 $\pm$ 0.29	10.47 (9.02 - 11.9)	26.09 (22.52 - 31.44)	15.90	0.84
<i>p</i> -cymene	600	2.85 $\pm$ 0.28	12.26 (8.34 - 14.66)	31.68 (22.55 - 60.71)	38.77	2.97
$\beta$ -pinene	600	6.13 $\pm$ 0.85	12.27 (10.93 - 13.32)	19.85 (18.12 - 22.74)	5.04	0.32
Limonene	450	3.51 $\pm$ 0.24	13.66 (12.25 - 15.25)	31.65 (26.8 - 39.68)	35.15	1.59

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri, <sup>e</sup>: Test edilen kimyasalın tüm dozlarında %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır.

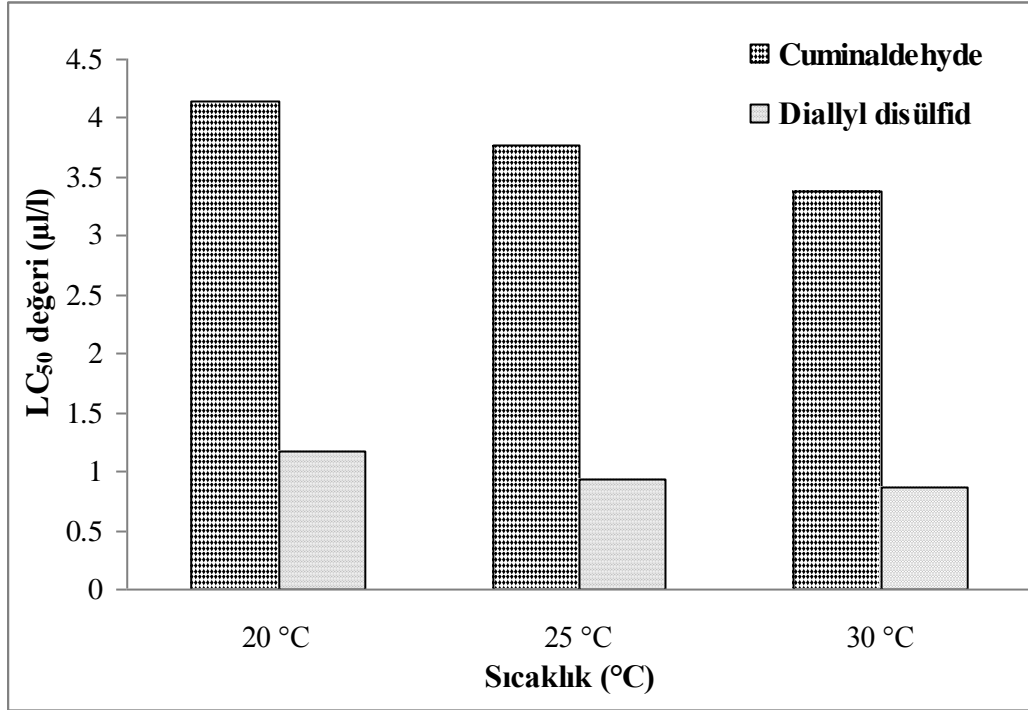
#### 4.3. Değirmen Güvesi, *Ephestia kuehniella*'nın farklı sıcaklıklardaki LC<sub>50</sub> değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

Sıcaklığın uçucu yağların buharlaşması ve toksisitesi üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Test edilen monoterpenoid bileşiklerin, farklı sıcaklık derecelerinde *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerine karşı toksisiteleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu bağlamda 3 farklı sıcaklıktaki (20, 25, 30 °C) ön biyolojik testlerde yüksek fumigant etki gösteren monoterpenoid bileşiklerin *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerine karşı LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırmaları yapılmıştır.



#### 4.3.1. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *E. kuehniella*'nın yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.5' de verilmektedir.



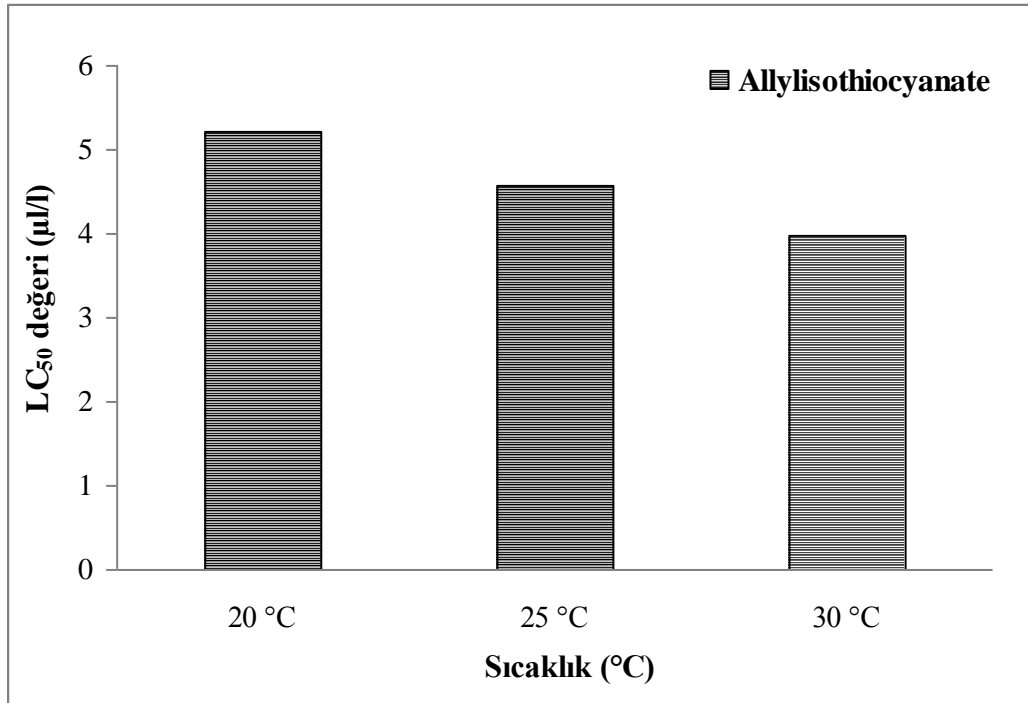
Şekil 4.5. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* yumurtalarına uygulanan Cuminaldehide ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerleri

Allyl isothiocyanate bileşiğinin her 3 sıcaklık derecesinde de çok yüksek fumigant toksisiteye sahip olmasından dolayı LC<sub>50</sub> değeri hesaplanamamıştır. Genel olarak sıcaklık arttıkça test edilen monoterpeneoid bileşiklerin *E. kuehniella*'nın yumurtalarına karşı toksisitelerinde artış görülmüştür. En düşük sıcaklık olan 20 °C de *E. kuehniella* yumurtalarına karşı hem Cuminaldehide, hem de Diallyl disülfid'in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıktaki (25 ve 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, en yüksek sıcaklık olan 30 °C' de bu iki bileşiğin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu durum, 30 °C de hem Cuminaldehide' in, hem de Diallyl disülfid'in *E. kuehniella*'nın yumurtalarına karşı diğer 2 sıcaklığa (20, 25 °C) göre daha toksik olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde 25 °C de her iki bileşiğin *E. kuehniella* yumurtalarına toksisitesi 20 °C' deki

toksosite değerlerine göre daha yüksek olmuştur. LC<sub>50</sub> değerlerine göre her ki bileşiğin yumurtalara karşı toksisite sıralaması 30 > 25 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak yüksek sıcaklık değerleri test edilen bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık 20 °C' den 25 °C' ye yükseldiğindeki Cuminaldehide bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerindeki azalma (0.38 µl/l) sıcaklığın 25 °C' den 30 °C' ye yükselmesindeki azalmaya (0.39 µl/l) göre daha düşük olmuştur. Diallyl disülfid de azalma (20 - 25 °C için 0.22 µl/l ve 25 - 30 °C için 0.07 µl/l) Cuminaldehide göre daha düşük olmasına rağmen benzer sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4.3.2. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *E. kuehniella* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.6' da verilmektedir.



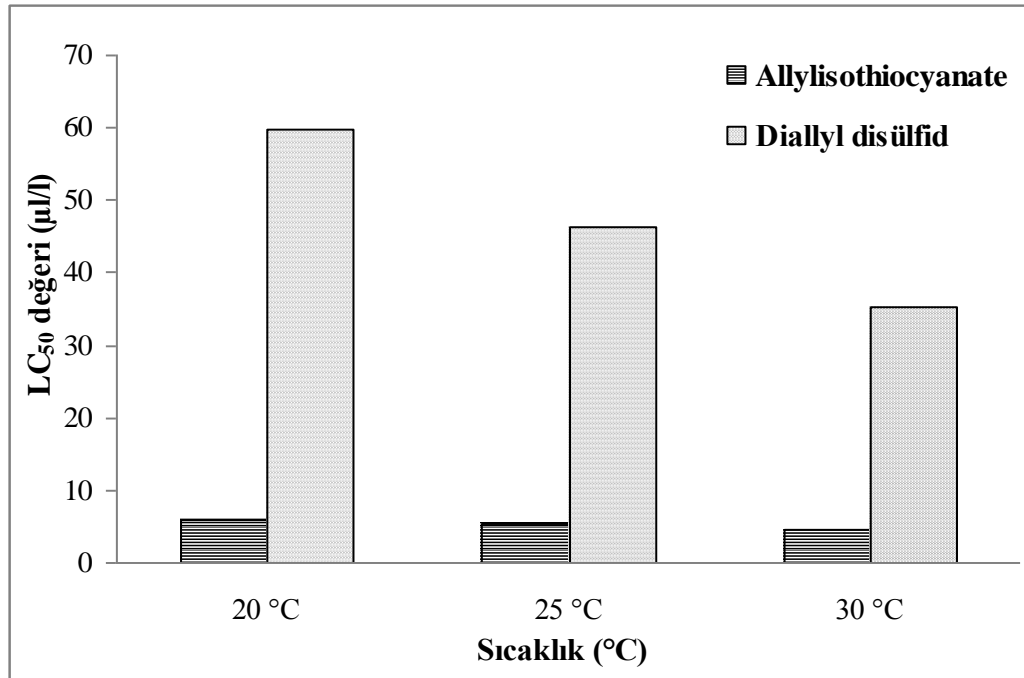
Şekil 4.6. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* larvalarına uygulanan Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerleri

Genel olarak sıcaklık arttıkça test edilen Allyl isothiocyanate *E. kuehniella*'nın larvalarına karşı toksisitelerinde artış görülmüştür. En düşük sıcaklık olan 20 °C' de *E. kuehniella* yumurtalarına karşı Allyl isothiocyanate'in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıkdaki (25

ve 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, en yüksek sıcaklık olan 30 °C’ de bu bileşiğin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C’ deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu durum, 30 °C de Allyl isothiocyanate’in *E. kuehniella* ’nın larvalarına karşı diğer 2 sıcaklığa (20 ve 25 °C) göre daha toksik olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde 25 °C’ de her iki bileşiğin *E. kuehniella* larvalarına toksisitesi 20 °C’deki toksisite değerlerine göre daha yüksek olmuştur. LC<sub>50</sub> değerlerine göre her iki bileşiğin yumurtalara karşı toksisite sıralaması 30 > 25 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklık değerleri, Allyl isothiocyanate’in LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık 20 °C’ den 25 °C’ ye yükseldiğindeki Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerindeki azalma (0.66 µl/l) sıcaklığın 25 °C’ den 30 °C’ ye yükselmesindeki azalmaya (0.58 µl/l) göre daha düşük olmuştur.

#### 4.3.3. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *E. kuehniella* pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.7’ de verilmektedir.



Şekil 4.7. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* pupalarına uygulanan Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin LC<sub>50</sub> değerleri

20 °C de *E. kuehniella* pupalarına karşı hem Diallyl disülfid' in, hemde Allyl isothiocyante'in LC<sub>50</sub> değerleri diğer sıcaklıklardaki (25 ve 30 °C) LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olurken, 30 °C' de bu bileşiğin LC<sub>50</sub> değerleri 20 ve 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur.

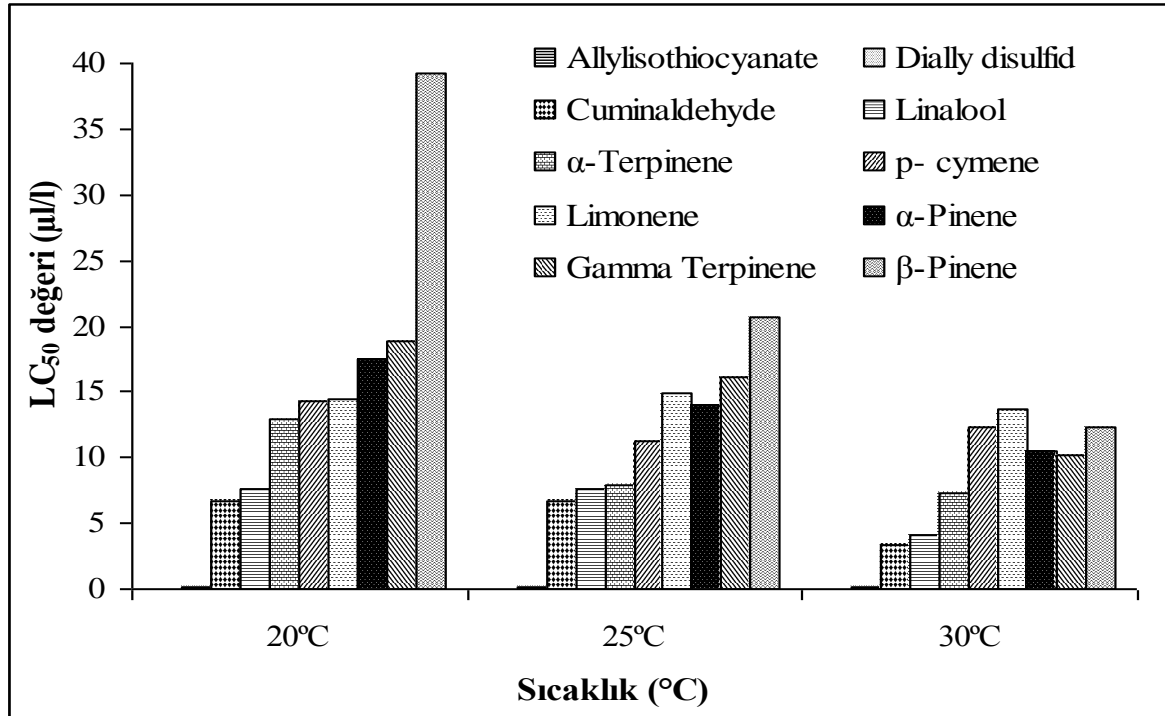
Her iki bileşikte 30 °C' de *E. kuehniella* pupalarına karşı 20 ve 25°C' ye göre daha toksik etki göstermiştir. LC<sub>50</sub> değerlerine göre Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *E. kuehniella* pupalarına karşı toksisite sıralaması 30 > 25 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık 20 °C' den 25 °C' ye yükseldiğindeki Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> değerindeki azalma (13.46 µl/l), sıcaklığın 25 °C' den 30 °C' ye yükselmesindeki azalmaya (11.15 µl/l) göre daha yüksek olmuştur. Allyl isothiocyante bileşiğinde 20 °C'den, 25 °C'ye sıcaklık artışında LC<sub>50</sub> değerinde 0.73 µl/l azalma olurken, 25 °C'den, 30 °C'ye sıcaklık artışında ise 0.58 µl/l azalma tespit edilmiştir. Genel olarak sıcaklık artışları Diallyl disülfid bileşiği, *E. kuehniella* pupalarının LC<sub>50</sub> değerlerinde, Allyl isothiocyante'e göre daha yüksek düşüş göstermiştir.

#### **4.3.4. Farklı sıcaklıklarda *Ephestia kuehniella* erginlerine etkili bulunan bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması**

Üç farklı sıcaklıkta (20, 25, 30 °C) *E. kuehniella* erginlerine uygulanan Cuminaldehyde, Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid, α-pinene, *p*- cymene, Linalool, β-pinene, α-terpinene, Linalyl acetate, Gamma terpinene bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerlerinin karşılaştırılması Şekil 4.8' de verilmektedir.

Genel olarak 20 °C' de *E. kuehniella* erginlerine karşı test edilen tüm monoterpenoid bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerleri, 30 °C' deki LC<sub>50</sub> değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak 20 °C de *E. kuehniella* erginlerine karşı Diallyl disülfid, Cuminaldehyde, Linalool ve Limonene bileşikleri dışındaki diğer bileşiklerin LC<sub>50</sub> değeri, 25 °C' deki LC<sub>50</sub> değerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Erginlere karşı en yüksek toksisite Allyl isothiocyante bileşiğinin 25 ve 30 °C de, en düşük toksisite ise β- pinene bileşiğinin 20 °C' de elde edilmiştir. LC<sub>50</sub> değerlerine göre Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid, α-terpinene, α-pinene, Gamma terpinene ve β-pinene bileşiklerinin *E. kuehniella* erginlerine karşı toksisite sıralaması büyükten küçüğe göre 30 > 25 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Cuminaldehyde ve Linalool bileşikleri için sıralama büyükten küçüğe doğru 30 > 20 = 25 °C şeklinde olurken, *p*-

cymene 25 > 30 > 20° C ve Limonene bileşikleri için sıralama 30 > 20 > 25 °C olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık 20 °C' den, 25 °C' ye yükseldiğinde LC<sub>50</sub> değerindeki en yüksek azalma 18.51 µl/l değeri ile β- pinene bileşiğinde olurken, LC<sub>50</sub> değerindeki en düşük azalma 0.03 µl/l ile Allyl isothiocyanate bileşiğinde tespit edilmiştir. Sıcaklığın 25 °C' den, 30 °C' ye artışında en yüksek ve en düşük LC<sub>50</sub> değerindeki azalma aynı bileşiklerde görülmüştür (Şekil 4.8).



**Şekil 4.8.** *Ephestia kuehniella* erginlerine uygulanan Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, α-pinene, p-cymene, Linalool, β-pinene, α-terpinene, Linalyl acetate, Gamma terpinene bileşiklerinin *Ephestia kuehniella* erginlerine karşı LC<sub>50</sub> değerleri

## **5. 25 °C’ de *Tribolium confusum* ve *Ephestia kuehniella*’ nın Tüm Biyolojik Dönemlerinin Ürünlü Ortam Denemeleri**

Ele alınan iki böcek türünün doz denemelerinde etkili bulunan bileşiklerin etkili oldukları biyolojik döneme göre Bölüm 3.2.4.’ de belirtilen şekilde, yapılan denemeler bu kısımda ele alınmıştır. Öncelikle yapılan ön denemeler ile bileşiklerin ürünlü ortamdaki fumigant etkinlikleri ortaya konmuş ve fumigant etkinliği yüksek bulunan bileşiklerin ürünlü ortamdaki letal konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır.

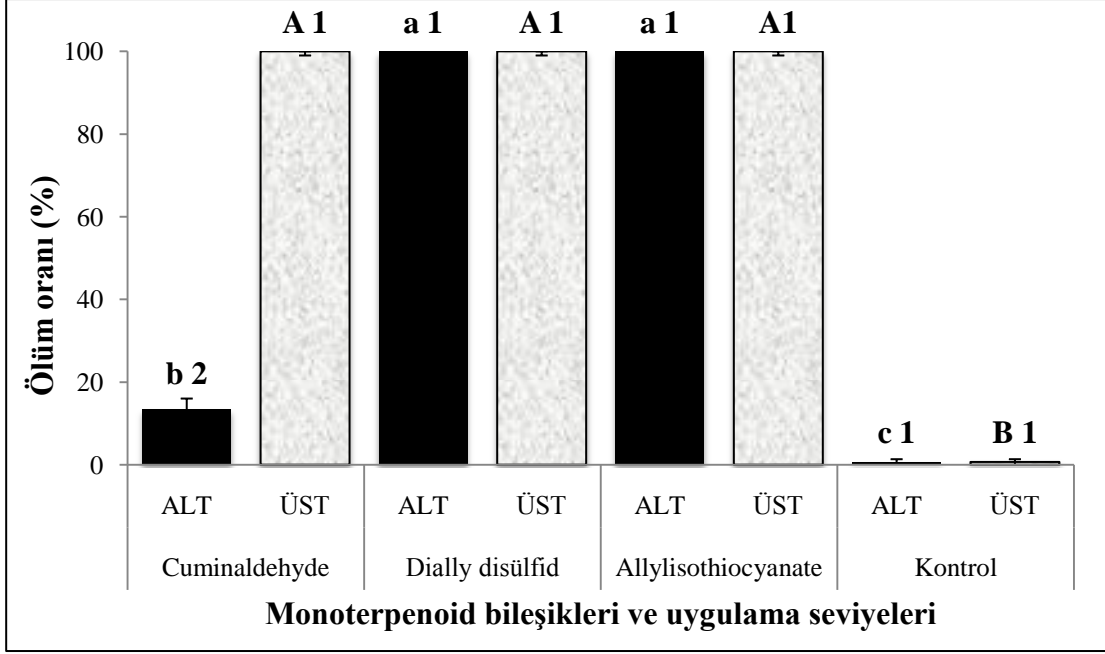
### **5.1. Ürünlü ortamda *Tribolium confusum*’un gelişme dönemlerine göre ön biyolojik testlerin bulguları ve Letal Konsantrasyon değerleri**

25 °C sıcaklıkta ve ürünlü ortamda, 24 saat süreyle, boş hacim uygulamalarında etkili görülen bileşiklerin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan *T. confusum*’un tüm gelişme dönemlerine ait ölüm oranlarının ve toksisite değerlerinin, dönemlere göre kıyaslamaları aşağıda verilmektedir.

#### **5.1.1. *Tribolium confusum*’ un yumurta dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsantrasyon değerleri**

Boş hacim uygulamalarının ön biyolojik testlerinde, *T. confusum* yumurtalarına karşı yüksek fumigant etki gösteren, Allyl isothiocyanate Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri ürünlü ortam denemelerinde ön biyolojik test ve letal konsantrasyon denemelerine tabi tutulmuştur.

Yapılan istatistiki analiz sonucunda test edilen bileşiklerin *T. confusum* yumurtalarının ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ( $F_{3,16}=1335.76$ ;  $P<0.0001$ ) (Şekil 5.1). Ürün içerisinde, iki farklı seviyeye (alt ve üst) yerleştirmede ise test edilen bileşiklerin *T. confusum* yumurtalarının ölüm oranlarına önemli derecede farklılıklara neden olduğu saptanmıştır ( $F_{1,16}=1775.27$ ;  $P<0.0001$ ).



**Şekil 5.1.** Allyl isothiocyanate, Diallyl disulfid ve Cuminaldehyde bileşiklerinin 100 µl/ dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *Tribolium confusum* yumurtalarına ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alt ve üst seviyelerine yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üst seviyede bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Küçük harfler alt seviyede bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Şekil 5.1’ de görüldüğü gibi Allyl isothiocyanate, Diallyl disulfid ve Cuminaldehyde ürünün üst kısmına yerleştirilen yumurtaların % 100 ölümüne neden olurken kontrol uygulamasından, istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek ölüm elde edilmiştir ( $F_{3,8} = 1037.47$ ;  $P < 0.0001$ ). Bunun yanında yalnızca Allyl isothiocyanate ve Diallyl disulfid ürünün alt kısmına yerleştirilen *T. confusum* yumurtalarının % 100 ölümüne neden olurken, Cuminaldehyde bu iki bileşiğe göre istatistiki olarak daha düşük oranda ölümüne neden olmuştur ( $F_{3,8} = 641.2$ ;  $P < 0.0001$ ). Bu sonuçlar özellikle Cuminaldehyde’ in ürünlü ortamda alt seviyeye penetrasyonunda sorunlar olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar özellikle Allyl isothiocyanate ve Diallyl disulfid’ in ürün içerisindeki penetrasyonunun Cuminaldehyde’ e göre daha yüksek olabileceğini ortaya koymaktadır.

**Çizelge 5.1.** Ürünlü ortamda Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *Tribolium confusum* yumurtalarının toksisite değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>f</sup>
Allyl isothiocyanate Üst <sup>d</sup>	300	---	---	----	---	--
Allyl isothiocyanate Alt <sup>d</sup>	300	---	----	----	---	---
Diallyl disülfid Üst	900	5.27 ± 0.57	2.62 (2.08-3.01)	4.59 (4.98-5.85)	43.88	2.74
Diallyl disülfid Alt	900	2.58 ± 0.38	3.11 (1.43 – 4.18)	9.74 (7.69 – 16.79)	42.07	2.62
Cuminaldehide Üst	750	7.68 ± 0.85	8.68 (7.84 – 9.46)	12.74 (11.29 – 16.39)	35.67	2.74
Cuminaldehide Alt <sup>e</sup>	1200	---	---	---	---	---

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Tüm dozlarda %100 ölüm elde edildiği için probit analizi sonucunda Letal Konstarasyon değerleri hesaplanamamıştır, <sup>e</sup>: Hesaplanan LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri test edilen uygulama doz aralıklarının çok ötesinde bulunmuştur, f: Heterojenite değeri

Ürünlü ortamda Cuminaldehide, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *T. confusum* yumurtalarının toksisite değerleri Çizelge 5.1’ de verilmektedir. Diallyl disülfid bileşiğinin ürünün üst kısmındaki LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 2.62 ve 4.59 µl/l olarak belirlenirken, ürünün alt kısmına yerleştirilen *T. confusum* yumurtalarında ise LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla, 3.11 ve 9.74 µl/l olarak belirlenmiştir.

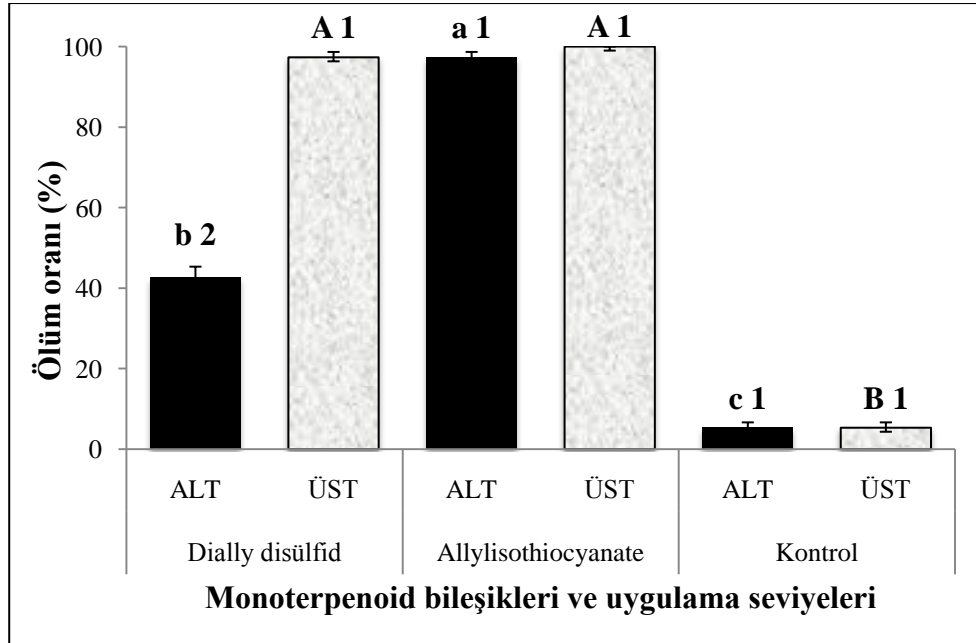
Boş hacim (ürünsüz) uygulamalarında yapılan çalışmalarda Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri 0.35 ve 0.74 µl/l olarak belirlenmiştir. Bu iki değer birbiri ile kıyaslandığında ortamda bulunan ürünün, uygulanan bileşiğin etkinliğinde azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bu azalmanın nedenin, uygulanan bileşiğin ürün tarafından absorsiyonundan kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Ürünsüz ortam uygulamasında LC<sub>50</sub> değeri 0.35 µl/l iken, ürünün üst uygulamasında 2.62 µl/l’ ye, alt uygulamasında ise 3.11 µl/l’ ye yükseldiği görülmektedir. LC<sub>50</sub> değerlerindeki bu değişikliğin sebebinin, ürünün uygulanan bileşiği absorbe ederek etkinliğini düşürmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Cuminaldehide bileşiğinde ise ürünsüz ortamda 0.72 µl/l olarak hesaplanan LC<sub>50</sub> değeri, ürünlü üst seviyeye yerleştirilen yumurtalarda 8.68 µl/l’ ye çıkmış, alt seviye uygulamasında ise 333 µl/l uygulama dozunda bile yumurtaların % 100 ölümü elde edilememiş ve dolayısıyla LC<sub>50</sub>



değeri hesaplanamamıştır. Bu bileşikte meydana gelen farklılıklar ise öncelikle bileşiğin ürününü içerisine penetrasyon (difüzyon) yeteneğinin çok düşük olmasından ve ürün tarafından daha fazla absorbe edilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Allyl isothiocyanate bileşiginde ise hem alt hemde üst seviyede göstermiş olduğu yüksek toksik etki nedeniyle LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri belirlenememiştir. Yüksek toksisiteye sahip olan bu bileşik, diğer 11 bileşiğe oranla ürünlü ortam içerisindeki *T. confusum* yumurtalarına karşı yüksek fumigant toksisiteye sahip bir monoterpenoid bileşik olduğu saptanmıştır.

### 5.1.2. *Tribolium confusum*'un larva dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsatrasyon değerleri

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *T.confusum* larvalarına ait % ölüm oranları Şekil 5.2' de verilmektedir.



**Şekil 5.2.** Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *Tribolium confusum* larvalarına ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alt ve üst seviyelerine yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üst seviyede bulunan böceklere ait bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*\*Küçük harfler alt seviyede bulunan böceklere ait bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Yapılan istatistik analiz sonucunda test edilen bileşiklerin *T.confusum* larvaları ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu ( $F_{2,12}= 443.9$ ;  $P<0.0001$ ), benzer şekilde ürün içerisinde farklı seviyelere yerleştirmede de *T.confusum* larvaları ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $F_{1,12}= 65.01$ ;  $P<0.0001$ ). Şekil 5.2’ de görüldüğü gibi Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid ürünün üst ve alt kısmına yerleştirilen larvaların ölüm oranlarında kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek ölüm elde edilmiştir (üst seviye için:  $F_{2,6} = 307,83$ ;  $P<0.0001$ , alt seviye için:  $F_{2,6} = 183,31$ ;  $P<0.0001$ ). Bu iki bileşiğin ürünlü ortamda etkinlikleri karşılaştırıldığında, üst seviyedeki uygulamalarda % 100 ölüme neden olduklarından farklılık önemsiz bulunurken, alt seviyede yapılan uygulamalarda iki bileşiğin etkinlikleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *T. confusum* larvalarına ait toksisite değerleri ( $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$ ) Çizelge 5.2’ de verilmektedir.

**Çizelge 5.2.** Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *Tribolium confusum* larvalarının toksisite değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	$\chi^2$ <sup>c</sup>	H <sup>e</sup>
Allyl isothiocyanate Üst	300	6.40 ± 1.30	27.31 (22.70 - 30.17)	43.29 (37.85 - 61.10)	23.55	1.47
Allyl isothiocyanate Alt	525	5.08 ± 0.66	45.72 (39.24 - 50.92)	81.65 (73.74 - 93.86)	17.53	0.92
Diallyl disülfid Üst	600	1.98 ± 0.19	20.12 (15.34 -24.92)	88.75 (71.82 - 115.83)	19.23	0.87
Diallyl disülfid Alt <sup>d</sup>	300	---	---	---	--	---

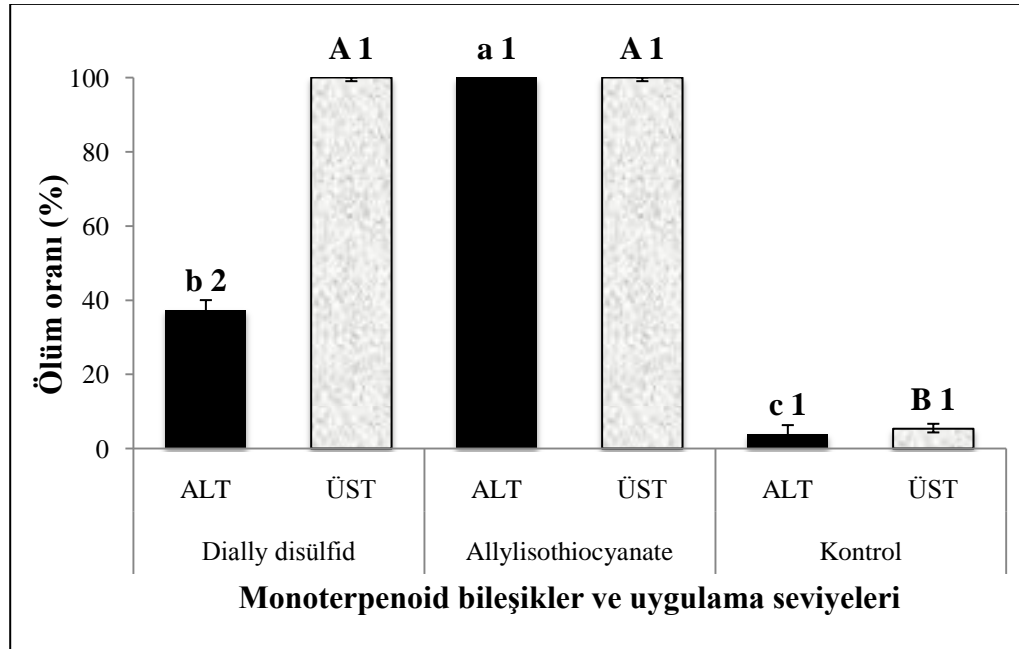
<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Hesaplanan  $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$  değerleri test edilen uygulama doz aralıklarının çok ötesinde bulunmuştur, <sup>e</sup>: Heterojenite değeri

Allyl isothiocyanate ürünlü ortamda üst ve alt seviyeye ait  $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$  değerleri sırasıyla 27.31 - 43.29 µl/l ve 45.72 - 81.85 µl/l olarak belirlenmiştir. Toksisite bakımından test bileşikler üst seviyedeki larvalara, alt seviyedekilere göre daha toksik etki göstermiştir. Diallyl disülfid ise üstte  $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$  değerleri sırasıyla 20.12 ve 88.75 µl/l olarak belirlenirken, alt seviyede ise hesaplanan  $LC_{50}$  ve  $LC_{90}$  değerleri test edilen uygulama doz aralıklarının çok

ötesinde bulunmuştur. *Tribolium confusum* ile ilgili yapılan uçucu yağ uygulama çalışmalarının pek çoğunda, yapmış olduğumuz çalışma da da olduğu gibi larva dönemi en dayanıklı dönem olarak belirlenmiştir. Boş hacim uygulamasında Diallyl disülfid bileşiğinin LC<sub>50</sub> değeri 24.64 µl/l iken, üst seviyede daha yüksek bir etki yapmasına rağmen, alt seviyede bileşiğin ürün içerisinde çok iyi penetrasyon yeteneğinin zayıf olmasından dolayı uygulama doz aralıklarının çok ötesinde bulunduğu için LC değerleri hesaplanamamıştır.

### 5.1.3. *Tribolium confusum*' un pupa dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsatrasyon değerleri

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *T. confusum* pupalarına ait % ölüm oranları Şekil 5.3' de verilmiştir.



**Şekil 5.3.** Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *Tribolium confusum* pupalarına ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alt ve üst seviyelerine yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üst seviyede bulunan böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Küçük harfler alt seviyede bulunan böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Yapılan analiz sonucunda test edilen bileşiklerin *T.confusum* pupalarının % ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar bulunmuş ( $F_{2,12}= 667,43$ ;  $P<0.0001$ ), benzer şekilde ürün içerisinde farklı seviyelere yerleştirmede *T. confusum* pupaları ölüm oranlarına önemli seviyede etkiye neden olmuştur ( $F_{1,12} = 109,23$ ;  $P<0.0001$ ).

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri ürünün üst seviyesine yerleştirilen pupaların % 100 ölümüne neden olmuş (Şekil 5.3) ve kontrol uygulamasından istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Diallyl disülfid bileşiğinin ürünün üst seviyeye yerleştirilen pupalarla, alt seviyeye yerleştirilen pupaların % ölüm oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $F_{1,4} = 1079,27$ ;  $P<0.0001$ ). Üst seviyede ölüm oranı % 100 iken, alt seviyede % 37.3 olarak belirlenmiştir.

Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *T. confusum* pupalarına ait toksisite değerleri Çizelge 5.3' de verilmektedir.

**Çizelge 5.3.** Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *Tribolium confusum* pupalarının toksisite değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
<b>Allyl isothiocyanate Üst</b>	375	2.63 ± 0.34	8.05 (6.25 - 9.7)	24.71 (19.47 - 36.30)	13.71	1.05
<b>Allyl isothiocyanate Alt</b>	525	2.78 ± 0.24	17.60 (14.78 - 20.57)	50.81 (41.77 - 65.82)	20.79	1.09
<b>Diallyl disülfid Üst</b>	375	2.58 ± 0.26	12.77 (10.31 - 15.33)	40.02 (32.41 - 52.69)	5.31	0.41
<b>Diallyl disülfid Alt</b>	525	1.77 ± 0.22	200.74 (166.6 - 251.57)	1054.65 (692 - 2062)	12.91	0.68

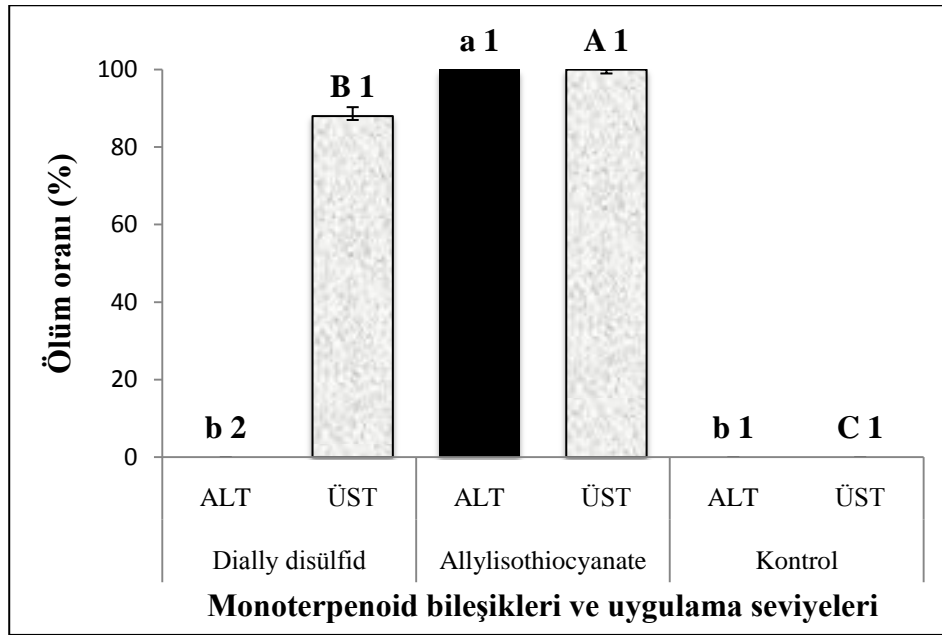
<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri

Buradaki değerler incelendiğinde Allyl isothiocyanate ürünlü ortamda üst ve alt seviyesine ait LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 8.05 - 24.71 µl/l ve 17.60 - 50.81 µl/l, Diallyl disülfid'de ise sırasıyla 12.77 - 40.02 µl/l ve 200.74 - 1054.65 µl/l olarak belirlenmiştir. Özellikle Diallyl disülfid bileşiğinin ürünlü ortamdaki pupalara karşı fumigant toksisitesi oldukça düşük bulunmuştur. Ürünsüz ortam denemelerinde LC<sub>50</sub> değeri 14.56 µl/l iken, üst

seviyede toksisite (larva dönemi üst seviyede yapmış olduğu etki gibi) daha yüksek olmasına rağmen, alt seviyede pupalara karşı toksisitelerin çok düştüğü belirlenmiştir. Bu düşük etkinin bileşiğin ürün içerisinde, penetrasyonun zayıf olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 5.1.4. *Tribolium confusum*'un ergin dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsatrasyon değerleri

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst seviyelere yerleştirilmiş *T. confusum* erginlerine ait % ölüm oranları Şekil 5.4' de verilmektedir.



**Şekil 5.4.** Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *Tribolium confusum* erginlerine ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alt ve üst seviyelerine yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üst seviyede bulunan böceklere ait bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*\*Küçük harfler alt seviyede bulunan böceklere ait bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Yapılan istatistik analiz sonucunda test edilen bileşiklerin *T. confusum* erginleri ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ( $F_{2,12}= 5791.04$ ;  $P<0.0001$ ). Benzer şekilde ürün içerisinde farklı seviyelere yerleştirme de *T. confusum* erginlerinin ölüm oranlarına önemli seviyede etkiye neden olmuştur ( $F_{1,12}= 1145.64$ ;

P<0.0001). Şekil 5.4' de görüldüğü gibi Allyl isothiocyanate ürünün alt ve üstüne yerleştirilen erginlerin % 100 ölümüne neden olmuş ve bu farklılık kontrole göre önemli bulunmuştur. Diallyl disülfid ürünün üst kısmına yerleştirilen erginlerin % 88' inin ölümüne neden olurken alt kısımda ise erginlerde hiç ölüm elde edilmemiştir.

**Çizelge 5.4.** Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerine karşı toksisite değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate Üst	300	7.93 ± 0.8	16.04 (14.33 - 18.26)	23.28 (20.00 - 31.73)	31.56	3.15
Allyl isothiocyanate Alt	600	4.87 ± 0.31	29.90 (27.42 - 32.51)	54.75 (49.12 - 62.73)	29.13	1.32
Diallyl disülfid Üst	525	3.83 ± 0.25	45.05 (39.08 - 51.89)	97.19 (81.83 - 120.89)	29.38	1.54
Diallyl disülfid Alt <sup>e</sup>	450	---	---	---	--	---

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite <sup>e</sup>: Hesaplanan LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri test edilen uygulama doz aralıklarının çok ötesinde bulunmuştur

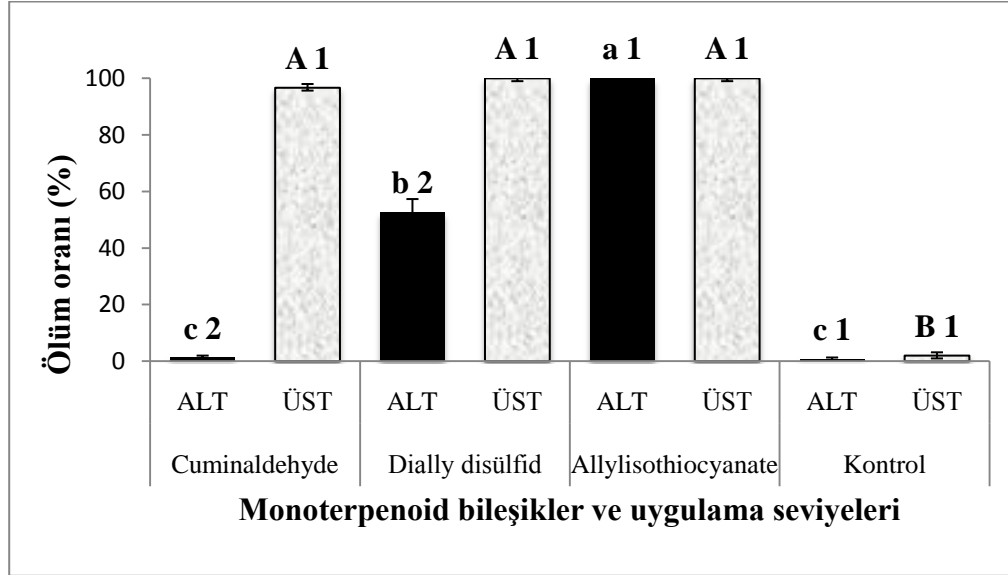
Çizelge 5.4' de görüldüğü gibi Allyl isothiocyanate bileşiğinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri üst seviye için sırasıyla 16.04 ve 23.28 µl/l, alt seviye için ise 29.90 ve 54.75 µl/l olduğu tespit edilmiştir. Diallyl disülfid' e ait sonuçlar incelendiğinde üst seviyedeki uygulama için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 45.05 ve 97.19 µl/l olarak belirlenirken, alt seviyede ise 416 µl/l dozda bile erginlerde ölüm elde edilmediği için hesaplanan LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri test edilen uygulama doz aralıklarının çok ötesinde bulunmuştur.

## 5.2. Ürünlü ortamda *Ephestia kuehniella*' nın gelişme dönemlerine karşı ön biyolojik testlerin bulguları ve letal konsantrasyon değerleri

25 °C sıcaklıkta ve ürünlü ortamda, 24 saat süreyle, boş hacim uygulamalarında etkili görülen bileşiklerin farklı uygulama dozları (yumurta ve pupa dönemleri için 100 µl/l; larva dönemi için 80 µl/l; ergin dönemi için 55.1 µl/l) ürünün farklı seviyesine yerleştirilen (alt - üst) *E. kuehniella*' nın, tüm gelişme dönemlerine ait ölüm oranlarının ve toksisite değerlerinin, dönemlere göre kıyaslamaları aşağıda verilmektedir.

### 5.2.1. *Ephestia kuehniella*' nın yumurta dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsantrasyon değerleri

Yumurta dönemine yönelik denemelerde, boş hacim uygulamalarında yüksek fumigant toksisite gösteren Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşikleri Letal konsantrasyon denemelerine tabi tutulmuştur. Test edilen bileşiklerin 100 µl/l konsantrasyona maruz bırakılan yumurtalara ait elde edilen % ölüm oranları Şekil 5.5' de verilmektedir.



**Şekil 5.5.** Allyl isothiocyante, Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *Ephestia kuehniella* yumurtalarına ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alt ve üst seviyelerine yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir. \*\*Büyük harfler üst seviyede bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir. \*\*\*Küçük harfler alt seviyede bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Yapılan analiz sonucunda test edilen bileşiklerin *E. kuehniella* yumurtalarının ölüm oranları üzerine istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur ( $F_{3,16}= 571.56$ ;  $P<0.0001$ ). Ürün içerisinde alt ve üst olarak farklı seviyelere yerleştirmede de *E. kuehniella* yumurtalarının ölüm oranlarına önemli derecede farklılığa neden olmuştur ( $F_{1,16}= 393.29$ ;  $P<0.0001$ ). Şekil 5.5' de görüldüğü gibi Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid ürünün üst kısmına yerleştirilen yumurtaların % 100 ölümüne neden olurken, Cuminaldehyde % 96.7 ölüm oranına sahip olmuş ve her üç bileşikte de kontrol uygulamasından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek ölüm elde edilmiştir ( $F_{3,8}= 412.09$ ;  $P<0.0001$ ). Bunun yanında, yalnızca Allyl isothiocyante bileşiği ürünün alt kısmına yerleştirilen *E. kuehniella* yumurtalarının %100 ölümüne neden olurken, Diallyl disülfid % 52.7 ve Cuminaldehyde bu iki bileşiğe oranla oldukça düşük seviyede (% 1.3) ölümüne neden olmuştur. Bu sonuçlar, özellikle

Cuminaldehyde' in *T. confusum*' da olduğu gibi ürünlü ortamda alt seviyeye penetrasyonunun zayıf olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 5.5.** Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *Ephestia kuehniella* yumurtalarının toksisite değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
Allyl isothiocyanate Üst	600	5.83 ± 0.5	0.21 (0.19 - 0.23)	0.35 (0.31 - 0.42)	10.13	1.45
Allyl isothiocyanate Alt	450	18.05 ± 1.5	0.60 (0.58 - 0.62)	0.71 (0.68 - 0.73)	6.65	0.67
Diallyl disülfid Üst	750	4.3 ± 0.31	1.32 (1.19 - 1.46)	2.63 (2.32 - 3.13)	18.64	1.55
Diallyl disülfid Alt	1050	6.02 ± 0.35	9.68 (9.13 - 10.23)	15.80 (14.70 - 17.27)	24.04	1.26

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite değeri

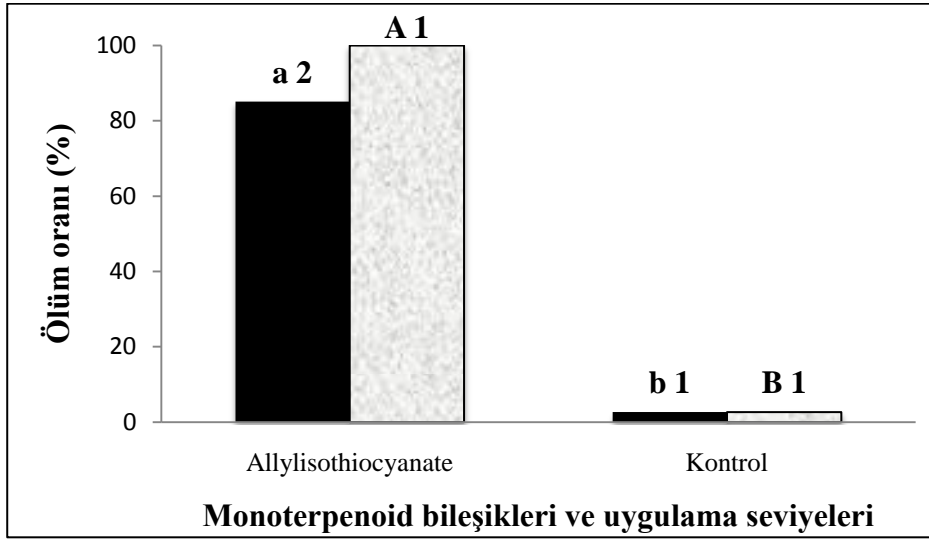
Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *E. kuehniella* yumurtalarının toksisite değerleri Çizelge 5.5' de verilmektedir. Çizelgeye göre yumurta dönemine karşı Allylisothiocyanate' ın LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri, üst seviyede sırasıyla 0.21 - 0.35 µl/l, alt seviyede ise 0.60 - 0.71 µl/l olarak, Diallyl disülfid bileşiği için ise sırasıyla LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri; üst seviye için sırasıyla 1.32 - 2.63 ve alt seviye için 9.68 - 15.80 µl/l olarak hesaplanmıştır.

### 5.2.2. *Ephestia kuehniella*' nın larva dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsentrasi değerleri

Ele alınan 12 adet bileşikten *E. kuehniella*' nın larvalarında öldürücü etki gösteren tek bileşiğin Allyl isothiocyanate olduğu saptanmıştır. Bu bileşiğin 80 µl/l uygulama dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *E. kuehniella* larvalarına ait % ölüm oranları Şekil 5.6' da verilmektedir. Şekil incelendiğinde Allyl isothiocyanate' ın 80 µl/l uygulama dozu, alt seviyedeki larvaların % 85' inin, üst seviyesinde ise % 100' ünün ölümüne neden olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda üst ve alt seviyedeki elde elden öüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılığın olduğu görülmüştür (F<sub>1,8</sub>=



16.53; P<0.0001). Buna göre alt seviyedeki ölüm oranı, üst seviyedeki ölüm oranına göre daha düşük bulunmuştur.



**Şekil 5.6.** Allyl isothiocyanate bileşiğinin 80 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *E.kuehniella* larvalarına ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alt ve üst seviyelerine yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üst seviyede bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*\*Küçük harfler alt seviyede bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Çizelge 5.6 incelendiğinde Allyl isothiocyanate'nin üst seviyesi için LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 22.89 - 36.02 µl/l, alt seviyesinde ise 42.84 - 81.63 µl/l olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 5.6.** Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate bileşiğine maruz bırakılan *Epehstia kuehniella* larvalarının toksisite değerleri

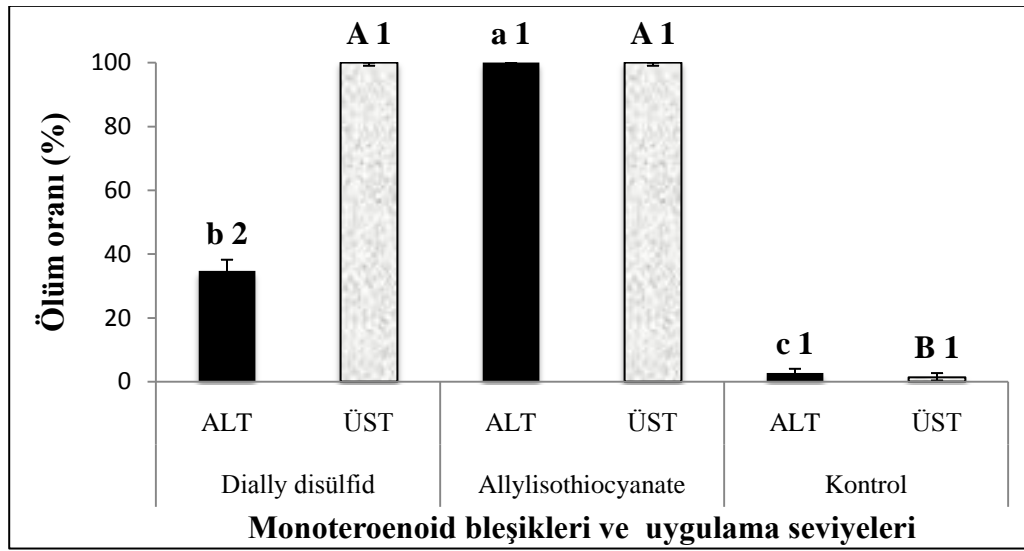
Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H
Allyl isothiocyanate Üst	450	6.51 ± 0.68	22.89 (21- 24.64)	36.02 (32.52 - 42.19)	22.38	1.39
Allyl isothiocyanate Alt	675	4.57 ± 0.45	42.84 (38.82 - 46.59)	81.63 (73.40 - 94.12)	22.90	0.95

<sup>a</sup>: Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri

Bu sonuçlara göre alt seviyede bileşiğin *E. kuehniella* larvalarına karşı toksisitesi, üst seviyedeki larvaların toksisitesine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Allyl isothiocyanate bileşiğinin üst seviyedeki *E. kuehniella* larvalarına karşı LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri kıyaslandığında, üst seviyede toksisite değerinin, alt seviyeye göre 2-3 kat daha toksik olduğu belirlenmiştir. Alt ve üst seviyedeki toksisiteler arasındaki bu kısmi farklılığın, bileşiğin ürün tarafından absorbe edilmesiyle açıklanabilir.

### 5.2.3. *Ephestia kuehniella*' nin pupa dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsatrasyon değerleri

Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş, *E. kuehniella* pupalarına ait % ölüm oranları Şekil 5.7' de verilmektedir.



**Şekil 5.7.** Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid bileşiklerinin 100 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *E. kuehniella* pupalarına ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alta ve üste yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üstte bulunan böceklere, küçük harfler ise altta bulunan böceklere ait bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Allyl isothiocyanate bileşiği alt ve üstte pupaların % 100 ölümüne neden olmuştur. Diallyl disülfid bileşiği üst seviyede pupaların % 100 ölümüne neden olmasına rağmen, alt seviyede bu ölüm oranı % 34.7' ye düşmüş ve aradaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $F_{2,6}=1337.38$ ;  $P<0.0001$ ). Bu sonuca göre Allyl isothiocyanate bileşiğinin *E.*

*kuehniella*'nın pupalarına karşı toksisitesi ürünlü ortamdan etkilenmezken, Diallyl disülfid bileşiği ürünü alt seviyesindeki *E. kuehniella*' pupalarına düşük oranda öldürerek, ürünlü ortamda toksisitesinin azaldığı belirlenmiştir. Diğer dönemler içinde belirtildiği gibi bunun nedeni Diallyl disülfid bileşiğinin zayıf penetrasyonu ve ürün tarafından yüksek absorpsiyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *E. kuehniella* pupalarına ait toksisite değerleri (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) Çizelge 5.7' de verilmektedir. Çizelge 5.7 incelendiğinde LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri Allyl isothiocyanate bileşiği üst seviyesi için sırasıyla 18.08 - 27.67 µl/l, alt seviyesi için 27.93 - 45.15 µl/l olarak hesaplanmıştır. Diallyl disülfid bileşiğinde ise üst seviyesi için sırasıyla 43.97 - 73.18 µl/l, alt seviyesinde ise 134.34 - 257.16 µl/l olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 5.7.** Ürünlü ortamda Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine maruz bırakılan *Ephestia kuehniella* pupalarına ait toksisite değerleri

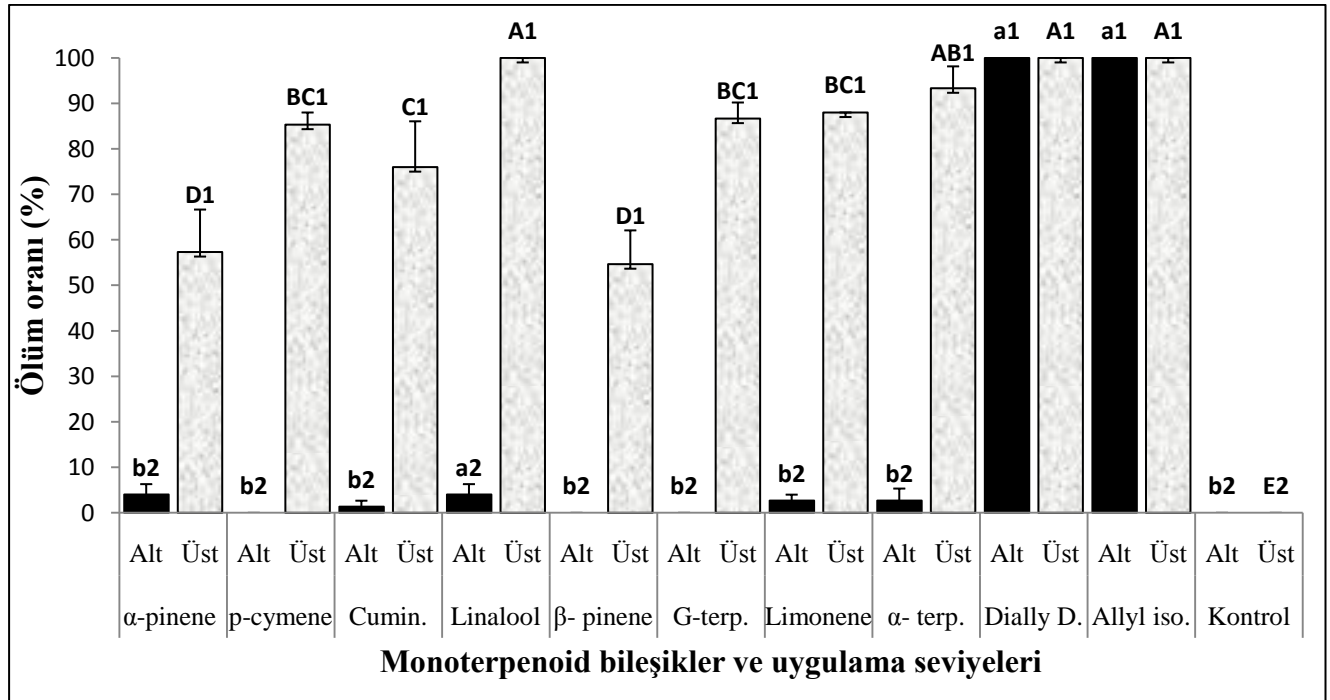
Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
<b>Allyl isothiocyanate Üst</b>	375	6.93 ± 0.72	18.08 (16.73 - 19.41)	27.67 (25.31 - 31.19)	12.43	0.96
<b>Allyl isothiocyanate Alt</b>	375	6.14 ± 1.34	27.93 (19.50 - 31.75)	45.15 (39.56 - 66.13)	19.42	1.49
<b>Diallyl disülfid Üst</b>	375	5.79 ± 0.61	43.97 (39.64 - 47.77)	73.18 (67.04 - 81.95)	11.41	0.88
<b>Diallyl disülfid Alt</b>	450	4.54 ± 0.58	134.34 (120.6 - 157.3)	257.16 (204 - 402.1)	24.41	1.52

<sup>a</sup>:Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>: Heterojenite

Bu iki monoterpenoid bileşiği etki bakımından karşılaştırıldığında, Diallyl disülfid bileşiğinin ürünlü ortamda, alt seviye de oldukça zayıf fumigant etkiye sahip olduğu görülmüştür. Oysaki bu durum Allyl isothiocyanate bileşiğinde ise fark daha az olup yüksek orandaki toksisitesinin devam ettiği görülmektedir.

#### 5.2.4. *Ephestia kuehniella*' nin ergin dönemine ait ön biyolojik testler ve Letal Konsatrasyon değerleri

*Ephestia kuehniella*' nin ergin dönemi üzerinde ön biyolojik çalışmalarda test edilen bileşiklerin *E. kuehniella* erginlerinin % ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $F_{10,44} = 111.24$ ;  $P < 0.0001$ ). Benzer şekilde ürün içerisinde farklı seviyelere yerleştirmede *E. kuehniella* erginlerinin ölüm oranlarına önemli seviyede etkiye neden olmuştur ( $F_{1,44} = 886$ ;  $P < 0.0001$ ) (Şekil 5.8).



**Şekil 5.8.** Ergin dönemine etkili bulunan bileşiklerin 80 µl/l dozuna maruz bırakılan 2 kg buğday içeren ürünün alt ve üst kısmına yerleştirilmiş *E.kuehniella* erginlerine ait % ölüm oranları (\*Rakamlar her bir bileşiğin alta ve üste yerleştirilen böceklerin ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Büyük harfler üstte bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir.\*\*Küçük harfler ise altta bulunan böcekler için bileşiklerin neden olduğu ölüm oranları arasındaki farklılığı göstermektedir).

Boş hacim uygulamasına ait ön biyolojik testler ve konsantrasyon denemelerinde ele alınan 12 monoterpenoid bileşiğin, 10 tanesi *E. kuehniella*'nin ergin dönemine karşı yüksek fumigant etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Bu 10 adet bileşiğin fumigant toksisitesi ürünlü ortam denemelerinde de doz denemelerine paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşikleri her iki seviyedeki etkisini sürdürmüştür.

Üst seviyesinde Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid, Linalool bileşikleri *E. kuehniella* erginlerinin % 100 ölümüne neden olurken, diğer bileşikler ürünsüz ortamda yürütülen ön biyolojik testlerde 55 µl/l konsantrasyonundan daha düşük konsantrasyonlarda bile erginlerin % 100 ölümüne neden olmasına rağmen, ürünlü ortamda yapılan denemelerde bu dozda bile erginlerde % 100 ölüm elde edilememiştir. Allyl isothiocyanate, Diallyl disülfid ve Linalool dışındaki bileşikler üst seviyesinde *E. kuehniella* erginlerinin % 54.7 - 93.3 arasında değişen ölümlere neden olduğu görülmüştür. Alt seviyede ise Allylisothiocyanate ve Diallyl disülfid *E. kuehniella* erginlerinin % 100 ölümüne neden olurken diğer bileşikleri % 0 - 4 arasında değişen ölüm oranlarına sahip olmuştur. Üst seviyede pupaların ölüm oranlarının düşük olması uygulanan bileşiklerin ürün tarafından absorpsiyonundan veya ürün içerisine penetrasyonun zayıf olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Ele alınan bileşiklerden Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid dışında kalan bileşiklerin ürünlü ortam alt seviyesinde düşük fumigant toksisitesi nedeniyle Letal konsantrasyon denemelerine tabi tutulmamıştır. Ürünlü ortamda *Ephestia kuehniella*'nın ergin dönemine karşı yüksek fumigant toksisite gösteren monoterpenoid bileşiklerinin toksisite değerleri Çizelge 5.8' de verilmektedir.

**Çizelge 5.8.** Ürünlü ortamda *Ephestia kuehniella*'nın ergin dönemine karşı yüksek fumigant toksisite gösteren monoterpenoid bileşiklerinin toksisite değerleri

Uygulamalar	n <sup>a</sup>	Eğim ± SH	LC <sub>50</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	LC <sub>90</sub> (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) <sup>b</sup>	χ <sup>2c</sup>	H <sup>d</sup>
<b>Allyl isothiocyanate Üst</b>	375	5.71 ± 0.52	0.75 (0.65 - 0.86)	1.27 (1.07 - 1.68)	36.86	2.83
<b>Allyl isothiocyanate Alt</b>	450	6.72 ± 0.58	3.01 (2.74 - 3.30)	4.67 (4.16 - 5.56)	30.46	1.90
<b>Diallyl disülfid Üst</b>	300	7.74 ± 0.92	0.71 (0.66 - 0.75)	1.04 (0.96 - 1.16)	3.79	0.38
<b>Diallyl disülfid Alt</b>	375	7.74 ± 1.14	3.50 (3.05 - 3.84)	5.13 (4.58 - 6.48)	23.09	1.77

<sup>a</sup>:Toplam test edilen birey sayısı, <sup>b</sup>:Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), <sup>c</sup>: Ki-kare (Chi-square) değeri, <sup>d</sup>:Heterojenite değeri

Bu değerler incelendiğinde Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin her ikisinde de alt ve üst sevisinde elde edilen LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerinin birbirine yakın olduğu görölmektedir. Letal konsantrasyon denemesi yapılan Allyl isothiocyante bileşiğinin üst seviyesine ait LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 0.75 - 1.27 µl/l, alt seviyesine ait LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 3.01- 4.67 µl/l olarak belirlenmiştir. Diallyl disülfid bileşiğinde ise üst seviyeye ait LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 0.71- 1.04 µl/l ve alt seviyesine ait LC<sub>50</sub> - LC<sub>90</sub> değerleri sırasıyla 3.50 - 5.13 µl/l olarak belirlenmiştir.

Her iki bileşikte de alt seviyedeki *E. kuehniella* erginlerinin LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değeri, bileşiğin üst seviyesinde elde edilen LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerlerine göre daha yüksek olduğu görölmüştür. Bu durum her iki bileşiğin alt seviyede bulunan *E. kuehniella* erginlerinin ölümünü gerçekleştirmek için bileşiğin üst seviyesindeki uygulamaya göre kısmen de olsa daha yüksek konsantrasyona ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkisel kökenli insektisitlerin çevreye ve hedef olmayan organizmalara etkilerinin az ya da hiç etkilerinin olmadığı ve birçok zararlı türüne karşı değişik şekillerde etki ettikleri birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Arnason ve ark. 1989, Hedin ve ark. 1997, Schmutterer, 1990). Uçucu yağlar yapılarında çoğunlukla terpenleri, benzen türevlerini, düz-zincirli ve çeşitli diğer bileşikleri içermektedir. Depolanmış ürün zararlısı böcekler açısından bakıldığında böcekler üzerine etkileri en fazla çalışılan grup terpen birleşikleri olmuştur (Coats ve ark., 1991, Konstantopoulou ve ark., 1992, Regnault- Roger ve Hamraoui, 1995, Ahn ve ark., 1998). Monoterpenoidlerin bazı böcek zararlıları üzerine etkilerinin incelendiği laboratuvar çalışmaları bu bileşiklerin ovisit, fümigant ve kontakt insektisit gibi biyolojik aktivitelerini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, bazı monoterpenoid bileşiklerinin;  $\alpha$ - pinene, *p*-cymene, Eugenol, Cuminaldehyde, Linalyl acetate, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid' in önemli bir depo zararlısı olan Kıрма Biti, *T. confusum* ve Değirmen Güvesi, *E. kuehniella*' nın tüm gelişme dönemlerine 20, 25 ve 30  $\pm$  1  $^{\circ}$ C' de uygulanmış ve bu sıcaklıklarda yüksek fumigant etki gösteren bileşiklerin 25  $\pm$  1  $^{\circ}$ C' de ürünlü ortamdaki fumigant etkisi araştırılmış, etkili bulunan bileşiklerin ele alınan böcek tür ve dönemlerine göre Letal Konsantrasyon (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> ) değerleri belirlenmiştir.

Test edilen monoterpenoid bileşiklerinin *T. confusum*'un gelişme dönemlerine karşı farklı derecelerde fumigant toksisite gösterdikleri belirlenmiştir. Her üç sıcaklık derecesinde, yumurta dönemine karşı 3 bileşik (Cuminaldehyde, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid) larva, pupa ve ergin dönemine ise 2 bileşiğin (Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid) yüksek fumigant toksisiteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer yandan bu 3 bileşik dışındaki, test edilen monoterpenoid bileşiklerin çok düşük fumigant toksisiteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer bazı araştırmacılar tarafından Diallyl disülfid ve Allyl isothiocyanate bileşiklerinin sırasıyla *T. confusum* ve *T. castaneum*' un muhtelif biyolojik dönemlerine karşı yüksek fumigant toksisite gösterdikleri bildirilmiştir (Gözek 2007, Karcı 2006, Wu ve ark. 2009, Işıkber ve ark. 2009). Genel olarak, üç sıcaklıkta da Allyl isothiocyanate bileşiği *T. confusum*'un tüm dönemlerine karşı diğer bileşiklere göre (Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde) daha toksik olduğu tespit edilmiştir.

*Ephestia kuehniella* için monoterpenoid bileşiklerinin, her üç sıcaklıkta fumigant etkinlikleri, *T. confusum* için elde edilen sonuçlardan biraz farklı olduğu görülmüştür. Bu farklıklar özellikle larva ve ergin dönemlerde olduğu belirlenmiştir. *Ephestia kuehniella* yumurtasına ve pupasına *T. confusum*' da olduğu gibi sırasıyla 3 (Cuminaldehide, Diallyl disülfid, Allyl isothiocyanate) ve 2 (Diallyl disülfid, Allyl isothiocyanate) bileşik yüksek fumigant toksisite gösterirken, *E. kuehniella*' nın larva ve erginleri için ise sırasıyla 1 (Allyl isothiocyanate) ve 10 ( $\alpha$ -Pinene, *p*-cymene, Cuminaldehide, Linalool,  $\alpha$ -terpinene, Gamma terpinene, Limonene,  $\beta$ -pinene, Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfide) bileşik yüksek fumigant toksisite göstermiştir. Allyl isothiocyanate' ın, *E. kuehniella*' nın tüm dönemlerini öldürmesi ve en yüksek fumigant toksisiteye sahip olduğu bu çalışma ile ortaya konmuştur. *Ephestia kuehniella*' nın yumurtaları için benzer sonuçların, orta düzeyde Diallyl disülfid bileşiği içeren sarımsak uçucu yağı ve orta düzeyde Cuminaldehide bileşiği içeren kimyon uçucu yağında olduğu Işıkber ve ark. (2009) tarafından bildirilmiştir. *Ephestia kuehniella* erginleri için de benzer sonuçların, Linalool (% 31.3) bileşiği içeren mersin ağacı, orta derecede Linalool (% 11.85) içeren beyaz kekik, orta derece Gamma terpinene (% 17.55) içeren kekik uçucu yağlarında olduğu Ayvaz ve ark. (2010) tarafından bildirilmiştir.

Genel olarak Allyl isothiocyanate bileşiğinin *E. kuehniella* ve *T. confusum*' un tüm gelişme dönemlerine Diallyl disülfid' e göre daha yüksek toksisite göstermesinin nedeni Allyl isothiocyanate bileşiğinin, Diallyl disülfid' e göre buhar basıncının daha yüksek olması ve kaynama noktasının daha düşük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Çizelge 3.1).

Test edilen monoterpenoid bileşiklerine karşı *T.confusum* ve *E. kuehniella*' nın gelişme dönemlerinde farklı hassasiyet gösterdikleri, bir gelişme dönemine karşı yüksek fumigant toksisite gösteren bileşiğin, diğer gelişme dönemleri üzerinde zayıf fumigant toksisite gösterdiği görülmüştür. *Tribolium confusum*' un yumurta dönemi hem Allyl isothiocyanate ve hemde Diallyl disülfid bileşiklerine karşı en hassas dönem olurken *T.confusum* larvası aynı bileşiklere en dayanıklı dönem olduğu bulunmuştur. Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid bileşiklerine karşı biyolojik dönemlerin hassasiyet sıralaması, küçükten büyüğe doğru yumurta > pupa > ergin > larva dönemi olarak belirlenmiştir. Diallyl disülfid bileşiğine karşı *T. confusum* biyolojik dönemlerinin hassasiyetleri için benzer sonuçlar Gözek (2007) tarafından bildirilmiştir. *Ephestia kuehniella* için biyolojik dönemler arasında bileşiklere karşı hassasiyet *T. confusum*' da elde edilen sonuçlardan farklı olduğu görülmüştür. *Ephestia kuehniella*' nın yumurta dönemi Allyl isothiocyanate bileşiğine karşı en hassas dönem olurken aynı bileşiğe en



dayanıklı dönemin pupa olduğu belirlenmiştir. Diallyl disülfid bileşiğinde ise en dayanıklı dönemin pupa, en hassas dönemin ergin olduğu görülmüştür. Allyl isothiocyante bileşiğinin biyolojik dönemlere göre hassasiyet sıralaması, küçükten büyüğe doğru yumurta > ergin > larva > pupa dönemi olarak belirlenmiştir. Diallyl disülfid bileşiğinin biyolojik dönemlere göre hassasiyet sıralaması, küçükten büyüğe doğru ergin > yumurta > pupa dönemi olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada monoterpenoid bileşiklere karşı genel olarak yumurta döneminin en hassas dönem olduğu tespit edilmiştir. Ancak yapılan birçok çalışma, konvensiyonel fumigantlara (metil bromid, fosfin ve karbonil sülfid) karşı yumurta ve pupa dönemlerinin diğer dönemlerden daha dayanıklı olduğunu ortaya koymaktadır (Howe, 1974; Hole, 1981). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, konvensiyonel fumigantların depo zararlısı böceklerin farklı gelişme dönemlerine karşı toksisitesi üzerine elde edilen sonuçlarla tezat oluşturmaktadır. Bu durum, metabolik faaliyetlere bağlı olan böceğin gelişme dönemlerinin solunum hızındaki farklılıktan ziyade monoterpenoid bileşiklerin böceklerin gelişme dönemleri üzerinde farklı etki mekanizmasına sahip olabileceği ile açıklanabilir.

Ortam sıcaklığının monoterpenoid bileşiklerin gaz haline dönüşmesi ve böcek toksisiteleri için önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada genel olarak sıcaklığın 20 °C' den, 25°C ve 30°C' ye çıkarılması ile monoterpenoid bileşiklerin *T.confusum* ve *E. kuehniella*' nın fumigant toksisitelerinde önemli artışların olduğu tespit edilmiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda sıcaklık artışı ile hem bileşiklerin, hem de uçucu yağların bazı depolanmış ürün zararlısı böceklerle karşı toksisitelerinde artışın olduğu bildirilmiştir (Karakoç ve ark. 2006, Lee ve ark. 2003). LC<sub>50</sub> değerlerine göre Allyl isothiocyante ve Diallyl disülfid bileşiklerinin *T.confusum* ve *E. kuehniella*' nın tüm biyolojik dönemlerine toksisite sıralaması 30 > 25 > 20 °C olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak sıcaklık artışı test edilen bileşiklerin LC<sub>50</sub> değerlerinde önemli ölçüde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum sıcaklığın artmasıyla birlikte böcek metabolizmasındaki artış ve buna bağlı olarak da kısa sürede etkin olacak maddenin bünyeye alınışı ile açıklanabilir (Nakakita and Ikenaga, 1997). Chaudhry et al. (2004) farklı sıcaklıklarda *L. serricornis*' nin fumigant insektisitlerden olan magnezyum phosphine olan duyarlılıklarını ölçmüş ve sıcaklık 5 °C' den, 25 ° C' ye çıkarıldığında zararlının solunum düzeyinin arttığını ve buna bağlı olarak daha fazla miktarda phosphine maruz kalarak kısa bir sürede öldüğünü bildirmektedirler. Buna ilaveten uçucu yağların sıcaklık arttıkça daha hızlı bir şekilde gaz

haline geçmesi ve test edilen atmosferde yüksek konsantrasyonlara ulaşması nedeniyle, böceklerdeki ölüm oranının artışı ile açıklanabilir.

Ürünlü ortamda yapılan biyolojik testlerde, test edilen tüm bileşiklerin hem *T. confusum* hem de *E. kuehniella*'nın tüm biyolojik dönemlerine ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu, benzer şekilde ürün içerisinde farklı seviyelere yerleştirmede de *E. kuehniella*'nın ve *T. confusum*'un larvalarına ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ürünlü ortamda yürütülen toksisite testlerinde alt seviyeye yerleştirilen *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı test edilen bileşiklerin toksisite değerlerinde (LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub>) üst seviyeye yerleştirilen böceklere göre genel olarak bir artışın olduğu belirlenmiştir. Buna göre ürünün alt seviyesine yerleştirilen *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un biyolojik dönemlerini öldürmek için, üst seviyeye göre bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonlarına ihtiyaç duyulmuştur. Ürünlü ortamda, boş hacim uygulamasında elde edilen sonuçlara benzer olarak Allyl isothiocyanate bileşiği diğer test edilen bileşiklere göre hem *E. kuehniella* ve hem de *T. confusum*'un biyolojik dönemlerine daha yüksek fumigant toksisite göstermiş olup bunu Diallyl disülfid takip etmiştir. Diallyl disülfid bileşiği ürünlü ortamda alt seviyeye yerleştirilen *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un biyolojik dönemlerinin ölümünü sağlamak için LC<sub>50</sub> ve LC<sub>90</sub> değerleri, Allyl isothiocyanate bileşiğine göre daha yüksek olurken, Diallyl disülfid böceklerin ölümünü sağlamak için Allyl isothiocyanate bileşiğine göre çok daha yüksek konsantrasyona ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Benzer şekilde Cuminaldehide bileşiğinde ürününü üst kısmına yerleştirilen yumurtaların yüksek ölümüne neden olurken, alt seviyesine yerleştirilen yumurtaların çok düşük ölümüne sebep olduğu görülmüştür. Bundan dolayı üst seviyede Cuminaldehide için toksisite değerleri hesaplanırken, alt seviyede toksisite değerleri hesaplanamamıştır.

Diallyl disülfid ve Cuminaldehide bileşiklerinin alt ve üst seviyeye yerleştirilen *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un biyolojik dönemlerine karşı toksisitelerindeki bu farklılıklar öncelikle bu bileşiklerin ürününü içerisine penetrasyon (difüzyon) yeteneğinin çok düşük olmasından ve ürün tarafından daha fazla absorbe edilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bitkilerden elde edilen fumigantlar veya bunların bileşikleri ideal bir fumigantın en önemli özelliklerinin (böcekleri öldürmek için ürün içerisine difüzyon ve penetrasyon için yeterli buhar basıncı) genel olarak eksik olduğu bildirilmektedir (Rajendran, 2008). Prates ve ark. (1998)'da monoterpenoid bileşiklerin 26 °C' de buharlaşma oranlarının değiştiğini; 1-8 cineole'nin en hızlı buharlaşma (2.5 saat), Limonene'in orta derece (4 Saat)

menthol,  $\alpha$ -terpinene ve linool' ün çok daha uzun sürede buharlaştığı (24 saat <) olduğunu bildirmişlerdir. 1-8 cineole'nin buhar basıncının (20°C'de, 1.00 mmHg >), phosfine (23 °C'de, 31.92 mmHg), methyl bormide (20 °C'de, 1250 mmHg), sulphuryl fluoride (20 °C' de 12.087 mmHg) ile kıyaslandığında çok daha düşük olduğu görülmektedir. Benzer şekilde hem dichlorvos hem de chloropicrin çok düşük buhar basıncına (sırasıyla 20°C de 0.001, 18.0 mmHg) sahiptir ve bu yüzden bunlar yalnızca boş alan uygulamalarında kullanılırken, ürünlerin fumigasyonunda kullanılmadığı görülmektedir (Rajendran, 2008; Lee ve ark.,2003). Cuminaldehyde (30 °C' 0.06 mmHg) ve Diallyl disülfid (30 °C' de 1.00 mmHg )'in, ürünlü ortamda alt seviyeye yerleştirilen böceklerle karşı toksisitelerinin düşük olmasının sebebinin, bu iki bileşiğin buhar basınçlarının methyl bromide ve phospine göre çok düşük olması ve dolayısıyla daha zayıf penetrasyon gücünün düşük buhar basıncından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Allyl isothiocyanate bileşiğinde ise; alt ve üst seviyede yerleştirilen böceklerle toksisiteleri arasında *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un biyolojik dönemlerine karşı toksisiteleri arasındaki farkın Diallyl disülfid ve Cuminaldehyde bileşiklerine göre daha çok olduğu belirlenmiştir. Bunun nedenin Allyl isothiocyanate (30 °C' de 3.70 mmHg) bileşiğinin buhar basıncının Diallyl disülfid (30 °C' de 1.00 mmHg) ve Cumin (30 °C' de 0.06 mmHg) buhar basıncına göre daha yüksek olması ve dolayısıyla penetrasyon gücünün yüksek olmasına bağlanabilir. Fumigant kimyasalların gaz haline dönüşerek ürün içerisine dağılımında ve penetrasyon yeteneğinde gazın absorpsiyon ve deabsorpsiyonu çok önemli rol oynar. Absorpsiyon sıcaklıkla ters orantı gösterir ve düşük sıcaklıklarda gaz yüksek sıcaklıklara göre ürün tarafından daha fazla absorbe edilir. Absorpsiyonu sıcaklık dışında ürün nemi ve ürünün yağ oranı da etkiler. Kaynama noktası yüksek olan fumigantlar, kaynama noktası düşük olan fumigantlara göre ürünler tarafından daha fazla absorbe edilirler (Bond,1984). Nitekim bu çalışmada da kaynama noktası yüksek olan Cuminaldehyde (235 °C), kaynama noktası daha düşük olan Allyl isothiocyanate (150°C) ve Diallyl disülfid (138°C) bileşiklerine göre *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un yumurtalarına, ürünlü ortamda alt seviyeye yerleştirilen *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un yumurtalarına fumigant toksik etkisi çok zayıf olduğu tespit edilmiştir. Fumigant etkideki azalmanın nedeni kaynama noktaları arasındaki farklıktan ve yüksek kaynama noktasına sahip olan Cuminaldehyde'in ürün tarafından daha fazla absorbe edilemesinden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Bu çalışmada, boş hacimde (ürünsüz ortam) yürütülen toksisite testlerinde *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı test edilen 12 monoterpenoid bileşik içerisinde böceklerin tüm dönemlerine yüksek fumigant etki gösteren iki adet monoterpenoid bileşik (Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid) tespit edilirken Cuminaladehydenin ise yalnızca *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un yumurta dönemine karşı biyolojik olarak aktif olduğu belirlenmiştir. Bu üç bileşik içerisinde Allyl isothiocyanate 'ın diğer iki bileşiğe göre *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı daha toksik olduğu görülmüştür. Yine ürünlü ortamda yürütülen testlerde fumigant toksisite yönünden Allyl isothiocyanate ve Diallyl disülfid'in ön plana çıktığı belirlenirken, özellikle Allyl isothiocyanate ürünün alt seviyeye yerleştirilen *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı Diallyl disülfid'e göre çok daha yüksek fumigant toksisite gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca düşük sıcaklıkta (20 °C) bile diğer bileşiklere göre *E. kuehniella* ve *T. confusum*'un tüm biyolojik dönemlerine karşı daha toksik olması bu bileşiği diğer bileşiklere göre daha ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Allyl isothiocyanate'ın test edilen böceklerin tüm dönemlerini öldürdüğü, düşük sıcaklıkta bile yüksek fumigant etkiye sahip olduğu, ürünlü ortamda yüksek penetrasyon gücüne sahip olarak ürünün alt seviyesine yerleştirilen böceklerin tüm dönemlerine karşı yüksek fumigant toksisite gösterdiği için depo zararlılarının mücadelesinde ticari fumigant olarak kullanılabilmesi sonucuna bu çalışma ile varılmıştır. Ancak bu bileşiğin ticari bir fumigant olarak uygulanabilmesi için insan ve hayvanlara olumsuz etkisinin olmadığı gösteren toksisite testlerinin, diğer depo zararlısı böcekler karşı etkinliklerini, değişik ürünler üzerinde absorpsiyon ve penetrasyon yeteneğinin ve ürünler üzerinde bıraktığı kalıntı düzeylerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması gereklidir.

## KAYNAKLAR

- Ahn Y J, Lee S B, Lee H S, Kim G H (1998). Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and  $\beta$ -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. Journal of Chemical Ecology, 24:1-90.
- Arnason J T, Philogène, B J R. Morand P (1989). Insecticides of Plant Origin, ACS Symposium Series No. 387. American Chemical Society, Washington, DC, s.213.
- Anonymous (2009). Tarım Raporu, <http://www.tekirdagtarim.gov.tr/dosyalar/TKB592009.rar> (erişim tarihi, 03.09.2010).
- Anonymous (2010). [http://en.wikipedia.org/wiki/Essential\\_oil](http://en.wikipedia.org/wiki/Essential_oil) (erişim tarihi,14.08.2010).
- Anonymous (2011). <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/ProductDetail> (erişim tarihi, 11.02.2011).
- Athanassiou C G, Kavallieratos N G, Chintzoglou G J (2008a). Effectiveness of spinosad dust against different European populations of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. Journal of Stored Products Research 44: 47–51.
- Athanassiou C G, Palyvos N E, Kakouli-Duarte T (2008b). Insecticidal effect of steinernema feltiae (Filipjev) (Nematoda: Steinernematidae) against *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in stored wheat, Journal of Stored Products Research, 44: 52–57.
- Aydın N, Soran H (1987). Trakya Bölgesinde Depolanmış Buğday ve Un Fabrikalarında Saptanan Zararlılar, Bulaşma Oranları. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 717-727, İzmir.
- Ayvaz A, Sagdic O, Karaborklu S, Ozturk I (2010). Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. 13pp. Journal of Insect Science 10:21 available online: <http://www.insectscience.org/10.21/i1536-2442-10-21.pdf>

- Bachrouch O, Jemâa J M B, Wissem A W, Talou T, Marzouk B, Abderraba M (2010). Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Journal of Stored Products Research* 46: 242-247.
- Bell C H, Wilson S M (1995). Phosphine Tolerance and Resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research*, 31: 199-205.
- Bond E.J.,1984. Manual of fumigation for insect control. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1984. 432 p.
- Bulut H, Kılınçer N (1987). Yumurta Parazitoidi *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)' nin Un Güvesi (*Ephestia kuehniella* Zell.), (Lepidoptera: Pyralidae) Yumurtalarında Üretimi ve Konukçu-Parazit İlişkileri. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, İzmir, 563-572.
- Chaudry M Q (1995). Molecular Biological Approaches in Studying the Gene(s) That Confer Phosphine-resistance in Insects. *Journal of Cellular Biochemistry Supplement*, A: 213-215.
- Chaudhry M Q, Bell H A, Savvidou H A, Macnicoll A D (2004). Effect of low temperatures on the rate of respiration and uptake of phosphine in different life stages of the Cigarette Beetle *Lasioderma serricorne* (F.). *J. Stored Prod. Res.*,40: 125-134.
- Chiam W Y, Huang Y, Chen S X, Ho S H (1999). Toxic and Antifeedant Effects of Allyl Disulfide on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, 92: 239-245.
- Coats J R, Karr L L, Drewes C D (1991). Toxicity and Neurotoxic Effects of Monoterpenoids in Insects and Earthworms. In: P.A. Hedin (Ed.), *Naturally Occuring Pest Bioregulators*. ACS Symposium Series No. 449. American Chemical Society, Washington, 305-316.

- Day C L (1964). A Device for Measuring Voids in Porous Materials. *Agricultural Engineering*, 45: 36-37.
- Ebadollahi A, Safaralizadeh M H, Hoseini S A, Ashouri S, Sharifian I (2010). Insecticidal Activity of Essential Oil of *Agastache foeniculum* Against *Ephestia kuehniella* And *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Mun. Ent. Zool.* vol 5 (2); 785-794.
- Edris A, Fadel H (2002). Investigation of the volatile aroma components of garlic leaves essential oil. Possibility of utilization to enrich garlic bulb oil. *European Food Research and Technology* 214: 105(<http://www.springerlink.com/content/khh2wv7gq5jg5ujt/>)
- Elgün A, Ertugay Z (1990). Tahıl İşletme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 297, s. 52.
- Erakay S (1974). Ege Bölgesi' nde un ve undan mamul maddelerde bulunan zararlı böcekler üzerinde araştırmalar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, İstiklal Matbaası, 60s, İzmir.
- Erler F (2000). Bitkisel kökenli bileşiklerin böcek ve akarlarla mücadelede kullanılma potansiyeli üzerinde araştırmalar (Doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Erler F (2005). Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum* and Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112: 602-611.
- Eun L S, Ho L B, Sık C W, Soo P B, Gyu K J, Campbell B (2001). fumigant toxicity of volatile natural products from korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Pest Management Science*, 57: 548–553.

- Gözek N (2007). Bitkisel Kökenli Sarımsak İle Soğan Uçucu Yağlarının ve Bazı Aktif Bileşenlerinin Kıрма Un Biti (*Tribolium confusum* Du Val.)' nin Gelişme Dönemlerine Karşı Fumigant Etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Grozav M ve Foarce A (2005). Preliminary study on the biological activity of *Allium sativum* L. essential oil as potential plant growth regulators. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry; EJEAFChe,4 (6) :1138-1142.
- Harwood S H, Moldenke A F, Berry R E (1990). Toxicity of Peppermint Monoterpenes to the Variegated Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology, 83: 176-177.
- Hashemi P, Shamizadeh M, Badiei A, Ghiasvand A R, Azizi K (2009). Study of the Essential Oil Composition of Cumin Seeds by an Amino Ethyl-Functionalized Nanoporous SPME Fiber. Chromatographia, 70.
- Hedin P A, Hollingworth R M, Masler E P, Miyamoto J, Thompson D G (1997). Phytochemicals for Pest Control. Acs Symposium Series No. 658, American Chemical Society, Washington, s. 372.
- Ho S H, Koh L, Ma Y, Huang Y, Sim K Y (1996). The Oil of Garlic, *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae), As A Potential Grain Protectant against *Tribolium castaneum* (Herbest) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Postharvest Biology and Techn.,9: 41-48.
- Hole B D (1981). Variation in tolerance of seven species of stored product Coleoptera to methyl bromide and phos-phine in strains from twenty-nine countries. Bull. Entomol. Res., 71: 299-306.
- Howe R W (1974). Problems in the laboratory investigation of the toxicity of phosphine to stored product insects. J.Stored Prod. Res. 10: 167-181.



- Huang Y, Tan J M W L, Kını R M, Ho S H (1997). Toxic and Antifeedant Action of Nutmeg Oil against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. Journal of Stored Products Research, 33: 289-298.
- Huang Y, Xing C S, Hung H S (2000a). Bioactivities of Methyl Allyl Disulfide and Diallyl Trisulfide from Essential Oil of Garlic to Two Species of Stored-product Pests, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology, 93: 537–543.
- Huang Y, Lam S L, Ho S H (2000b). Bioactivities of Essential Oil From *Elletaria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research, 36: 107–117.
- Işıkber A A, Özdamar H Ü, Karcı A (2005). Kahramanmaraş ve Adıyaman İllerinde Depolanmış Buğdaylar Üzerinde Rastlanan Böcek Türleri ve Bulaşma Oranları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(1):107-112.
- Işıkber A A, Alma M H, Kanat M, Karcı A (2006). Fumigant Toxicity of Essential Oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against All Life Stages of *Tribolium confusum*. Phytoparasitica 34(2): 167-177.
- Işıkber A A, Özder N, Sağlam Ö (2009). Susceptibility of eggs of *Tribolium confusum*, *Ephestia kuehniella* and *Plodia interpunctella* to four essential oil vapors. Phytoparasitica, 37: 231–239.
- Karakoç Ö C, Gökçe A, Telci İ (2006). Bazı bitki uçucu yağlarının *Sitophilus oryzae* L. *Sitophilus granarius* L. (Col: Curculionidae) ve *Acanthocelides obtectus* Say. (Col: Bruchidae)'a karşı fumigant etkileri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 30 (2): 123-135.
- Karcı A (2006). Bitkisel Kökenli Bazı Uçucu Yağların Kıрма Unbiti, *Tribolium confusum* Jacquelin duVal (Coleoptera: Tenebrionidae)' un Tüm Gelişme Dönemlerine Karşı Fumigant Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.

- Karcı A, Isıkber A (2007). Ovicidal Activity of Various Essential Oils Against Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae). Integrated Protection of Stored Products IOBC/ WPRS Bulletin, 30: 251-258.
- Karr L L, Drewes C D, Coats J R (1990). Toxic effects of d-limonene in The Earthworm *Eisenia fetida* (Savigny). Pesticide Biochemistry and Physiology, 36: 175-186.
- Khangholil S ve Rezaeninodehi A (2008). Effect of drying on essential oil content and composition of sweet wormwood (*Artemisia annua*) growing wild in Iran. Pakistan Journal of Biological Science 11 (6): 934-937.
- Konstantopoulou L, Vassilopoulou L, Mauragani-Tsipidov P, Scouras Z G (1992). Insecticidal Effects of Essential Oils. A Study of the Effects of Essential Oils Extracted from Eleven Greek Aromatic Plants on *D. auraria*. Experientia, 48: 616-619.
- Lee S, Peterson C J , Coats J R (2003). Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. Journal of Stored Products Research, 39:77–85.
- Leora Software (1987). POLO-PC. A User's Guide to Probits or Logits Analysis. LeOra Software, Berkeley, CA,USA.
- Mondal M ve Khalequzzaman M (2010). Toxicity of naturally occurring compounds of plant essential oil against *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Biological Science, 10 (1):10-17.
- Mortan J F (1981). Atlas of Medicinal Plants of Middle America: Thomas, Springfield, IL, s. 761–763.
- Nakakita H ve Ikenaga H (1997). Action of low temperature on physiology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in rice storage. J. Stored Prod. Res., 33: 31-38.

- Ojimelukwe P C ve Adler C (1999). Potential of Zimtaldehyde, 4-Allyl-anisol, Linalool, Terpeneol and other Phytochemicals for the Control of the Confused Flour Beetle (*Tribolium confusum* J. d. V.) (Col., Tenebrionidae), J. Pest Science, 72: 81-86.
- Özar İ ve Yücel A (1982). Güneydoğu Anadolu Bölgesi' nde Ambarlanan Hububat Ürün Zararlıları Üzerinde Sürvey Çalışmaları. Bitki Koruma Bülteni, 22: 93-98.
- Özder N (1998). Tekirdağ İli ve Çevresinde Depolanmış Ayçiçeği Tohumluklarında Zararlı Böcekler Üzerinde Araştırmalar, Türk Entomoloji Dergisi, 22(2): 143-148.
- Papachristos D P ve Stamopoulos D C (2002). Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research, 38:365–373.
- Pascual-Villalobos M J (2002). Volatile activity of plant essential oils against stored-product beetle pests. Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection, 648-650.
- Prates H T, Santos J P, Waquil J M, Fabris J D, Oliveira A B, Foster J E (1998). Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Stored Products Research,34: 243-249.
- Rajendran S ve Sriranjini V (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. J. Stored Prod. Res., 44: 126-135.
- Regnault-Roger C ve Hamraoui A (1995). Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Stored Products Research, 31: 291-299.

- Samir A M A, Magdy E M, Badawy M E I, Sailan A A E (2009). Fumigant and contact toxicities of monoterpenes to *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) and their inhibitory effects on acetylcholinesterase activity. *Journal Chem. Ecology*, 35: 518-525.
- Santos J C, Faroni L R A, Sousa A H, Guedes R N C (2011). Fumigant toxicity of allyl isothiocyanate to populations of the red our bettle *Tribolium castaneum*. *Journal of Stored Products Research*, 47: 238-243.
- Saraç A ve Tunç İ (1995). Toxicity of essential oil vapours to stored-product insects. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 102: 69–74.
- Sattar E A, Zaitoun A A, Farag M A, Gayed S H E, Harraz M H (2010). Chemical composition, insecticidal and insect repellent activity of *Schinus molle* L. leaf and fruit essential oils against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*. *Natural Product Research*, Vol. 24(3): 226–235
- Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 271–297.
- Sedlacek J D, Weston P A, Barney R J (1995). Lepidoptera and Psocoptera. In: Bh. Subramanyan and D.W. Hagstrum, Editors, *Integrated Management of Insects in Stored Products*, Marcel Dekker, New York, 41–70.
- Shaaya E, Kostjukovski M, Eilberg J, Sukprakarn C (1997). Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33: 7–15.
- Soon-Il K, June-Sun Y, Je Won J, Ki-Bae H, Young-Joon A, Hyung W K (2010). Toxicity and repellency of origanum essential oil and its components against *Tribolium castaneum* (Col: Tenebrionidae) adults. *J. of Asia-Pacific Entomology*, 13:369-373.

- Stamopoulos D C, Damos P, Karagianidou G (2007). Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Stored Products Research*, 43: 571–577.
- Spss (2009).SPSS Statistics 17, Data Analysis with Comprehensive Statistics Software., BrotherSoft, Issaquah, WA, USA.
- Tripathi A K, Prajapati V, Kumar A K, Kumar S (2000). Effect of volatile oil constituents of *Mentha* species against the stored grain pests, *Callosobruchus maculatus* and *Tribolium castaneum*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22: 549–556.
- Tunaz H, Er M K, Işıkber A A (2009). Fumigant toxicity of plant essential oils and selected monoterpenoid components against the adult German cockroach, *Blattella germanica* (L) (Dictyoptera: Blattellidae). *Turk J. Agric. For.*, 33: 211-217.
- Tunç İ, Berger B M, Erler F, Dağlı F (2000). Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36: 161-168.
- Wu H, Zhang GA, Zeng S Y, Lin K C, 2009. Extraction of allyl isothiocyanate from horseradish (*Armoracia rusticana*) and its fumigant insecticidal activity on four stored-product pests of paddy. *Pest Management Science*, 65:1003-1008.
- Zar J H (1996). *Biostatistical Analysis*. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.
- Zettler J L (1991). Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) from flour mills in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 84: 763–767.
- Zettler J L, Arthur F H (1997). Dose–response tests on red flour beetle and confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) collected from flour mills in the United States. *Journal of Economic Entomology*, 90: 1157–1162.

## ÖZGEÇMİŞ

Özgür SAĞLAM, 1977 yılında Bolu'nun Mengen ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mengen'de tamamladıktan sonra, 1995 yılında Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'ne kayıt yaptırdı ve 1999 yılında mezun oldu. 2000 yılında Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2004 yılında Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2005 yılında MASHAV bursu ile 1 ay İsrail' de bulundu. 2005 yılında başladığı Doktora eğitiminin son yılında ERASMUS öğrenci değişim programı kapsamında 5 ay süre ile Yunanistan'da (University of Thessaly, Laboratory of Entomology and Agricultural Zoology, Department of Agriculture, Crop Production and Rural Environment Volos/Greece) çalışmalarda bulundu. Evli ve Sıla adında kız çocuğu bulunan SAĞLAM, halen Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.