

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

DELTAMETHRİN'İN POLYZONE FORMÜLASYONUNUN *Tribolium castaneum* (HERBST) ve *T. confusum* JACQUELIN DU VAL (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE)'A ETKİNLİĞİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Sibel ERTÜRK

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA  
2024

Her hakkı saklıdır

## ÖZET

Doktora Tezi

DELTAMETHRİN'İN POLYZONE FORMÜLASYONUNUN *Tribolium castaneum* (Herbst)  
VE *T. confusum* Jacquelin du Val (COLEOPTERA: TENEBRIONİDAE)'A ETKİNLİĞİ  
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Sibel ERTÜRK

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

Bu çalışma, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1868 ve *T. castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)'un mücadelesinde beton yüzeye uygulanmış deltamethrin'in PolyZone® formülasyonunun etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Böceklerin farklı biyolojik dönemleri, deltamethrinin farklı dozları ve farklı uygulama süreleri incelenmiştir. Çalışmada ani ölüm, kalıcı etkinlik ve 7-gün gecikmeli ölümler üzerindeki etkiler değerlendirilmiştir. *Tribolium confusum*'un genç larvalarında 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozda mutlak ölüm (%100) 72. saatte meydana gelmiştir. Olgun larvalarda 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozda en yüksek ölüm 168. saatte %77.50 olmuştur. Erginlerde düşük dozda ölüm 168. saatte %61.67 olmuştur. *Tribolium castaneum*'un genç larvalarında her iki dozda da mutlak ölüm 48. saatte, olgun larvalarda 168. saatte elde edilmiştir. Erginde mutlak ölümler düşük dozda 144. saatte, yüksek dozda ise 96. saatte meydana gelmiştir. Uygulama sonrası gecikmeli ölümlerin tamamı artmıştır. Arazi ve laboratuvarında kalıcı etkinlik ve gecikmeli ölüm oranlarının belirlenmesinde erginler kullanılmıştır. *Tribolium confusum*'da en yüksek kalıcı etkinlik laboratuvar şartlarında düşük dozda, 1. günde %18.33, gecikmeli ölümden 60. günde %61.17 olmuştur. Yüksek dozda kalıcı etkinlik ve gecikmeli ölüm 30. günde laboratuvar şartlarında sırasıyla %16.67 ve %79.17 olmuştur. *Tribolium castaneum*'da düşük dozda en yüksek kalıcı etkinlik ve gecikmeli ölüm laboratuvarında şartlarında 1. günde sırasıyla %52.50 ve %89.17 olarak belirlenmiştir. Yüksek dozda en yüksek kalıcı etkinlik ve gecikmeli etki laboratuvar şartlarında 1. günde %100 olmuştur. Haymana, Çubuk ve Gölbaşı şartlarında kalıcı etkinlikteki ölüm oranları her iki türde de daha düşük olmuştur. Kalıcı etkinlikteki süre artışı, böcek ölümlerini azaltmış, yüksek doz uygulaması düşük doz uygulamasından daha etkili olmuştur. Çalışma sonucunda her iki böcek türü ile mücadelesinde deltamethrin aktif maddesinin kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir.

**Ağustos 2024, 108 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, deltamethrin, beton yüzey, rezidüyel etki, gecikmiş ölüm

# ABSTRACT

PhD Thesis

EFFICACY OF POLYZONE FORMULATION OF DELTAMETHRIN AGAINST  
THE RED FLOUR BEETLE, *Tribolium castaneum* (HERBST) AND THE  
CONFUSED FLOUR BEETLE, *T. confusum* Jacquelin du Val (COLEOPTERA:  
TENEBRIONIDAE)

Sibel ERTÜRK

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of the Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

This study was conducted to determine the effects of the PolyZone® formulation of deltamethrin applied to concrete surfaces on the control of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val, 1868 and *T. castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Different biological stages of the insects, various doses of deltamethrin, and different application times were examined. The effects on immediate mortality, persistent activity and 7-day delayed mortality were also evaluated. In young larvae of *T. confusum*, complete mortality (100%) achieved at 72 hours at doses of 12 and 24 mg/m<sup>2</sup>. In mature larvae, the highest mortality at 24 mg/m<sup>2</sup> dose was 77.50% at 168 hours. In adults, mortality at the low dose was 61.67% at 168 hours. In young larvae of *T. castaneum*, complete mortality was observed at 48 hours at both doses and at 168 hours in mature larvae. Adult complete mortality occurred at 144 hours at the low dose and 96 hours at the high dose. All delayed mortality increased after application. In the field and laboratory, adults were used to determine residual efficacy and delayed mortality rates. In *T. confusum*, the highest residual efficacy for delayed mortality under laboratory conditions was 18.33% on day 1 at low dose and 61.17% on day 60. At high dose, persistent efficacy and delayed mortality were 16.67% and 79.17%, respectively, on day 30 under laboratory conditions. In *T. castaneum*, the highest persistent efficacy and delayed mortality at low dose were 52.50% and 89.17%, respectively, on day 1 under laboratory conditions. The highest residual efficacy and delayed effect at high dose were 100% on day 1 under laboratory conditions. In Haymana, Çubuk and Gölbaşı environments, the mortality ratios in residual efficacy were lower for both species. The increase in the duration of residual efficacy resulted in decreased insect mortality, with high-dose application proving more effective than low-dose application. As a result of the study, the feasibility of using the active substance deltamethrin in the control of both insect species was evaluated.

**August 2024, 108 pages**

**Key Words:** *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, deltamethrin, concrete surface, residual effect, delayed mortality

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince, öncelikle bu çalışmanın ortaya çıkmasında sınırsız destek ve yardımları olan, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, çalışmamız süresince bilimsel katkılarını, sabrını ve hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen, akademik açıdan olduğu kadar insani ilişkilerde de engin fikirleriyle şahsıma değer katan, saygıdeğer tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ'ye (Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Değerli görüş ve önerileriyle tez içeriğine katkıda bulunan Tez İzleme Komitesi Üyeleri Sayın Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ'ye (Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı), Sayın Prof. Dr. Mehmet Sait ADAK'a (Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı), ayrıca Tez Savunma Jüri Üyeleri Sayın Prof. Dr. Recep AY'a (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER'e (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama destek sağlayan, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kete Un Farikası, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği yönetim ve çalışanlarına, ayrıca Öğr. Gör. Dr. Tuğba ERDOĞAN' a teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan, koşulsuz sevgi, destek ve güvenleriyle her zaman yanımda olan, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim aileme, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgileri ile bana güç veren değerli eşim Sait ERTÜRK ile canım evlatlarım Bertuğ ERTÜRK ve Batuhan ERTÜRK' e teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Sibel ERTÜRK  
Ankara, Ağustos 2024

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
SİMGELER VE/VEYA KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1 Materyal.....	23
3.1.1 Biyolojik testlerin yürütüldüğü böcek türleri .....	23
3.1.2 Araştırmada kullanılan insektisit.....	23
3.2 Yöntem .....	24
3.2.1 <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'un üretimi .....	24
3.2.2. Denemelerde kullanılan <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'un biyolojik dönemi ve yaşı .....	25
3.2.3 Beton yüzeylerin hazırlanması ve yüzeylere deltamethrin uygulanması.....	26
3.2.4 Laboratuvarında deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'da muamele süresi – ölüm ilişkisinin belirlenmesi .....	29
3.2.5 Laboratuvarında deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'a kalıcı etkinliğinin belirlenmesi .....	30
3.2.6 Arazi koşullarında deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde <i>Tribolium</i> <i>confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'a kalıcı etkinliğinin belirlenmesi.....	32
3.2.7 İstatistiksel analiz.....	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	35
4.1 Deltamethrin Uygulanmış Beton Yüzeyde Tutulmuş <i>Tribolium confusum</i> 'un Farklı Evrelerinde Muamele Süresi- Ölüm İlişkisi.....	35
4.1.1 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş <i>Tribolium confusum</i> 'un genç larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi .....	35
4.1.2 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş <i>Tribolium confusum</i> 'un olgun larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi .....	38
4.1.3 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş <i>Tribolium confusum</i> 'un ergin evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi.....	42
4.2 Deltamethrin Uygulanmış Beton Yüzeyde Tutulmuş <i>Tribolium castaneum</i> 'un Farklı Evrelerinde Muamele Süresi- Ölüm İlişkisi.....	45
4.2.1 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş <i>Tribolium castaneum</i> 'un genç larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi .....	45

4.2.2 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş <i>Tribolium castaneum</i> 'un olgun larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi .....	49
4.2.3 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş <i>Tribolium castaneum</i> 'un ergin evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi.....	52
4.3 Deltamethrin'in Beton Yüzeyde Kalıcı Etkinliği .....	56
4.3.1 Laboratuvar koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'a kalıcı etkinliği .....	56
4.3.1.1 Laboratuvar koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde <i>Tribolium confusum</i> 'a kalıcı etkinliği .....	56
4.3.1.2 Laboratuvar koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde <i>Tribolium castaneum</i> 'a kalıcı etkinliği .....	60
4.3.2 Arazi koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> 'a kalıcı etkinliği.....	64
4.3.2.1 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in kalıcı etkinliği .....	64
4.3.2.1.1 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in <i>Tribolium confusum</i> 'a kalıcı etkinliği.....	64
4.3.2.1.2 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in <i>Tribolium castaneum</i> 'a kalıcı etkinliği .....	68
4.3.2.2 Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in kalıcı etkinliği .....	72
4.3.2.2.1 Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in <i>Tribolium confusum</i> 'a kalıcı etkinliği.....	72
4.3.2.2.2 Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in <i>Tribolium castaneum</i> 'a kalıcı etkinliği .....	76
4.3.2.3 Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in kalıcı etkinliği .....	80
4.3.2.3.1 Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in <i>Tribolium confusum</i> 'a kalıcı etkinliği.....	80
4.3.2.3.2 Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in <i>Tribolium castaneum</i> 'a kalıcı etkinliği .....	84
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	88
KAYNAKLAR .....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	108

## SİMGELER VE/VEYA KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
±	Artı eksi
°C	Santigrad derece
a.i.	Aktif madde
ANOVA	Analysis of Variance
cm	Santimetre
F1	Yeni nesil döl verimi
g	Gram
h	Saat
kg	Kilogram
LT	Lethal time
LD	Lethal doz
ml	Mililitre
mm	Milimetre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
ppm	Milyonda bir kısım
PVC	Polivinilklorür
spp.	Türler
w:w	Ağırlıkça oran
µl	Mikrolitre
s.d.	Serbestlik derecesi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Böcek kültürlerinin oluşturulduğu polipropilen kap.....	25
Şekil 3.2 <i>Tribolium confusum</i> ve <i>T. castaneum</i> kültürleri .....	25
Şekil 3.3 Araştırmada kullanılan biyolojik dönemlerin yaşlarının belirlenmesi.....	27
Şekil 3.4 Petri kaplarında hazırlanan beton yüzeyler.....	27
Şekil 3.5 Etiketlenmiş petri kapları ve kaplardaki olası atık ve tozları temizlemede kullanılan kompresörlü hava tabancası.....	28
Şekil 3.6 Beton yüzeylere insektisit uygulaması ve hava tabancası .....	29
Şekil 3.7 Laboratuvar ve arazi koşullarındaki denemeler için insektisit uygulanmış Petri kaplarının yerleştirildiği PVC küvetler ve denemeler sonrası sayım çalışmaları.....	32

## ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 4.1 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 36
- Çizelge 4.2 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)..... 37
- Çizelge 4.3 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 39
- Çizelge 4.4 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)..... 40
- Çizelge 4.5 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 42
- Çizelge 4.6 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 43
- Çizelge 4.7 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 46
- Çizelge 4.8 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)..... 47
- Çizelge 4.9 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 49
- Çizelge 4.10 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)..... 50

- Çizelge 4.11 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 53
- Çizelge 4.12 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 54
- Çizelge 4.13 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 57
- Çizelge 4.14 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)..... 58
- Çizelge 4.15 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde kalıcı etkinlik süreleri sonunda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 60
- Çizelge 4.16 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde, kalıcı etkinlik süreleri sonunda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)..... 61
- Çizelge 4.17 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 65
- Çizelge 4.18 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde, farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 66
- Çizelge 4.19 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton

- yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 69
- Çizelge 4.20 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde, farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 70
- Çizelge 4.21 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 73
- Çizelge 4.22 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 74
- Çizelge 4.23 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri..... 77
- Çizelge 4.24 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 78
- Çizelge 4.25 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Civev Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 81
- Çizelge 4.26 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Civev Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı aylarda *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 82

- Çizelge 4.27 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri ..... 85
- Çizelge 4.28 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%) ..... 86

## 1. GİRİŞ

İnsanların beslenme gereksinimi, vücutlarının sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi ve enerji ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli olan besinlerin alımını ifade eder. Beslenme, yaşamın sürdürülmesi, büyüme, gelişme, bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve hastalıklardan korunma gibi temel biyolojik fonksiyonlar için kritiktir. Beslenme, bireylerin sağlığını doğrudan etkilediği gibi, toplumların genel refahı ve ekonomik kalkınmasını da belirler. İnsanların beslenme gereksinimlerinin karşılanmasında depolanmış gıdalar önemli bir rol oynar. Depolanmış gıdalar, uzun raf ömrüne sahip olan ve besin değerlerini büyük ölçüde koruyabilen ürünlerdir. Bu tür gıdalar, acil durumlarda, seyahatlerde veya günlük hayatı kolaylaştırmak için kullanılabilir. Günümüzde küresel ısınma dünya genelinde tarım ve gıda güvenliği üzerinde derin etkiler yaratmaktadır. Küresel ısınmanın etkileri, tarımsal üretimin yanı sıra ürünlerin depolanması ve korunmasını da kapsamaktadır. Depolanmış tarım ürünleri, küresel ısınmanın neden olduğu sıcaklık ve nem değişikliklerinden, zararlıların ve hastalıkların artmasından doğrudan etkilenmektedir. Bu durum hem ürün kalitesini hem de depolama süreçlerinin maliyetini olumsuz yönde etkilemektedir.

İnsan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan depolanmış gıdalar arasında tahıllar ve baklagiller, kurutulmuş gıdalar, tahıl ürünleri ve unlar, kuru meyveler ve tohumlar bulunmaktadır. Günümüzde insanlığın temel sorunlarından biri, dengeli beslenmenin yanı sıra sağlıklı ve güvenli gıdaya erişimdir. Ülkemizde nüfusun önemli bir bölümü günlük kalori gereksinimini büyük oranda karbonhidratça zengin tahıllardan karşılamaktadır. Tahılların erişilebilir olması için, bu gıdaların insan sağlığını ve refahını koruyan güvenli sistemler aracılığıyla tüketiciye ulaştırılması gerekmektedir. Tahılların üretiminden tüketimine kadar olan süreçte, kalite ve güvenliğin korunması büyük önem taşır. Türkiye, tarım sektöründe önemli bir ülke olup, tahıl üretimi açısından da zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Ülkenin coğrafi konumu, iklim çeşitliliği ve tarımsal potansiyeli, buğday, arpa, mısır, çavdar, yulaf ve pirinç gibi çeşitli tahıl ürünlerinin üretimini mümkün kılmaktadır. Ülkemizde 2023 yılı tahıl üretimi, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre toplamda 42.191.937 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2024). Elde edilen ürünlerin tüketiminin yıl boyunca sürdüğü ve bu ürünlerin mamul, yarı mamul ya da ham

madde olarak kısa süre içerisinde tüketilemeyeceği aşikârdır. Bu nedenle, tahılların ham veya yarı mamul olarak sağlıklı bir şekilde depolanması zorunludur. Ürünler, depolanma sürecinde biyotik etmenler olarak mikroorganizmalar, böcekler, akarlar, kemirgenler ve kuşlardan olumsuz şekilde etkilenmekle birlikte, nem ve sıcaklık gibi abiyotik etmenlerden de önemli düzeyde etkilenmektedir.

Dünya genelinde depolanmış gıda ürünlerinin kalitesini etkileyebilecek yaklaşık 1660 böcek türü bulunmaktadır (Basile vd. 2022). Depolanmış ürün zararlıları arasında, tahıllarda *Trogoderma granarium* Everts, *Sitophilus* spp., *Tribolium* spp., *Rhyzopertha dominica* (Fabricius), *Sitotroga cerealella* (Olivier) ve *Oryzaephilus surinamensis* (L.); kuru meyvelerde *Plodia interpunctella* (Hübner), *Ephestia figuliella* (Gregson), *Ephestia cautella* (Walker) ve *Carpophilus hemipterus* (L.); bakliyatlarda *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Callosobruchus chinensis* (L.) ve *C. maculatus* (Fabricius); tütünde ise *Ephestia elutella* (Hübner) ve *Lasioderma serricorne* (F.) önde gelen zararlılar arasındadır (Ferizli ve Emekçi 2009). Söz konusu böcekler Coleoptera, Lepidoptera ve Psocoptera takımlarına ait türler olarak karşımıza çıkmaktadır. Depolanmış ürün zararlılarının neden olduğu kayıpların gelişmiş ülkelerde %9, gelişmekte olan ülkelerde ise %20 veya daha fazla olduğu tahmin edilmektedir (Storm vd. 2016). Parasal değer açısından, depolanmış ürün zararlılarının yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde yıllık 1.25 ila 2.5 milyar dolarlık kayba neden olduğu tahmin edilmektedir (Nowaczyk vd. 2009). Depolanmış ürün zararlısı böcekler, depolanmış tahıl ekosistemleri içerisinde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Mbata ve Warsi 2019). Depolama aşamasında zararlı olan böcekler doğrudan ve dolaylı olarak zarar yapmaktadır. Zararlıların vücut artıkları, dışkıları, salgıladıkları ağ ve benzeri maddeler nedeniyle ürün kalitesi ve kantitesi bozulabilmektedir. Sonuç olarak, ağırlık kaybı ve tohum kalitesinin düşmesi gibi istenmeyen etkiler meydana gelmekte ve ürünün ticari değerini azaltmaktadır. (Boxall 2001, Storm vd. 2016).

Söz konusu böceklerden kaynaklanan kayıpların en aza indirilmesi için bu organizmalarla mücadele kaçınılmazdır. Ülkemizin farklı illerindeki tahıl depolarında en çok karşılaşılan Coleoptera türlerinin, Curculionidae familyasından tahıl bitleri (*Sitophilus granarius*, *S. zeamais* ve *S. oryzae*), Tenebrionidae familyasından kırma ve un bitleri (*Tribolium*

*castaneum* ve *T. confusum*), Bostrichidae familyasından ekin kambur böceği (*Rhyzopertha dominica*) ve Dermestidae familyasından (*Trogoderma granarium*) olduğu bildirilmiştir (Ferizli ve Emekçi 2010; Işıkber vd. 2016). Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak karşılaşılan un biti, *Tribolium castaneum* (Herbst) ve kırma biti, *T. confusum* Jacquelin du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae) depolanmış ürünlerde zarar yapan sekonder zararlılar içerisinde yer almaktadır. Tahıl, hububat ve un gibi depolanmış gıda ürünlerini istila eden yaygın zararlılar olduğu, depolanmış gıda maddelerine zarar vererek önemli ekonomik kayıplara yol açmaları ve bazı türlerin erginlerinin uçabilme yeteneğine sahip olmaları bu böceklerin yeni gıda kaynaklarına dağılabilmelerine sebebiyet verdiği bildirilmiştir (Ertürk ve Emekci 2014, Dippel vd. 2014, Boyer vd. 2011, Sabbour 2020, Trematerra vd. 2000).

Depolanmış ürünlerde görülen zararlılarla mücadelede mevcut uygulamalar olarak, fiziksel, biyolojik, biyoteknik, kimyasal ve entegre mücadele yöntemleri uygulanmaktadır. Günümüzde, kimyasal mücadelenin öne çıkmasının nedenleri arasında, ciddi bir bilgi birikimi gerektirmemesi, geniş alanlarda kolayca uygulanabilmesi, hızlı sonuç vermesi ve maliyetinin nispeten ucuz olması yer almaktadır. Ülkemizde 2000 yılında yapılan bir çalışmada depo zararlıları ile mücadelede yaklaşık olarak 297 ton pestisit kullanımının kayıtlı olduğu bildirilmiştir (Emekçi ve Ferizli 2000). Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede, uzun yıllardır fümigantlar ve rezidüel etkili sentetik insektisitler tercih edilmektedir (Arthur 1994a, Arthur 1996, Wu vd. 2009, Arthur 2012). Sentetik insektisitler içerisinde önemli bir grup olarak organofosfat ve organoklorin insektisitlerin kullanımı sınırlandırıldıktan sonra sentetik piretroid insektisitlerin üretimi ve kullanımı artmıştır. Sentetik piretroidler sadece doğal piretrinlerin biyolojik aktivitesini göstermekle kalmayıp, aynı zamanda gelişmiş çevresel stabilite sergilemektedirler. Organofosfat insektisitlerin aşamalı olarak kullanımdan kaldırılmasıyla piretroidler yaygın olarak geliştirilmiş ve kullanılmıştır (Ding vd. 2014). Allethrin, resmethrin ve tetramethrin gibi ilk sentetik piretroidler, gün ışığına karşı hassas olmaları nedeniyle pratikteki kullanımları kısıtlı kalmıştır. Ancak, 1970' lerin ortasında permetrin ve deltamethrin gibi yeni insektisit aktif maddeleri keşfedilmiştir. Bu yeni aktif maddelerin yüksek etkinlikleri ve yeterli fotostabiliteyi sağlamaları sentetik piretroidlerin baskın insektisit sınıflarından birisi haline gelmesine yol açmıştır (Soderlund 2008).

Deltamethrin sentetik piretroidler kimyasal sınıfında yer almaktadır. Piretroidler, piretrumun piretrin bileşenlerinden sonra modellenen sentetik kimyasallardır. Diğer piretroidlerin aksine, deltametrin tek bir saf bileşikten oluşmaktadır (WHO 1990, Davis 1985). Araştırmacılar deltametrini ilk kez 1974 yılında tanımlamış, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (U.S. EPA) nezdinde ilk tescil yılı 1994 olarak bildirilmiştir (Elliott vd. 1974, EPA 2010). Deltametrin geniş spektrumlu bir insektisittir. Deltamethrin, böceklere karşı mide ve doğrudan temas yoluyla etkilidir. Pyrethroidler genel olarak sinir sistemindeki normal sinyal üretimi ve iletimini engeller. Pyrethroidler, sodyum iyon kanalının aktivasyon kapısının kapanmasını geciktirerek sinir zarlari üzerinde etkili olur. Araştırmacılar, sinirlerdeki elektrofizyolojik çalışmalar ve toksisite belirtilerine dayanarak iki pyrethroid sınıfı arasında ayırım yaparlar. Deltamethrin de dahil olmak üzere Tip II pyrethroidler, sodyum kanalının aktivasyon kapısının "uzun süreli" inhibisyonunu indükleyen bir  $\alpha$ -siyano grubu içerir. Bu, sinirin sodyuma olan geçirgenliğinin uzamasına ve duyuşal organlarda, duyuşal sinirlerde ve kaslarda tekrarlayan sinir sinyalleri serisine neden olur (WHO 1990, Joy ve Ecobichon 1994, Tomlin 2006). Tip II piretroid bir insektisit olan deltamethrin, öncelikle böceklerde sodyum kanallarının uzun süreli açık kalmasına neden olarak etki gösterir. Bu mekanizma, nöronal membranların depolarizasyonuna yol açarak sinir sisteminin hipereksitasyonu ile sonuçlanan tekrarlayan deşarjlarla ve sinaptik bozukluklara neden olur. Bu hipereksitasyon, kas kasılması, sinir sinyali iletimi gibi böceklerde çeşitli fizyolojik süreçleri etkiler ve nihayetinde böcek ölümlerine yol açar (Gutiérrez vd. 2016, Meunier vd. 2020, Gowri ve Ashokkumar, 2023). Deltamethrin'in asıl olarak voltaj kapılı sodyum kanallarını hedef aldığı düşünölmekle (Soderlund 2012) birlikte, költüre alınan hücrelerde ve beyin membranı üzerindeki yapılan çalışmalar sonucu ayrıca gama aminobütirik asit (GABA) reseptörlerinde işlevsel olabileceği öne sürölmüştür (Deglise vd. 2002; Kirst 2010; Wakeling vd. 2012). Deltamethrin CropLife International'ın İsektisit Direnci Eylem Komitesi'nce Grup 3A sodyum kanal modölatörleri olarak sınıflandırmıştır (IRAC, 2024).

Deltamethrin ölkemizde depolanmış ürün zararlısı böceklerle mücadelede doğrudan ürün üzerine emölsiyon konsantre (EC) formölasyonu ile ruhsatlı olmakla beraber, boş ambar uygulamalarında da ruhsatlı bir insektisit olup farklı formölasyon tiplerinde

kullanılmaktadır (Arthur 1994b, Arthur 1999, Anonim 2023). Yakın süreçte, yapılan çalışmalar ile farklı yüzeylerde rezidüel etkinliğinin uzun süreli olduğu ileri sürülen deltamethrin içerikli yeni bir formülasyon geliştirilmiştir. Deltamethrin PolyZone® formülasyonu polimer ile iyileştirilmiş sulu süspansiyon yoğunlaştırılmış bir formülasyondur. Bu formülasyon tipi ile farklı ortam ve yüzeylerde uzun süreli kalıcı etkinlik sağladığı ve mikroskobik bir polimer teknolojisi ile aktif bileşenin hava koşulları, yağmur ve mekanik aşınmadan korunduğu bildirilmektedir (Volkan 2017, Rohani vd. 2020, Deguenon vd. 2020).

Ancak ülkemizde henüz depolanmış ürün zararlılarına karşı ruhsatlı olmayan, deltamethrin aktif maddeli K-Othrine PolyZone® SC formülasyonlu insektisit *T. confusum* ve *T. castaneum* türleri üzerinde bugüne kadar yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırma ile yüzey uygulaması olarak K-Othrine PolyZone® SC formülasyonlu insektisit beton yüzeydeki farklı biyolojik evreler (genç larva, olgun larva ve ergin) arasındaki hassasiyet farklılığı, insektisidal etkinliği laboratuvar şartlarında ve kalıcı etkinlik süresi ise laboratuvar ve arazi şartlarında ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Deltamethrin'in depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerindeki etkinliğine yönelik birçok araştırma vardır. Ancak *T. castaneum* ve *T. confusum* ile ilgili araştırmalara öncelik verilecek şekilde kronolojik olarak aşağıda sıralanmıştır.

Burkholder ve Dicke (1966) yaptıkları çalışmada *Trogoderma inclusum* LeConte (Coleoptera: Dermestidae) larvalarında malathion ve fenthion gibi insektisitlerin toksisitesini ve bu insektisitlerin farklı yüzeylerdeki etkinliğini araştırmışlardır. Ürün işleme tesislerinde ve depolarda yaygın olarak bulunan alkali yüzeylerin, insektisitlerin toksisitesini azaltabileceğini bildirmişlerdir. Bunun nedeni olarak, alkali yüzeylerin bazı insektisitlerin asidik özelliklerini etkisizleştirerek, dermestid larvaları gibi zararlılara karşı daha az etkili hale getirebildiğini kaydetmişlerdir. Yazarlar dolayısıyla, ürün işleme tesislerinde ve depolarda yüzeye uygulama için insektisit seçerken ve uygularken yüzey tipinin dikkate alınmasının önemli olduğunu bildirmişlerdir.

White (1982) *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae)'a karşı malathion ve pirimiphos-methyl'in kalıcı etkinliğini kontrplak (plywood) yüzey üzerinde 0.125, 0.250, 0.375 ve 0.500 g aktif madde (a.i.)/m<sup>2</sup> dozunda uygulamıştır. Kontrplak yüzey çalışma süresince 21°C'de tutulmuş ve 16 haftalık süre boyunca üzerinde biyolojik testler yürütülmüştür. Ayrıca, beton yüzeydeki çalışmada yüzeyler iki kısma ayrılmış ve bir bölümü ince bir mısır tozu tabakasıyla kaplanmıştır. Mısır tozu ile kaplanmış ve kaplanmamış olan beton yüzeyler malathion veya pirimiphos-methyl ile 0.5, 1.0 ve 2.0 g a.i./m<sup>2</sup> dozlarında muamele edilmiştir. Beton yüzeyler de 21 °C 'lik bir ortamda tutulmuş ve 8 haftalık bir süre boyunca *P. truncatus* ile biyolojik testler yürütülmüştür. Her iki insektisit toksisitesi mısır tozu ile kaplı beton üzerinde çalışma süresince daha yüksek olmuştur. Malathionun, *P. truncatus*'un özellikle beton yüzey üzerindeki öldürücü etkisi pirimiphos-methyl'den daha düşük olmuştur. Bu durumun aksine, kontrplak üzerinde insektisitlerin öldürücü etkisi arasında bariz bir farklılık tespit edilmemiştir.

Williams vd. (1983) permethrin ve deltamethrin'i silo ve diğ er tahıl depolama tesislerinin yapımında yaygın olarak kullanılan beton, galvanize demir ve ahş ap gibi malzemelere uygulamış lardır. Bu insektisitlerin etkinliğini, fenitrothion'un mevcut önerilen uygulama dozuyla kıyaslayarak değ erlendirilmiş tir. Araç tırmada dozlar, 0.01 ila 0.5 g a.i. m<sup>-2</sup> aralı ğ ında kullanılmış tir. Uygulanan yz eyler, baş langıç uygulamasından itibaren 32 hafta boyunca organofosfatlara direnç li ekin kambur biti, pirinç biti ve un biti'ne karş ı test edilmiş tir. Galvanize demir ve betondan alınan örneklerde ise 1 ve 32 hafta depolama sonunda kimyasal analizler yapılmış tir. Sonuç olarak ç alış mada, 0.05 g a.i. m<sup>-2</sup> dozunda uygulanan deltamethrin genel olarak en etkili ve tek uygulama yönt emi olarak belirlenmiş tir. Ticari kullanım iç in insektisit seç imi, uygulanacak yz ey malzemesine ve mücadele edilmek istenen böcek türlerine bağ li olarak maliyet-etkinlik göz önünde bulundurularak yapılmasının uygun olacağ ını bildirmiş lerdir.

Hendy ve Djamgoz (1988), deltamethrinin *Tribolium* spp. üzerindeki etki mekanizmasının merkezi sinir sistemi (MSS) üzerinde olduğ unu bildirmiş tir. Deltamethrinin hamamböceklerinin MSS'nin bir parç ası olan ventral sinir kordonunda iletimin durdurulmasına neden olduğ u gösterilmiş tir.

Arthur (1994a), yaptığ ı araç tırmada kış lık kırmızı yumuş ak buğ day ve Pioneer 3320 mıs ır ç eř idine 0.5, 0.75, 1.0 ppm deltamethrin, 0.5 ppm deltamethrin + 6.0 ppm chlorpyriphos-methyl, 1.0 ppm deltamethrin + 6.0 ppm chlorpyriphos-methyl ve 6.0 ppm chlorpyriphos-methyl'i 27.27 kg'lik buğ day 18.9 ml, 25.45 kg'lik mıs ıra ise yine aynı dozda olacak ř ekilde uygulamış tir. Uygulamanın ardından ürünleri 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 aylık dönemler halinde depolamış tir. Buğ day iç in *R. dominica* ve *S. oryzae* test materyali olarak kullanılırken, mıs ırda ise *S. zeamais* ve *T. castaneum* kullanılmış tir. 0.5 ppm deltamethrin+6.0 ppm chlorpyriphos-metil ya da 1.0 ppm deltamethrin+6.0 ppm chlorpyriphos-metil ile muamele edilmiş buğ dayda *R. dominica*'nın hayatta kalmadığ ını bildirmiş tir. Diğ er uygulamalarda canlılık oranı %14.0-71.2 arasında değ iş tiğ ini bildirmiş , F<sub>1</sub>'de ise 6.0 ppm chlorpyriphos-methyl ile muamele edilmiş buğ dayın 8. ve 10. ay depolama süreçlerinde yeni nesil ergin sayıları sırasıyla 1.0±0.40 ve 9.50±2.11 olmuş tur. Diğ er üç deltamethrin uygulamasında ve iki aktifin kombinasyonunda ise yeni nesil ergin görülmemiş tir. *S. oryzae*'de ise 6.0 ppm chlorpyriphos-methyl ile diğ er iki

chlorpyrifos-methyl+deltamethrin kombinasyonlarında bütün bireylerin öldüğünü bildirmiş, deltamethrin'in diğer dozlarında ise canlılığın %3.5-84.5 olduğu belirlenmiştir. F<sub>1</sub> verimi bakımından 10 aylık örneklerde 6.0 ppm chlorpyrifos-methyl uygulanan buğdayda ortalama 116.3 adet F<sub>1</sub> ergini tespit edilmiş, diğer kombinasyonlarda ise F<sub>1</sub> ergini bulunmadığını bildirmiştir. 0.5 ppm deltamethrin uygulamasında 1145, 0.75 ppm'de 154.7 ve 1.0 ppm deltamethrin uygulamasında ise 7 adet F<sub>1</sub> ergininin meydana geldiğini kayıt etmiştir. Mısırdaki 0.5 ppm deltamethrin+6.0 ppm chlorpyrifos-methyl ve 1.0 ppm deltamethrin+6.0 ppm chlorpyrifos-methyl uygulamasında hiçbir *S. zeamais* hayatta kalmamıştır. *S. zeamais*'in 0.5 ppm deltamethrin dozunda canlılık %3.5-23.5 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sadece 6.0 ppm chlorpyrifos-methyl uygulamasında 10. ay sonunda F<sub>1</sub> ergini ortalama 13.5 olmuş ve diğer muamelelerde F<sub>1</sub> ergini tespit edilmemiştir. Her üç deltamethrin dozu ile muamele edilen mısırdaki *T. castaneum*'un canlılığının çalışma boyunca son derece değişken olduğunu bildirmiş, sadece chlorpyrifos-methyl ile muamele edilen mısırdaki canlılığın 10. ayda ortalama %84.5 olduğunu diğer muamelelerde ise %0 olduğunu bildirmiştir.

Arthur (1994b), cyfluthrin ile *T. confusum* ve *T. castaneum* üzerinde yaptığı çalışmada insektisit formülasyon türlerinin de önemli olabileceğini bildirmiş. Emülsiyon konsantre (ECs) ve ıslanabilir toz (WP) formülasyonları ile yapılan çalışmalarda EC'nin WP'ye kıyasla daha kısa kalıcı etkinlik gösterdiği kayıt edilmiştir.

Arthur (1997), deltamethrin'i (toz formülasyonu) 3.54 g/m<sup>2</sup> dozda kontrplak (plywood), beton ve seramik panellere uygulamıştır. Her hafta, *T. confusum*, *T. castaneum* ve *R. dominica* türleriyle 21 hafta boyunca biyolojik testler yapmıştır. Böcekler 24 saat boyunca muamele edilmiş yüzeyde tutulmuş ve ardından ya muamele edilen yüzeyden uzaklaştırılarak 96 saat muamele edilmemiş ortamda (recovery çalışması) ya da aynı yüzeyde ilaveten 96 saat daha bekletilmiştir (kalıcılık çalışması). İyileşme (recovery) çalışmasında, kontrplak üzerindeki *T. confusum*'un canlı birey verilerine uyum sağlayan regresyon denklemleri hesaplanamamıştır. Ölüm değerlendirmelerinde 24 ve 120 saatlik uygulamalarda ortalama canlı kalma oranı sırasıyla %56.8±3.8 ve %14.8±2.8 olmuştur. Uygulama süresi 24 ve 120 saatte betonda LT<sub>95</sub> değeri sırasıyla 4.7 ve 10.5 hafta olarak tespit edilmiştir. Ölüm oranının uygulama süresindeki artışla birlikte arttığı belirlenmiştir.

Seramik panellerde toksisitenin en yüksek düzeyde olduğu, 24 ve 120 saatlik LT<sub>95</sub> değerlerinin sırasıyla 9.7 ve 10.8 hafta olduğu belirlenmiştir. 24. ve 120. saatte ölümlerin belirlendiği çalışmada, *T. confusum*'un üç farklı yüzeydeki canlı birey oranı, sadece 24 saatlik muamele ardından 96 saat muamele edilmemiş ortamda yürütülen çalışmaya kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Hesaplanan LT<sub>95</sub> değerleri, 24 ve 120 saatlik uygulamalar için kontraplak yüzeyde sırasıyla 0.0 ve 0.2 hafta, beton yüzeyde 3.2 ve 4.3 hafta, seramik yüzeyde ise 6.0 ve 6.4 hafta olarak tespit edilmiştir. Sonuçta, deltamethrin'in *T. castaneum* ve *R. dominica*'yı kontrol ettiği, yüzeyler arasında bariz farklılıklar tespit edilmediği bildirilmiştir.

Arthur (1999), 14 cm çaplı petri kaplarında hazırlanmış olduğu beton yüzeylere, %20 aktif madde içeren cyfluthrin'in ıslanabilir toz (WP) formülasyonunu 200 mg/m<sup>2</sup> dozunda bu yüzeylerin %20, 40, 60 veya 80'ini kaplayacak şekilde uygulamıştır. *Tribolium castaneum* erginleri uygulama yapılmış bu yüzeylere 10, 25, 50 ve 100 ergin/petri yoğunluklarında salınarak 1 saat maruz bırakılmıştır. Kalıcı etkinlik testleri aylık aralıklarla 4 kez tekrarlanmıştır. Popülasyon yoğunluğu *T. castaneum*'un paraliz (felç olma) etkisini (knocdown) ve canlılık oranını etkilememiştir. İnsektisite maruz kaldıktan sonra hala hareketli olan böceklerin oranı, uygulama yapılan alanın yüzdesi arttıkça azalmıştır ve aylara göre anlamlı bir fark görülmemiştir. Böceklerin hayatta kalma oranı, insektisit uygulaması yapılmış beton yüzey alanı arttıkça azalmış, ayrıca birbirini takip eden her aylık yürütülen kalıcı etkinlik çalışmasında ise artmıştır. İnsektisite maruz bırakma süresinden sonra, çoğunlukla insektisit uygulanmamış betonda (kontrol) muamele edilmiş beton yüzeydekine kıyasla böceklerdeki canlı birey oranı daha yüksek bulunmuştur. İnsektisitle muamele edilmiş beton yüzeydeki insektisit uygulanmamış bölgelerin varlığının arazi uygulamalarında böceğin bir kısmının kısmen canlı kalmasını sağlayabileceği belirtilmiştir.

Toews ve Subramanyam (2003), bakteriyel bir fermentasyon ürününden elde edilen düşük riskli ticari bir insektisit olan Spinosad'ın, böcekler üzerinde hem temas hem de mide yolu ile toksisiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Spinosad'ın pirinç biti, un biti ve ekin kambur biti ve erginleri için temas toksisitesini değerlendirmek amacıyla 24 saatlik testlerde cam Petri kaplarına 0.001-0.79 mg cm<sup>-2</sup> dozlarında ve 48 saatlik testlerde ise

0.0016 ve 0.016 mg cm<sup>-2</sup> dozlarında maruz bırakılmıştır. *Rhyzopertha dominica* 24 ve 48 saatlik testlerde Spinosad'a karşı en duyarlı tür olmuş, bunu *S. oryzae* ve *T. castaneum* izlemiştir. 24 saatlik LD<sub>50</sub> değerleri *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. castaneum* için sırasıyla 0.0004, 0.077 ve 0.189 mg cm<sup>-2</sup> olduğunu belirlemişlerdir. Tüm *R. dominica* erginleri her iki Spinosad kalıntısına 48 saat maruz kaldıktan sonra ölürken, *S. oryzae* ve *T. castaneum*'un ölüm oranlarının sırasıyla %10-85 ve %12-48 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Spinosad'ın özellikle beton üzerinde depolanmış ürün zararlılarının erginlerine karşı mükemmel temas aktivitesine sahip olduğunu ve boş kutularda, depolarda, gıda işleme tesislerinde ve perakende mağazalarında böcekleri kontrol etmek için genel bir yüzey insektisiti olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Vayias ve Athanassiou (2004), bir diyatom toprağı (DE) olan SilicoSec® (Biofa GmbH)'in, *T. confusum*'un ergin ve larva evresine insektisidal etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma 22, 25, 27, 30 ve 32°C olmak üzere beş farklı sıcaklık ve %55 ve %65 olmak üzere iki farklı orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. SilicoSec® sert buğday, yumuşak buğday ve buğday ununda, 0.25, 0.5, 1 ve 1.5 g/kg dozlarında uygulanmıştır. Larva evresinde etkinlik çalışması genç (1-3. dönem) ve olgun (4-7. dönem) larvada; ergin dönemde ise 1, 2 ve 7 günlük bireyler üzerinde belirlenmiştir. Ergin ve larvada, SilicoSec® ile muamele edilmiş her iki çeşit buğday ve un'daki ölüm oranları, uygulama süresi ve doz artışı ile arttığı belirlenmiştir. Araştırmada, larva evresinin DE'ye ergin evreden daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklıktaki artışın SilicoSec® uygulamasında larva ve erginde ölüm oranını artırdığı belirlenmiştir. Bu durumun aksine, orantılı nemdeki artışın ise ölümdede düşüşe neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, SilicoSec® ile muamele edilmiş buğdayda, muamele edilmiş una kıyasla ergin ve larvada ölümler daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Çalışmada etkinlik üzerinde yaşında önemli etkisi olduğu, genç larvanın olgun larvadan daha duyarlı olduğu; erginde ise yaş (1, 2 ve 7 günlük) ilerledikçe duyarlılığın azaldığı bildirilmiştir.

Hasan vd. (2006), *Trogoderma granarium* için farklı muamele süreleri (24, 48, 72 ve 168 saat) ve deltamethrin ile *Haloxylon recurvum* ekstraktının %0.5, 1.0 ve 1.5 dozlarında

insektisidal etkinliklerini araştırmışlardır. Deltamethrin'in (%25 ölüm oranı) *H. recurvum* ekstraktına (%17 ölüm oranı) göre daha yüksek toksisite gösterdiğini belirlemişlerdir. Muamele süresi ve preparat konsantrasyonu arttıkça ölümün arttığını bildirmişlerdir. Yüz altmış sekiz saatlik muamele süresi sonunda %1.5 konsantrasyonda, deltamethrin için ölüm oranı %39, *H. recurvum* ekstraktında ise %23 olarak bildirilmiştir.

Arthur (2000, 2008) temas etkili bir insektisite maruz kalma sürecinde veya sonrasında besin maddesi varlığının ölümler üzerinde önemli bir faktör olduğunu, insektisite maruz kalan böceklerin canlılık oranını artırabildiğini bildirmiştir. Ergin *T. confusum* ve *T. castaneum*'da insektisite maruz kalma sürecinde veya sonrasında besin varlığının insektisit'in etkinliğini düşürdüğünü bildirmiştir.

Arthur ve Campbell (2008) tarafından yürütölmüş bir çalışmada boş depoda, içerisinde 0-2000 mg un bulunan, zemini filtre kâğıdı ile kaplı Petri kaplarında *T. confusum* erginlerine pyrethrin+CO<sub>2</sub> aerosolünün etkinliğini 2 saatlik uygulama süresinde araştırmışlardır. Uygulama süresi sonunda erginlerde temiz Petri kaplarına aktarılmış, bu sürenin sonunda knockdown (paraliz) etki belirlenmiş ve ardından erginler temiz Petri kaplarına (un bulunan ve bulunmayan) aktarılmış ve 2 hafta sonra knockdown (paraliz) etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmada, neredeyse tüm erginlerin iki saatlik muamele süresi sonrasında paraliz durumunda olduğu tespit edilmiştir. İki hafta sonra ise besin varlığında paralizden çıkma veya canlı kalma oranının arttığı gözlemlenmiştir.

Kljajic ve Peric (2009), buğday üzerinde deltamethrin (piperonyl butoxide-PBO ilaveli ve ilavesiz) ile malathion aktif maddesinin *S. granarius*'un değişik bölgelerden alınan ırklarına etkisini, muameleden sonraki çeşitli zaman dilimlerinde (2 gün, 7gün ve 14 gün ile 1 ay, 3 ay, 5 ay ve 24 ay sonra) incelemişlerdir. Araştırmada uygulanan dozlar deltamethrin (DP formölasyon) 0.5 mg a.i./kg, deltamethrin + PBO (1:10) (EC formölasyon) 0.25 mg a.i./kg ve malathion (DP formölasyon) 10 mg a.i./kg; *S. granarius*'un laboratuvar popölasyonu, daha önceden belirlenmiş olarak bazı insektisitlere farklı hassasiyet gösteren arazi popölasyonları ve laboratuvarda deltamethrin ve pirimiphos-methyl ile selekte edilmiş popölasyonlar ile çalışılmıştır.

Çalışmada insektisit uygulamasından 2 gün sonra yapılan testlerde malathion 7 ve 14 gün süresince muamele edilmiş buğdayda malathion uygulamasında tüm popülasyonlarda %100 ölüm belirlenmiştir. Deltamethrin uygulanmış buğdayda ise 7 ve 14 gün sonra sadece laboratuvar popülasyonunda %100 ölüm belirlenmiştir. Araştırmada, her iki insektisit 90 güne kadar süren kalıcı etkinliği iki haftalık uygulamada bütün arazi ırklarında mutlak ölüm saptanmıştır. Ürün muamele edildikten 150 gün sonra deltamethrin sadece tüm arazi popülasyonlarında 14 günlük muamele süreci sonunda %100 ölüm tespit edilmiştir. Ürün muamelesinden 720 gün sonra malathion tüm popülasyonlara etkisiz bulunurken, deltamethrin uygulanmış üründe 720 gün sonra 14 günlük muamele süresinde laboratuvar popülasyonunda %76, arazi ve selekte edilmiş popülasyonlarda yaklaşık %50 olarak belirlenmiştir.

Finlandiya İş Sağlığı Enstitüsü (FIOH, 2010) tarafından yapılan değerlendirmede deltamethrinin dermal emilimi, üretici tarafından bildirildiği üzere, risk değerlendirme modelinin varsayılan değeri olan %10 yerine <%0,2 olduğu, genel risk değerlendirme modeline uygun olarak, düşük buhar basıncı nedeniyle operatörün uygun kişisel koruma kullanarak gaz halindeki deltamethrine inhalasyon yoluyla maruz kalması ihmal edilebilir düzeyde olduğu, solunum hacmi risk değerlendirme modeline uygun olarak 4 m<sup>3</sup>/h ve günlük maruz kalma süresi 6 saat olduğu, duvarlardan ve zeminden cilde geçebilen kısmın risk değerlendirme modeline uygun olarak %50 olduğu ve deltamethrinin yarılanma süresi 0,23 gün olduğu bildirilmiştir. Ayrıca FIOH (2010), deltamethrin 62.5 SC-PE'nin talimatlara uygun olarak iç mekan rezidüel ilaçlama için kullanıldığında, ilaçlama operatörleri veya ilaçlanan konutlarda yaşayanlar için gereksiz tehlikeler oluşturmadığı sonucuna varmıştır.

Zhu vd. (2010) deltamethrin' in *Tribolium* spp. üzerindeki etki şeklini sitokrom P450 aracılı detoksifikasyonu, merkezi sinir sistemi üzerindeki etkisini ve oksidatif stresin indüksiyonunu içerdiğini bildirmiştir.

Mehlhorn vd. (2011), deltamethrin [ $\alpha$ -siyano- 3-phenoxybenzyl-(1R, S)-cis, trans-3-(2,2-dibromovinyl) -2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate]'in geniş spektrumlu sentetik bir

dibromo-piretroid insektisit olduğunu, tarımsal ürünlerde akarlar ve böcekler gibi zararlılara karşı yaygın olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, çiftlik hayvanlarında vektör kaynaklı hastalıkları kontrol etmek için kene, akar, pire ve sineklere karşı ektoparazit öldürücü olarak topikal olarak kullanıldığı da belirtilmiştir.

Arthur (2012), kontakt insektisitlerin ve aerosolleri, daha az zararlı ve daha ucuz oldukları için un değirmenlerinde, gıda üretim tesislerinde ve gıda depolarında depolanmış ürün zararlısı böcekleri kontrol etmek için metil bromüre alternatifler olduğunu bildirmiştir.

Arthur (2013) *T. castaneum* ve *T. confusum*'un mücadelesinde beton yüzey üzerinde böcek öldürücü chlorfenapyr (Phantom®)'in kalıcı etkinliğini değerlendirmek, maruz kalan erginlerin F<sub>1</sub> verimlerini değerlendirmek ve ilaca maruz kalmadan önce gıda (un) varlığı ya da yokluğu durumlarında aç bırakmanın ergin un biti ve kırma bitinin chlorfenapyr duyarlılığını belirlemek için bir dizi deneme yapılmıştır. Çalışmada 1.1 g aktif bileşen (a.i.)/m<sup>2</sup> önerilen dozda chlorfenapyr ile muamele edilen beton üzerinde hiçbir ergin hayatta kalamamıştır ve muameleden 0-8 hafta sonra yapılan biyolojik deneylerde hiçbir yavru meydana gelmemiştir. İkinci testte, uygulama oranları düşürülmüş ve biyolojik deneyler 27 ve 32 °C'de gerçekleştirilmiştir. Uygulama oranı 28 ila 225 mg a.i./m<sup>2</sup> arasında arttıkça erginlerin hayatta kalması ve yavru üretimi azalmıştır. 32 °C'de hayatta kalma ve yavru üretimi 27 °C'ye göre genellikle daha düşük olmuştur, ancak daha yüksek oranlarda hayatta kalma %1'den daha az olmuş ve hiç yavru üretilmemiştir. Yapılan son testte, her iki türün erginleri bir haftalık farklı sürelerde (1-7 gün) besin verilmemiş ve ardından 3,9 ve 27,5 mg a.i. chlorfenapyr/m<sup>2</sup> ile muamele edilmiş beton üzerine unlu veya unsuz olarak maruz bırakılmıştır. Ölüm oranı genel olarak açlık süresiyle birlikte artmış, bir besin kaynağının varlığı her iki uygulama oranında da ölüm oranının azalmasına yol açmış ve *T. confusum*'un *T. castaneum*'a göre daha duyarlı olduğu bildirilmiştir.

Zhong vd. (2013), deltamethrin çeşitli böcek türlerine karşı etkili, geniş spektrumlu sentetik bir piretroid insektisit olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmalar, deltamethrinin temas ve sindirim yoluyla böcekler üzerinde toksik etkiler gösterdiği bildirilmiştir.

Sehgal ve Subramanyam (2014) deltamethrin'in süspansiyon konsantre formülasyonunun etkinliğini beton yüzeyde en yüksek etiket dozunda (0.02 g/m<sup>2</sup>) ve sert buğday üzerinde öneri dozunda (0.5 mg/kg), 12 farklı bölgeden toplanan *T. castaneum* popülasyonu, 6 farklı bölgeden toplanan *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Cucujidae) popülasyonu ve 6 farklı bölgeden toplanan *R. dominica* popülasyonları üzerinde araştırmışlardır. Çalışmada, laboratuvar ırklarında beton yüzey uygulamasında 1-24 saatlik muamele süresinde yapılan deneme ile ergin bireylerde mutlak ölüm ya da en yüksek ölüm oranı için geçen zaman belirlenmiştir. Deltamethrin 'in beton yüzeye uygulanmasından sonra *T. castaneum* ve *O. surinamensis*'in arazi popülasyonlarının erginlerinde başarıya ulaşılamamış, *R. dominica* popülasyonlarında ölümlerin ise %100 olduğu tespit edilmiştir. *Tribolium castaneum* ve *O. surinamensis*'in bazı popülasyonları laboratuvar ırkına kıyasla daha dirençli bulunmuştur. Deltamethrin ile muamele edilmiş buğdayda, 7 ve 14 gün muamele süresinde *T. castaneum*'un dört popülasyonu, *O. surinamensis*'in üç popülasyonu ile *R. dominica*'nın bir popülasyonunda ölümlerin laboratuvar popülasyonlarına kıyasla daha az olduğu bildirilmiştir. Önerilen dozun buğdaya 2 kat uygulanmasıyla, bir haftalık muamelede *T. castaneum* ve *O. surinamensis*'e ait üç arazi ırkı laboratuvarda yetiştirilen ırklara göre belirgin şekilde azalmıştır. Bir *T. castaneum* ve iki *O. surinamensis* popülasyonu hariç, deltamethrin muamele edilmiş buğdayda kontroldekine kıyasla ergin F<sub>1</sub> gelişim %92-100 düşmüştür. Yazarlar, tarla ırkları hassasiyetin az oluşunu aktif maddeye karşı zararlıların düşük seviyedeki toleransından veya dirençten kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Kavallieratos vd. (2016), beton yüzeyde *T. granarium*'un genç ve yaşlı larvalarında chlorfenapyr (0.055 mg/cm<sup>2</sup> ve 0.11 mg/cm<sup>2</sup>), deltamethrin (0.0025 mg/cm<sup>2</sup> ve 0.005 mg/cm<sup>2</sup>), pirimiphos-methyl (0.025 ve 0.05 mg/cm<sup>2</sup>), pyriproxyfen (0.000115 ve 0.00023 mg/cm<sup>2</sup>) ve spinosad'ın (0.05 ve 0.1 mg/cm<sup>2</sup>) etkinliğini 1, 3 ve 7 günlük uygulama süresinde belirlemişlerdir. Muamele süresi sonunda canlı bireyler muamele edilmemiş beton yüzeye aktarılmış ve ilaveten 7 gün süre ile bekletilerek genç ve olgun larvada gecikmiş ölümler belirlenmiştir. Genç larvada ani ölümler dikkate alındığında, chlorfenapyr denenen insektisitler içerisindeki en etkili olanı olmuş ve yüksek dozda 7 günlük muamele süresinde ani ölümlerin (muamele süresi sonu) %70 olduğu belirlenmiştir. Chlorfenapyr uygulamasında gecikmiş ölümler yüksek dozda 7 günlük uygulama

süresinde yüksek olup %76'ya ulaşmıştır. Pirimiphos-methyl ve deltamethrin'de benzer sonuçlara ulaşılmış olup bu iki insektisit belirgin gecikmiş ölüm etkisine sahip olduğu bildirilmiştir. Pyriproxifen ve Spinosad için, gecikmiş gerçekleşen ölümlerin düşük oranda olduğu bildirilmiştir. Olgun larvanın genç larvaya kıyasla tüm dozlarda, tüm insektisitler için tüm muamele sürelerinde hem ani ve hemde gecikmiş ölümler bakımından çok daha tolerant olduğu tespit edilmiştir. Yazarlar, araştırma sonuçlarının diğer depolanmış ürün zararlılarının çoğunluğuna karşı etkili olan dozda *T. granarium* larvası ile mücadelenin denenen hiçbir insektisit ile tam olarak başarılı olmadığını bildirmiştir.

Paudyal vd. (2016) deltamethrin'in *T. castaneum*, *S. oryzae* ve *R. dominica*'nın ergin dönemlerine karşı etkinliğini araştırmışlardır. Araştırmada deltamethrin aktif maddesi, 0.48-140 mg/m<sup>2</sup> dozunda Petriye uygulanmıştır. Paralize etkisi 15'er dakikalık aralıklarla 8, 24 ve 48 saat aralıklarla belirlenmiştir. Daha sonra ergin bireyler, içerisinde bir miktar besin bulunan temiz cam Petrilere aktarılmıştır. Böcekler, 0.5-72 saat sonra tekrar kontrol edilmiştir. Böcekler Petrilere bırakıldıktan 3 gün sonra ölümler kayıt edilmiştir. Araştırmacılar, 1.2 mg/m<sup>2</sup> ve üstü dozların 4 saatlik muameleden sonra tüm türlerde %99 paraliz etki yarattığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, 48 mg/m<sup>2</sup> dozunun alt dozları paraliz etkiden bazı böceklerin kurtulmasına neden olmuştur. Böceklerin çoğunun 140 mg/m<sup>2</sup> dozunda ve 48 saatlik muamele sonrasında öldüğü belirlenmiştir.

World Health Organisation -WHO- (2016), deltamethrin'in polimer ile geliştirilmiş süspansiyon konsantresi (SC-PE), spesifik bir polimer ilavesi nedeniyle muamele edilmiş yüzeylerde uzun süreli kalıcı aktivite için tasarlanmış, litre başına 62.5 g aktif madde içeren adjuvanlı bir sulu süspansiyon konsantre formülasyon olduğu bildirmiştir. Suspend PolyZone<sup>®</sup>, formülasyonu aktif maddeyi (deltamethrin) hava koşullarından, sulamadan ve mekanik aşınmadan koruyan tescilli bir polimer katmana sahip olan bir formülasyon olarak bildirmiştir. Deltamethrin, temas ve mide zehiri etkilerine sahip geniş spektrumlu bir insektisittir. CropLife International'ın İnsektisit Direnci Eylem Komitesi (IRAC) bileşiği Grup 3A sodyum kanal modülatörleri olarak sınıflandırmıştır.

Arthur (2018), deltamethrin'in Centynyal® isimli ticari formülasyonunun, etiketinde belirtildiği (4-24 mg (a.i.)/m<sup>2</sup>) şekilde, 8, 16 ve 24 mg (a.i.)/m<sup>2</sup> dozlarında beton yüzeylere uygulamış, *Tribolium castaneum* erginleri üzerindeki etkinliğini arazi ve laboratuvar şartlarındaki kalıcı etkinliğini araştırmıştır. Deltamethrin ile muamele edilmiş beton yüzeyler, 27°C'ye ayarlanmış bir oda, iklimlendirilmemiş bir bina ve boş bir tahıl silosu tabanına yerleştirilmiştir. Belirli sürelerde (1gün, 2, 4, 6, 8 ve 10 hafta) tutulan bu yüzeylerde yetişkin *T. castaneum* üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Uygulanan düşük ve yüksek dozlar (8 ve 24 mg (a.i.)/m<sup>2</sup>) arasındaki farkın, her üç lokasyonda da ölüm oranları açısından tutarlı bir artışa sebep olmadığı belirlenmiştir. Dört ayrı deneme gerçekleştirilmiş, bunlardan ikisi 2015 ve 2016 sonbaharlarında, diğer ikisi ise 2016 ve 2017 yazlarında yapılmıştır. Yaz aylarında, tahıl silosunda tutulan beton yüzeylerde söz konusu insektisit böcekler üzerindeki etkisi azalmıştır. Bu azalışın binanın içinde veya odada tutulan yüzeylere kıyasla daha fazla sürelerde yüksek sıcaklıklara maruz kaldığı bildirilmiştir. Yüksek sıcaklık birikiminin, insektisit daha fazla bozunmasına katkıda bulunmuş olabileceğini bildirmiştir. Sonbahar aylarında ise insektisit böcekler üzerindeki etkinliğinin her üç lokasyonda da genellikle benzer olduğu bildirilmiştir.

Dunford vd. (2018) yeni bir polimer ile geliştirilmiş deltamethrin formülasyonu olan K-Othrine PolyZone®'u deltamethrin içerikli K-Othrine® WG 250 ile kıyaslayarak laboratuvarında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart koni metodu ile yetiştirilmiş *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) erginlerine karşı rezüdiyel (kalıcı) etkinliğini araştırmışlardır. Kalıcı etkinlik, ABD'nin Florida eyaletindeki sub-tropikal çevre koşullarında deneysel kulübelere muhafaza edilen metal, çimento ve ahşap panellere ve ABD'nin Georgia eyaletindeki Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerinde bulunan iklim kontrollü odada tutulan paneller üzerinde araştırılmıştır. Çalışmada, K-Othrine PolyZone®, uygulamadan 1 yıl sonra metal ve çimento panellerde %100 ve 6 aya kadar tutulan ahşap paneller üzerinde ise %80'in üzerinde ölüm belirlenmiştir. Yazarlar, K-Othrine PolyZone® formülasyonunun, sivrisinek mücadelesinde uzun süreli etkinlik için iç mekânlarda kullanılabileceğini önermişlerdir.

Kavallieratos ve Boukouvala (2019), d-tetramethrin ve acetamiprid (Dobol), karışımından oluşan insektisiti beton yüzeyde *T. granarium*'a karşı test etmişlerdir. Ergin ve larvalara karşı muamele sonu (ani) ve gecikmeli ölüm oranları 1, 2, 3, 4 ve 7 günlük muamele süresinden sonra iki etiket dozunda (en düşük ve en yüksek) ve iki sıcaklık seviyesinde (30 ve 35 °C) araştırılmıştır. Dobol, khapra böceklerinin ergin bireylerinde %87.8-96.7'lik ani ölüme sebep olmuştur. Larvalarda hızlı etki oranının düşük olduğu, bir haftalık muamele süresinin ardından en yüksek dozda en fazla %84.4 olmuştur. Sıcaklık, *T. granarium* erginlerin ve larvalarında ani ölümler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuş, bununla birlikte, canlı ergin ve larvalar uygulama yapılmamış beton yüzeylere aktarıldığında, 35°C'deki ölümlerin 30°C'ye göre daha yüksek olmasına rağmen, sıcaklığın ölüm oranları üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır. Ergin bireylerde %87.8-96.7 arasında ölüme neden olmuştur. Sıcaklık, ölüm oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuş ve daha yüksek sıcaklıklar genellikle ölüm oranının artmasına neden olduğu bildirilmiştir. Hayatta kalan erginler ve larvalar işlenmemiş yüzeylere taşındığında, sıcaklık ölüm oranını önemli ölçüde etkilememiştir.

Boukouvala ve Kavallieratos (2020), betona  $\alpha$ -cypermetrin, clorfenapir, deltamethrin, pirimiphos-metil, priproxyfen ve s-metopren uygulamışlardır. Khapra böceği larvalarının ölüm oranlarını ve yumurtlama davranışlarını besinli ve besinsiz ortamda incelemişlerdir. Çalışmada, s-metopren dışındaki diğer uygulamalarda insektisit ile işlem görmüş beton yüzeylerde besin olması durumunda daha fazla yumurta açılımı gözlemlenmiştir. Ancak, besinli ortamda ölüm üzerine etki daha az olmuştur. Besinsiz durumda pirimiphos-methyl ile işlem gören yüzeylerde yumurta bırakılmamış, besin varlığında ise 6 gün sonunda yumurta açılım oranı %26.7'yi geçmemiştir. En yüksek yumurta açılım oranları sırasıyla clorfenapir (besinli %87.7; besinsiz %76.7), deltamethrin (besinli %76.7, besinsiz %63.3), priproxyfen (besinli %50.0, besinsiz %42.2) ve cypermetrin (besinli %28.9, besinsiz %6.7) ile işlem gören yüzeylerde tespit edilmiştir. S-methopren uygulamasında besinsiz ortamda %91.1, besinli ortamda ise %86.7 yumurta açılımı saptanmıştır. Larva ölüm oranları, pirimiphos-methyl ile işlem görmüş yüzeylerde besin varlığında 5 gün sonra, besinsiz ortamda ise daha kısa sürede gerçekleşmiştir.  $\alpha$ -cypermethrin için besinsiz ortamda dört günlük muamele sonrası, besinli ortamda ise 6 gün sonra %100 ölüm tespit edilmiştir. Chlorfenapir ile işlem görmüş yüzeylerde besinsiz ortamda beş gün, besinli

ortamda sekiz gün sonra mutlak ölüm gözlemlenmiştir. Deltamethrin uygulamasında besinsiz ortamda yedi, besinli ortamda ise sekiz gün sonra mutlak ölüm gerçekleşmiştir. Pyriproxfen uygulamasında besinli ortamda 14. günde %94.1 ölüm tespit edilmiş, ancak besinsiz ortamda 12 gün sonra tüm larvalar ölmüştür. S-methopren uygulandığında besinsiz ortamda yumurta açılımı fazla iken, sekiz gün sonra %100; besinli ortamda ise 13 gün sonra %87.3 larva ölümü tespit edilmiştir. Araştırmacılar, depolarda ve işletmelerde temas etkili insektisit kullanılmadan önce yapılan temizlik işlemlerinin *T. granarium*' un yumurta döneminde başarılı mücadele için önemli olduğunu vurgulamıştır.

Sabbour (2020), *T. confusum* ve *T. castaneum* tahıllar ve un gibi depolanmış ürünleri istila eden yaygın zararlılar olduğunu bildirmiştir. Depolanmış ürünlerde zarar vererek önemli ekonomik kayıplara yol açmaları ve erginlerin uçabilme yeteneğine sahip olmaları bu böceklerin yeni gıda kaynaklarına dağılabilmelerine sebebiyet verdiği kayıt edilmiştir. Ayrıca biyolojik açıdan, *T. confusum* ve *T. castaneum* benzer olduğu, her iki türün de yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere tam bir metamorfoz yaşam döngüsüne sahip olduğu bildirilmiştir.

Meunier vd. (2020), Deltametrin'in böceklerdeki temel moleküler etki şeklinin, sodyum kanallarının uzun süreli açık kalmasına neden olarak, nöronların membran depolarizasyonu, sinaptik değişiklikler ve tekrarlayan deşarjlar ile bu aşırı uyarılma hali nihayetinde böceklerde felç ve ölümle sonuçlandığını bildirmişlerdir. Bu durumun böceklerde navigasyon, hafıza ve lokomasyon gibi davranışları bozduğunu ve böcek sinir sistemi üzerinde etkili olduğu bildirmişlerdir.

Rohani vd. (2020), sivrisinek mücadelesinde deltamethrin ile iç ve dış mekanlarda rezidüel uygulamanın etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonunda deltamethrin'in etkinliğinin, yüzey yapısına ve kullanılan formülasyona bağlı olarak değiştiğini; deltamethrinde dahil sentetik piretroidlerin ahşap ve bambu yüzeylerde kalıcılığının daha uzun olduğunu, pürüzlü ve gözenekli yüzeylerde ise daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

Yasir vd. (2020a), Novaluron'u laboratuvar koşullarında *O. surinamensis*, *T. castaneum* ve *T. granarium* larvalarına karşı beton, metal ve ahşap yüzeylerde değerlendirmişlerdir. Novaluron beton, metal ve ahşap üzerine 0.053 ile 0.209 mg/m<sup>2</sup> arasında değişen oranlarda uygulandığında, kontrol grubuna kıyasla erginlerin çıkış yüzdelerinde 12 haftaya kadar istatistiksel olarak anlamlı azalmalar meydana gelmiş; bu oranların en yükseği, uygulamadan 0 hafta sonra %100 ölüme neden olmuştur. Kalıcı etkinliği, novaluronun bozunması ve yüzeye sorpsiyonu nedeniyle uygulamadan sonra artan zamanla azalmıştır. Novaluron en fazla metal yüzeyde kalıcı olurken en az ahşap yüzeyde kalıcı olduğunu bildirilmiştir.

Agrafioti vd. (2021), pyrethriod grupta yer alan alpha-cypermethin (163.2 mg/m<sup>2</sup>) içeren bir file (ağ) (Carifend<sup>®</sup>, Almanya) laboratuvar ortamında depolanmış ürün zararlılarından *S. oryzae*, *T. confusum*, *O. surinamensis* ve *P. truncatus* üzerinde kalıcı etkinliğini değerlendirmişlerdir. İnsektisit uygulanmış file, plastik petri kaplarının tabanına yerleştirilirken; filesiz ve insektisit içermeyen fileli grup ise kontrol olarak kullanılmıştır. Türlerin erginleri toplamda 90 gün boyunca her 30 günde bir ilaçlı fileye maruz bırakılmışlardır. Sonuçlara göre, böcek öldürücü etkisi tüm deney süresi boyunca yüksek seviyelerde kalmış ve bu da alpha-cypermethrin' in yüksek kalıcı etkisini göstermiştir. Test edilen türler arasında *T. confusum* en az duyarlı tür olarak belirlenmiştir.

Kavallieratos vd. (2021), anthranilik diamid olan klorantraniliprolün, beton üzerine uygulanan dört farklı dozda (0.01, 0.05, 0.1 ve 0.5 mg aktif madde/cm<sup>2</sup>) *T. castaneum*'un ergin ve larvaları, *R. dominica*'nın erginleri, *S. oryzae*'nin erginleri ve *Acarus siro* L. (Sarcoptiformes: Acaridae)'nun ergin ve nimfleri üzerinde neden olduğu ölümleri incelemişlerdir. Ani ölümler muameleden 24, 48, 72, 96 ve 120 saat ardından kaydedilmiş ve ayrıca, beşinci gün sayımlarından sonra hala yaşayan canlı bireyler, gecikmiş ölümleri belirlemek için insektisit uygulaması yapılmamış beton yüzeyde 7 gün boyunca bırakılmıştır. En yüksek ani ölüm, 0.5 mg/cm<sup>2</sup>'ye maruz kaldıktan sonra 5 gün sonra %96,7'ye ulaşan *T. castaneum* larvaları için belirlenmiş, bunu %92.2'lik ölüm oranı ile *A. siro* erginleri izlemiştir. *Tribolium castaneum* (erginler ve larvalar), *S. oryzae* ve *A. siro* (her ikisi de ergin olarak) için 0.5 mg/cm<sup>2</sup>'de %100 tam gecikmiş ölümler gözlenmiştir. Aynı dozda *R. dominica* erginleri ile *A. siro* nimflerinde gecikmiş ölüm

sırasıyla %98.6 ve %96.3 olarak kayıt edilmiştir. Genel olarak, sonuçlar, klorantraniliprolün test edilen tüm türler üzerinde etkili olduğunu ve test edilen gelişim aşamalarında değişen anlık ve gecikmiş ölümlere neden olduğu belirlenmiştir.

Kavallieratos vd. (2022a), depolanmış ürünlerin ve kümeslerin önemli bir zararlısı olan *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) ile yaptıkları çalışmada beton yüzeye uygulanan deltamethrinin öneri dozu (0.0025 mg a.i./cm<sup>2</sup>) ile öneri dozunun yarısının (0.00125 mg a.i./cm<sup>2</sup>) *A. diaperinus* erginleri ve larvalarına karşı altı haftalık bir süre boyunca besin mevcutken veya besin verilmeksizin anlık ve gecikmeli ölüm etkinliğini araştırmışlardır. İlk haftada, deltamethrinin her iki dozu, her iki evre için de en yüksek ani ve gecikmeli ölüm oranı belirlenirken, deltamethrin'in etkinliği deney süresi boyunca kademeli olarak azalmıştır. Ergin ölüm oranı ilk hafta %6.7-31.1 arasında değişirken, 7 günlük muamele süresinin ardından altıncı hafta %1.1-13.3 arasında değişmiştir. Her iki dozda *A. diaperinus* larvalarına karşı yüksek etkinlik göstermiştir. Besinsiz ortamda öneri dozu 3. günde %100.0 ölüme neden olurken, besinli ortamda öneri dozu ilk haftanın 7. gününde ölüme neden olmuştur. İkinci haftanın sonunda, öneri dozunun her iki gıda var/yok senaryosunda da %100 ölüm kaydedilmiştir. Üçüncü hafta sadece gıdasız etiket dozu 7. günde tüm larvaları öldürmüştür. Altıncı hafta boyunca, ölüm oranı %71.1-92,2 arasında değişmiştir. Gecikmiş ergin ölümleri ise ilk hafta %63.6 ile altıncı hafta %7.9 arasında değişmiştir. Gecikmiş larva ölümleri söz konusu olduğunda, tüm bireyler gıdasız etiket dozunda beşinci haftada, gıda ile öneri dozunda dördüncü haftada, gıdasız ve gıda ile etiket dozunun yarısı için sırasıyla ikinci ve birinci haftada ölmüştür. Deltamethrin, doz ve gıda varlığına/yokluğuna rağmen *A. diaperinus* larvalarına karşı yüksek etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Boukouvala vd. (2023), sentetik bir piretroit insektisit olan etofenproks'un beton yüzeyde 3 farklı dozda (5, 15 ve 45 µg/cm<sup>2</sup>) kalıcı etkinliğini 6 hafta boyunca araştırmışlardır. *Prostephanus truncatus* ve *R. dominica* ergin evresi ile *T. granarium*'un larva ve ergin evresi üzerinde ani (uygulamadan 1, 2, 3 ve 7 sonra) ve gecikmeli (7 gün sonra) gerçekleşen ölümcül etkiyi belirlemişlerdir. *Prostephanus truncatus* erginlerinde, 7 günlük muameleden sonra, ani ölüm oranı ilk hafta doza göre %35.6 ile %53.3 arasında, altıncı haftada ise doza göre %12.2 ile %27.8 arasında belirlenirken haftalar arasında

kalıcı etki giderek azalmıştır. Benzer şekilde, aynı uygulama süresinde, doza göre *R. dominica* erginlerinde ölüm oranı ilk haftada %36.7-62.2 arasında belirlenirken, altıncı haftada ölüm oranları %20.0-41.1 arasında belirlenmiştir. *T. granarium* erginlerinde ilk haftada ölüm oranı doza göre %93.3-97.8 arasında belirlenirken, kalıcı (rezüdiyel) etki zamanla azalmış altıncı haftada ölümler doza göre %73.3 ila %87.8 arasında tespit edilmiştir. *T. granarium* larvalarında ise, ilk hafta ölümler doza göre %43.3-63.3 arasında belirlenirken, son hafta (6. hafta) ölüm oranları doza göre %13.3-32.2 arasında belirlenmiştir. Çalışmada, tüm türlerin ve evrelerinin gecikmiş ölüm oranı ilk haftada oldukça yüksek olurken, *P. truncatus* ve *T. granarium* erginlerinde etofenproks'un tüm dozlarında ölümler %100'e ulaşmıştır. Son haftada (6. hafta) ise, etofenproks'un en yüksek dozunda (45 µg/cm<sup>2</sup>) ölümler *P. truncatus* erginlerinde %100, *R. dominica* erginlerinde %67.4 ve *T. granarium* ergin ve larvalarının sırasıyla %42.9 ve %31.1 olarak belirlenmiştir. Yazarlar, etofenproksun beton üzerindeki etkinliğinin genel olarak zararlı türüne, böcek dönemine ve uygulama tarihinden itibaren geçen süreye (rezüdiyel) bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Gowri ve Ashokkumar, (2023) sentetik bir piretroid insektisit olan deltamethrinin, etki şeklini öncelikle böceklerin sinir sistemi üzerinde nörotoksik bir etkisi olduğunu bildirmişler, böcek sinir hücrelerindeki voltaj kapılı sodyum kanallarını hedef alarak, uzun süreli sodyum kanalı açılmasına ve ardından sinir sisteminin aşırı uyarılmasına yol açarak etki ettiğini bildirmişlerdir.

Sparangis vd. (2023) laboratuvarında chlorfenapyr'in beton ve metal yüzeydeki ani ve kalıcı etkinliğini *S. oryzae* ergin evresi üzerinde araştırmışlardır. Çalışma yoğun bulaşıklılık için 0.016 mg a.i./cm<sup>2</sup> dozunda muamele yüzeyler karanlık ve ışık olan koşullarda yürütülmüştür. Böcek muamelesi insektisit uygulaması yapıldığı gün ve ardından 1. 2. ve 3. ayda yapılmış olup her bir zamanda ölümler muameleden 3, 7 ve 14 gün sonra kaydedilmiştir. Aynı zamanda, muamele edilen yüzeylerde Chlorfenapyr kalıntısının azalışı yüksek performans sıvı kromatografi ile uygulamadan sonra farklı zaman aralıklarında (0, 3, 7, 15, 30, 60, 90 ve 120 gün) belirlenmiştir. Chlorfenapyr ile muamele edilmiş beton yüzeylerde *S. oryzae* erginlerinin doğrudan maruz bırakma sonunda yüksek ölüme neden olduğu ve uygulama yapıldığı gün yürütülen denemede 14.

günde %100 ölüme ulaşıldığı belirlenmiştir. Ancak, muameleden sonra geçen süre (rezüdiyel) arttıkça ölüm oranının kademeli olarak düştüğü gözlenmiştir. Bu durumun aksine, metal yüzeyde ölüm oranı yüksek olmuş ve her bir rezüdiyel etki ölçüm aralığında 7 günlük muamelede ölümler %100'e ulaşmıştır. Chlorfenapyr'in metal yüzeyde kalıcı etkisi, karanlık ve ışıklandırılmış ortamda tutulan her iki yüzeyde de 120 günlük periyot boyunca kısmen sabit düzeyde kalmıştır. Betonda ise, ilk 3 gün içinde rezüdiyel etki yaklaşık %20-35 azalırken, ışıklanma durumuna bakılmaksızın geri kalan sürede kalıcı etki sabit kalmıştır. Araştırmacılar, chlorfenapyr'in *S. oryzae*'ye etkili olduğunu fakat kalıcı etkinin uygulamadan sonra geçen süreye, yüzey tipine (beton veya metal) ve kısmen ışık varlığına göre değiştiğini bildirmişlerdir.

Trostanetsky vd. (2023), deltamethrin emülsifiye formülasyonunun (%4'lük sulu deltamethrin emülsifiye edilebilir konsantre çözeltisi-deltamethrin konsantrasyonu 0.1 mg/m<sup>2</sup>) çeşitli yüzeylerdeki (gözeneksiz - plastik, gözenekli - beton) kalıcı etkilerini incelediği çalışmada deltamethrinin plastik yüzeye uygulanmasından 24 saat sonra *S. oryzae*, *R. dominica* ve *T. castaneum*'da ölümleri belirlemişler ve *S. oryzae* ve *T. castaneum*'da %100 ölüm elde edilirken, *R. dominica*'da ise bu oran %85-100 arasında değişmiştir. Deltamethrinin plastik gibi gözeneksiz yüzeylerde etkili olduğu, ancak beton gib gözenekli yüzeylerde kalıcı insektisidal etkisinin düşük olduğunu saptamışlardır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Biyolojik testlerin yürütüldüğü böcek türleri

Araştırmada, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü'nün Depolanmış Ürün Zararlıları Laboratuvarları'nda yaklaşık 15 yıldır üretilen, *Tribolium castaneum* (Herbst) (un biti) ve *T. confusum* Jacquelin du Val (kıрма biti) (Coleoptera: Tenebrionidae), laboratuvar popülasyonlarının çoğaltılması ile elde edilen kültürler kullanılmıştır.

Böceklerin sistematikteki yerleri aşağıda verilmiştir.

	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Tribolium confusum</i>
<b>Takım</b>	Coleoptera	Coleoptera
<b>Familya</b>	Tenebrionidae	Tenebrionidae
<b>Cins</b>	<i>Tribolium</i>	<i>Tribolium</i>
<b>Tür</b>	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	<i>Tribolium confusum</i> Jacquelin du Val
<b>Türkçe adı</b>	Un biti	Kırma biti
<b>İngilizce adı</b>	Red flour beetle	Confused flour beetle

##### 3.1.2 Araştırmada kullanılan insektisit

Araştırmamızda, yapısında siyano bulunan Tip II bileşikleri arasında yer alan sentetik piretroid sınıfından %62.5 deltamethrin aktif maddesi içeren, K-Othrine PolyZone® SC formülasyonlu preparat tercih edilmiştir. Deltamethrin'in böcekler üzerindeki birincil etkisi, merkezi sinir sistemindeki (MSS) voltaj kapılı sodyum kanallarıyla etkileşimidir. Deltamethrin sodyum kanallarına bağlanır ve bu kanalların geçit özelliklerini değiştirerek kanalın daha uzun süre açık kalmasına ve sodyum akışının artmasına neden olur. Normal sodyum kanalı işlevinin bu şekilde bozulması, nöronların aşırı uyarılmasına, knock-down

etkiye ve ardından böceğin koordinasyon kaybına neden olarak sonuçta ölüm meydana gelmektedir (Hendy ve Djamgoz 1988, Amar vd. 1992, Zhu vd. 2010, Velki vd. 2014, Agboyi vd. 2016, Bothe ve Lampert, 2021). Deltamethrin'in asıl olarak voltaj kapılı sodyum kanallarını hedef aldığı düşünülmele (Soderlund 2012) birlikte, kültüre alınan hücrelerde ve beyin membranı üzerindeki yapılan çalışmalar sonucu ayrıca gama aminobütirik asit (GABA) reseptörlerinde işlevsel olabileceği öne sürülmüştür (Deglise vd. 2002; Kirst 2010; Wakeling vd. 2012). Deltamethrin, temas ve mide zehiri olup, geniş spektrumlu bir insektisittir (Zhu vd. 2010, Mehlhorn vd. 2011, Zhong vd. 2013). CropLife International'ın İnsektisit Direnci Eylem Komitesi, bileşiği Grup 3A sodyum kanal modülatörleri olarak sınıflandırmıştır (IRAC 2024).

## 3.2 Yöntem

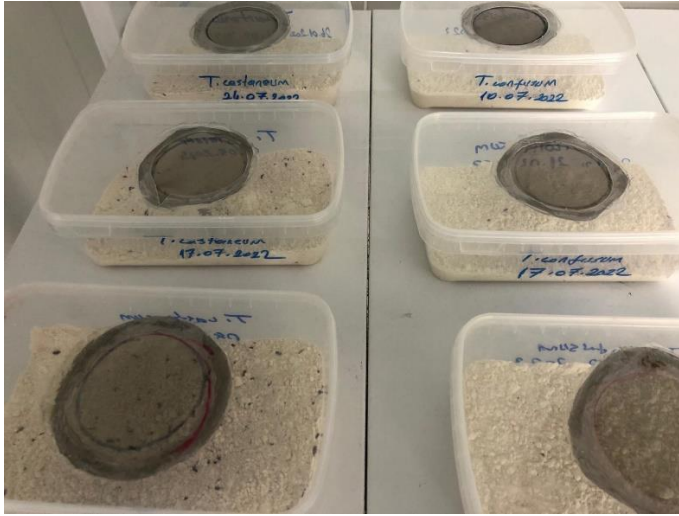
### 3.2.1 *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'un üretimi

*Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'un kitle üretiminde, içerisinde ağırlıkça %5 oranında öğütülerek ince partikül haline getirilmiş kuru maya ve %95 un (buğday) bulunan besi ortamından faydalanılmıştır. Buğday unu zararlı bulaşıklılık olasılığını gidermek amacı ile 5 gün süre ile derin dondurucuda ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) tutulmuştur. Kuru maya ve buğday unundan hazırlanan karışım 1 litre hacimli polipropilen kaplara (11 cm en x 19 cm boy x 6 cm yükseklik) 250-300 g olacak şekilde ilave edilmiş ve kapakları kapatılmıştır. Kapaklarda sadece hava giriş ve çıkışına imkân vermek, fakat zararlı çıkış ve girişini önlemek amacıyla orta kısmında yaklaşık 50 mm delinmiş, açılan bu delik 0.044 mm genişliğinde tel ile kaplanmıştır (**Şekil 3.1**). Bu şekilde hazırlanan her bir kaptaki besin ortamına, 500-1000 adet cinsiyet ayrımı yapılmamış 30 günden daha genç ergin bireyler, yumurta bırakması için ilave edilmiştir. Daha sonra bu kaplar üzerine tür adı ve tarih yazılarak kaydedilmiştir. Kaplar deneme boyunca  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ile  $55\pm 1$  orantılı nem koşullarında bekletilmiştir (**Şekil 3.2**). Kaplardaki erginler, ergin ilavesinden 4 gün sonra 35 mesh elek ile elenerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Her hafta benzer şekildeki uygulama ile deneme süresince kullanılacak kültürlerin sürekliliği sağlanmıştır.

Özellikle iki farklı türün karışmaması amacıyla kullanılan elekler sıcaklığa maruz bırakılarak elekte bulunabilecek olası böcek dönemleri imha edilmiştir.



Şekil 3.1 Böcek kültürlerinin oluşturulduğu polipropilen kap



Şekil 3.2 *Tribolium confusum* ve *T. castaneum* kültürleri

### 3.2.2 Denemelerde kullanılan *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'un biyolojik dönemi ve yaşı

Denemeler zararlıların genç ve olgun larvası ile ergin evresi üzerinde yürütülmüştür. Bu amaçla, *T. confusum* ve *T. castaneum* türlerinde dişi ve erkek birey ayırımı yapılmamış

ergin bireyler besin kaplarına bırakıldıktan itibaren 4 gün ovipozisyon için bekletilmiş ve 4. günün sonunda ergin bireyler 35 mesh elek yardımı ile elenmiştir. Böcekler, besinli ortama aktarılmış ve kitle üretimleri devam etmiştir. Ergin bireylerin kültüre alındığı ilk günden itibaren kültür gözlemlenmiş, *T. castaneum* ve *T. confusum*' un  $25\pm 1$  °C sıcaklık-%55±5 orantılı nemde sürekli karanlık koşullarda klimatize kültür odasında tutulan, yumurta bıraktığı kaplarda yapılan kontroller neticesinde yaklaşık 4 gün sonra yumurtalarda açılma ve yaklaşık bir ay geçince ergin çıkışları izlenmiştir. Zararlı türlerin gelişim süreçleri dikkate alınarak kültürlerde 20. gün sonunda yapılan elemeler neticesinde, zararlıların 16 günlük genç larvaları ve 27. gün sonunda yapılan elemeler neticesinde de zararlıların 23 günlük olgun larvaları elde edilmiştir. Ergin bireylerin eldesi için ise, üretim kaplarında yapılan günlük gözlemler neticesinde, ilk ergin çıkışı tespit edilmiş, kapların üzerine ilk çıkışlar kayıt edilmiştir. Böcek çıkışından 2 hafta sonra tüm erginler alınmış, un ve mayadan oluşan besin bulunan yeni polipropilen kaplara aktarılmıştır. Aktarılan bu erginler 14 gün sonra (2-4 hafta yaşlı ergin) denemelerde kullanılmıştır. Larva dönemi üzerindeki denemeler 16 günlük genç larva ile 23 günlük olgun larva ve ergin evresi ile ilgili denemeler ise 2-4 hafta yaşlı ergin cinsiyet ayrımı yapılmamış bireyler ile yürütülmüştür (**Şekil 3.3**). Denemeler 6 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, her bir tekerrürde 20 adet birey kullanılmıştır.

### **3.2.3 Beton yüzeylerin hazırlanması ve yüzeylere deltamethrin uygulanması**

Deltamethrin'in beton yüzeydeki etkinliğine ilişkin çalışmalarda SikaGrout®-212 marka hazır beton karışımı kullanılmıştır. Deney ortamı için plastik Petri kapları (9 cm çaplı) tercih edilmiştir. Harç karışımı, bir kap içerisine alınmış ve su eklenerek karıştırılmıştır. Hazırlanan bu karışım Petri kaplarına 0.5-0.7 cm kalınlıkta dökülmüştür (**Şekil 3.4**). Daha sonra harcın Petri kabına homojen şekilde yerleşmesini sağlamak amacıyla kap zemine hafifçe vurulmuş ve harcın bütün yüzeye teması sağlanmıştır. Daha sonra bu kaplar laboratuvarında bir gün süreyle kurumaya bırakılmıştır (Sehgal ve Subramanyam 2014). Hazır hale gelen Petri kapları kapatılarak, laboratuvar ortamında karanlıkta muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3 Araştırmada kullanılan biyolojik dönemlerin yaşlarının belirlenmesi



Şekil 3.4 Petri kaplarında hazırlanan beton yüzeyler

Deneme öncesi Petri kapları içerisinde kurumuş olan beton yüzeydeki olası beton parçaları ve toz gibi kirleticiler, yüksek basınçlı bir kompresöre (Black&Decker-Seri: 9102420100) bağlı hava tabancası yardımı ile uzaklaştırılarak, Petri kabı içerisindeki beton yüzeyler temizlenmiştir (Şekil 3.5). Deneme öncesi her bir Petri kabının üzerine, tür adı, tarih, insektisit dozu, muamele süresi ve biyolojik evre yaşı, bulunan etiketler yapıştırılmıştır.



Şekil 3.5 Etiketlenmiş petri kapları ve kaplardaki olası atık ve tozları temizlemede kullanılan kompresörlü hava tabancası

Araştırmada, beton yüzeye insektisit uygulamasında 62.5 g/L deltamethrin aktif maddesi içeren K-Othrine PolyZone®SC preparatı kullanılmıştır. Deltamethrin yüzey uygulamalarında yaygın olarak 4- 24 mg (aktif madde)/ m<sup>2</sup> dozda önerilmektedir (Arthur 2018). Araştırmamız 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında yürütülmüştür. Testler için insektisit dozlarının stok çözeltileri borosilikat otoklavlanabilir şişelerde (100 ml) hazırlanmıştır. Kontrol grubu için sadece su kullanılmıştır. Şişelerin her birinin üzerine dozlar yazılarak kaydedilmiştir. Şişelere daha sonra toplamda 100 ml olacak şekilde su eklenmiş ve 12 mg/m<sup>2</sup>'lik düşük doz uygulamak amacıyla 380 µl, 24 mg/m<sup>2</sup>'lik yüksek doz için ise 760 µl deltamethrin preparatından ilave edilmiştir. Kapalı alanda insektisitlerin yüzeye uygulamasında genel olarak 5 l/100 m<sup>2</sup> sıvı (su dahil) kullanılmaktadır. Her bir Petrideki beton yüzey muamelesinde 312 µL insektisit ilave edilmiş su karışımı uygulanmıştır.

Hazırlanan her bir doz için (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) hazırlanan stoktan mikropipet ile 312 µL alınarak hava tabancası (Sparmax, SP-35 Series) haznesine aktarılmıştır. Hava kompresörüne bağlı hava tabancası çalıştırılarak hazne içeriği Petriye eşit şekilde püskürtülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Beton yüzeylere insektisit uygulaması ve hava tabancası

### 3.2.4 Laboratuvarda deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'da muamele süresi – ölüm ilişkisinin belirlenmesi

*Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'un genç ve olgun larvası ile ergin dönemlerinde her bir tür, evre ve yaş grubu için laboratuvarda 25±1°C ve %55±5 nispi nemde farklı muamele sürelerinde biyolojik testler yürütülmüştür. Çalışma daimî karanlık koşullarda, 0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> deltamethrin aktif maddesi dozunda, 24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saatlik muamele sürelerinde yürütülmüştür. Denemeler 6 tekerrürlü kurulmuş olup her bir tekerrürde en az 20 adet birey kullanılmıştır. Her bir deltamethrin dozunda (her bir tür, evre, yaş ve muamele süresi için), Petri kabına 312 µL insektisit-su karışımı ve

kontrol grubuna ise sadece 312 µL su, hava tabancası (Sparmax, SP-35 Series) ile çeker ocak içerisinde uygulanmıştır. Petrilerdeki beton yüzeye uygulanan sıvının tamamıyla kuruması için Petri kapları kapağı açık olacak şekilde 24 saat laboratuvarında tutulmuştur. Beton yüzeye uygulamadan 24 saat sonra her bir tür, evre, yaş, uygulama süresi, doz için (6 tekerrürlü) Petri kaplarındaki beton yüzeyin ortasına yaklaşık 0.5 g buğday unu eklenmiştir. Bu işlemin ardından, kaplara 20 birey ilave edilmiş, karanlık koşullardaki denemelerin yürütüldüğü 25±1 °C sıcaklıkta ve %55±5 nispi nem koşullarındaki klimatize odaya nakledilmiştir. Her bir tür, evre, yaş, doz ve uygulama süresi için ayrı ayrı yürütülen denemelerde ilgili uygulama sürelerinin sonunda binoküler stereo mikroskop altında Petri kabındaki bireyler ince bir samur fırça (No:000) ve yumuşak pens yardımı ile uyarılmıştır. Koordineli hareket edenler (canlı) ve kısmen hareket edebilen ya da uyarıldığında uzuvları kısmende olsa hareket edenler (tam paraliz ve kısmi paraliz olanlar) canlı, hiçbir hareket görülmeyen hatta uyarıldığında uzuvlarını hareket dahi ettiremeyen, tamamıyla hareketsiz bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. Bu bireyler içerisinde yaklaşık 1.0-2.0 g un bulunan 100 ml hacimli PVC vida kapaklı kaplara aktarılmıştır. Kapak kısmına toplu iğne ile 10-20 adet delik açılarak havalanma imkânı sağlanmıştır. Etiketli PVC kapları bu işlemin ardından 25±1 °C sıcaklıkta ve %55±5 orantılı nem koşullarındaki iklim odasında sürekli karanlık koşullarda gecikmeli ölümleri tespit amacıyla ilaveten 7 gün süre ile tutulmuştur. Bu sürenin sonunda yukarıda verilen kriter gereğince sayım tekrar yapılarak veriler kaydedilmiştir.

### **3.2.5 Laboratuvarında deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'a kalıcı etkinliğinin belirlenmesi**

Laboratuvarında deltamethrinin beton yüzeyde muamele süresine bağlı ölümlerin belirlenmesinde genel olarak olgun larva ile ergin evre deltamethrine benzer hassasiyet göstermiştir. Bu nedenle laboratuvarında uzun süreli kalıcı etkinliğin belirlendiği bu çalışma her iki tür için ergin dönemde, 96 saatlik muamele süresi için yürütülmüştür. Bu amaçla bölüm 3.2.3'deki şekilde hazırlanmış olan beton yüzeylere deltamethrin 0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlar hava tabancasıyla her bir petriye 312 µL olacak şekilde uygulanmıştır. Araştırma klimatize iklim odasında (25±1 °C sıcaklık- %55±5 orantılı

nemde sürekli karanlık koşullarda) yürütülmüştür. Laboratuvarda her bir tür, doz (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve kalıcı etkinlik belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Çalışma her bir tür ve doz için 126 beton yüzeyli Petri kabı olmak üzere her iki tür için 252 adet beton yüzeyli Petri kabında yürütülmüştür. Laboratuvarda kalıcı etkinlik belirleme denemeleri için hazırlanan Petri kapları insektisit uygulamasının hemen ardından PVC küvetlere yerleştirilerek 25±1 °C ve %55±5 nispi nemde sürekli karanlık koşullardaki klimatize iklim odasına yerleştirilmiştir. Küvet içine sıcaklık – orantılı nem veri kayıt cihazı yerleştirilerek ortam sıcaklığı ve nemi 180 gün süresince kaydedilmiştir. Bu işlemin ardından bir gün, bir ay, iki ay, üç ay, dört ay, beş ay ve altı ay sonunda her bir tür için ayrı ayrı 20'şer adet ergin birey Petri kaplarına ilave edilerek klimatize odaya (karanlık) (25±1 °C sıcaklık- %55±5 orantılı nem) aktarılmıştır. Kalıcı etkinlik çalışmasında muamele süresi 96 saat olarak uygulanmış olup, muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli (7 gün sonra) ölümler belirlenmiştir. Muamele süresinin (96 saat) sonunda binoküler stereo mikroskop altında Petri kabındaki bireyler ince bir samur fırça (000) ve yumuşak pens yardımı ile uyarılarak, koordineli hareket edenler ve kısmen hareket edebilen ya da uyarıldığında uzuvları kısmende olsa hareket edenler canlı olarak kabul edilmiş ve bu bireyler içerisinde yaklaşık 1.0-2.0 g un bulunan 100 ml hacimli PVC vida kapaklı kaplara aktarılmıştır. Sayımlarda uyarıma rağmen hiçbir hareket görülmeyen, uzuvlarını dahi hareket ettiremeyen, tamamiyle hareketsiz bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. Daha sonra, kaplarda havalanmayı sağlamak için toplu iğne ile kapaklarda 10-20 adet delik açılmıştır. Etiketli PVC kaplar bu işlemin ardından 25±1 °C sıcaklıkta ve %55±5 orantılı nem koşullarındaki iklim odasına karanlık koşullarda gecikmeli ölümleri tespit amacıyla ilaveten 7 gün süre ile tutulmuştur. Bu sürenin sonunda yukarıda verilen kıstas gereğince sayım tekrar yapılarak veriler kaydedilmiştir.



Şekil 3.7 Laboratuvar ve arazi koşullarındaki denemeler için insektisit uygulanmış Petri kaplarının yerleştirildiği PVC küvetler ve denemeler sonrası sayım çalışmaları

### 3.2.6 Arazi koşullarında deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'a kalıcı etkinliğinin belirlenmesi

Arazi koşullarında uzun süreli kalıcı etkinliğin belirlendiği bu çalışma her iki tür için ergin dönemde ve 96 saatlik muamele süresi için yürütülmüştür. Bu amaçla bölüm 3.2.3'teki şekilde hazırlanmış olan beton yüzeylere deltamethrin 0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlar hava tabancasıyla her bir petriye 312 µL olacak şekilde uygulanmıştır. Deneme, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği (Haymana, Ankara), Kete Un Farikası (Çubuk, Ankara) ve Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası'nda (Gölbaşı, Ankara) yürütülmüştür. Arazi denemesi olarak 3 farklı lokasyon için her bir tür, doz (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve kalıcı etkinlik belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Çalışma her bir tür, lokasyon ve doz için 378 adet beton yüzeyli Petri kabı olmak üzere her iki tür için 756 adet beton yüzeyli Petri kabında yürütülmüştür. Arazi koşullarındaki deneme için hazırlanan Petri kapları insektisit uygulamasının hemen ardından PVC küvetlere yerleştirilerek kalıcı etkinliğin belirleneceği lokasyona götürülmüş ve işletmelerdeki ürünlerin bulunduğu uygun yerlere yerleştirilerek, küvet içine sıcaklık – orantılı nem veri kayıt cihazları konulmuştur. Bu işlemin ardından bir gün, bir ay, iki ay, üç ay, dört ay, beş ay ve altı ay sonra ilişkili Petri kapları laboratuvara getirilerek her bir tür için ayrı ayrı 20'şer adet ergin birey Petri

kaplarına ilave edilerek klimatize odaya (karanlık) ( $25\pm 1$  °C sıcaklık-  $\%55\pm 5$  orantılı nem) aktarılmıştır. Kalıcı etkinlik çalışmasında muamele süresi 96 saat olarak uygulanmış olup, muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli ölümler (7 gün sonra) belirlenmiştir. Muamele süresinin (96 saat) sonunda binoküler stereo mikroskop altında Petri kabındaki bireyler ince bir samur fırça (000) ve yumuşak pens yardımı ile uyarılarak, koordineli hareket edenler ve kısmen hareket edebilen ya da uyarıldığında uzuvları kısmende olsa hareket edenler canlı olarak kabul edilmiş ve bu bireyler içerisinde yaklaşık 1.0-2.0 g un bulunan 100 ml hacimli PVC vida kapaklı kaplara aktarılmıştır. Sayımlarda uyarıma rağmen hiçbir hareket görülmeyen, uzuvlarını dahi hareket ettiremeyen, tamamiyle hareketsiz bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. Daha sonra, kaplarda havalanmayı sağlamak için toplu iğne ile kapaklarda 10-20 adet delik açılmıştır. Etiketli PVC kaplar bu işlemin ardından  $25\pm 1$  °C sıcaklıkta ve  $\%55\pm 5$  orantılı nem koşullarındaki iklim odasına karanlık koşullarda gecikmeli ölümleri tespit amacıyla ilaveten 7 gün süre ile tutulmuştur. Bu sürenin sonunda yukarıda verilen kriter gereğince sayım tekrar yapılarak veriler kaydedilmiştir.

### 3.2.7 İstatistiksel analiz

*Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'un genç ve olgun larva ile ergin döneminde her bir tür, evre ve yaş için  $25\pm 1$ °C ve  $\%55\pm 5$  nispi nemde farklı muamele zamanlarında yürütülen araştırma sonuçlarında her bir tür, evre ve yaş için ayrı ayrı olarak ölüm belirleme zamanı (uygulama süresi sonu ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler) tekrarlanan ölçüm olarak kabul edilerek Tekrarlanan Ölçümler Varyans Analizi tekniği ile irdelenmiştir (Gürbüz vd. 2003). Kontrollerde ölüm oranı  $\%10$ 'u geçmediği için verilerde Abbott düzeltmesi yapılmamıştır. Analizde her bir tür, evre ve yaş için doz faktörünün 3 seviyesi (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>), ve muamele süresi faktörünün 7 seviyesi (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) bulunmaktadır. Grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde Tukey HSD ( $P<0.01$ ) testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda Statistica 8 programı kullanılmıştır.

Laboratuvar ve arazi koşullarında uzun süreli kalıcı etkinliklerin belirlenmesi çalışmasında her bir tür, lokasyon ve kalıcı etkinliğin belirlendiği zaman (uygulamadan sonra) için ayrı ayrı olarak ölüm belirleme zamanı (uygulama süresi sonu ve gecikmeli belirlenen ölümler) tekrarlanan ölçüm olarak kabul edilerek Tekrarlanan Ölçümler Varyans Analizi tekniği ile irdelenmiştir. Kontrollerde ölüm oranı %10'u geçmediği için verilerde Abbott düzeltmesi yapılmamıştır. Analizde, her bir tür, lokasyon ve kalıcı etkinliğin belirlendiği zaman için doz faktörünün 3 seviyesi (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>), ve kalıcı etkinliğin belirlendiği 7 zaman seviyesi (uygulamadan sonra) (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) bulunmaktadır. Grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda Statistica 8 programı kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 Deltamethrin Uygulanmış Beton Yüzeyde Tutulmuş *Tribolium confusum*'un Farklı Evrelerinde Muamele Süresi- Ölüm İlişkisi

Biyolojik testlerde, beton yüzeyde deltamethrin'in farklı dozlarına (0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve değişik muamele sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) maruz bırakılan, *T. confusum*'un genç larva, olgun larva ve erginleri üzerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler belirlenmiştir.

#### 4.1.1 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş *Tribolium confusum*'un genç larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi

*Tribolium confusum*'un genç larvalarında farklı dozlarda (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde, farklı uygulama sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) gerçekleşen ölümler, muamele süresi sonunda (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak belirlenmiştir. Veriler ile yapılan tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları **Çizelge 4.1**'de verilmiştir. Sonuçlara göre ölümler üzerinde ölüm belirleme zamanı (muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli), muamele süresi ve doz istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenirken, ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz interaksiyonunun da istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01) (**Çizelge 4.1**). Üçlü interaksiyon (ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz) irdelenmiş ve % ölüm değerlerindeki değişik gruplar Tukey testi ile belirlenerek **Çizelge 4.2**'de verilmiştir.

Kontrol grubunda muamele süresi sonunda gerçekleşen ölümler (ani) 7 farklı muamele süresinde %0 – 0.83 arasında değişirken, her bir uygulama süresi arasında ölümler istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (**Çizelge 4.2**). Benzer bulgu kontrol grubunda gecikmeli (7 gün) belirlenen ölüm oranları için de belirlenmiştir. Dolayısıyla kontrol grubunda her iki ölüm belirleme zamanı içinde muamele süresindeki artışla ölümlerin önemli düzeyde değişmediği belirlenmiştir (**Çizelge 4.2**).

Çizelge 4.1 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Muamele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	46658.40	0.00000
Muamele süresi	6	26.96	0.00000
Doz	2	11353.90	0.00000
Muamele süresi*Doz	12	14.48	0.00000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	45.67	0.00000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi	6	23.74	0.00000
Ölüm belirleme zamanı *Doz	2	8.43	0.00040
Ölüm belirleme zamanı * Muamele süresi *Doz	12	11.37	0.00000
Hata	105		

Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup>'lik düşük doz uygulanmasında, muamele sonu genç larvalarda belirlenen ölüm oranlarının muamele süresindeki artış ile arttığı saptanmıştır. Muamele süresi 24 saat olduğunda genç larvada muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranı %51.67; 48 saatlik muamele süresinde ise ölüm oranı %95.83 ve diğer muamele sürelerinde ölümlerin %100 olduğu belirlenmiştir. 24 saatli muamele süresi haricinde diğer bütün muamele süreleri aynı istatistiki grupta yer almıştır. Genç larva evresinde 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen ölüm oranları 24 saatlik muamele süresinde %95.00, diğer muamele sürelerinde ise %100 olmuş ve istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda da muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarının muamele süresindeki artış ile arttığı tespit edilmiştir. Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda muamele süresi 24 saat olduğunda genç larvada muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranı %85.83; 48 saatlik muamele süresinde ise ölüm oranı %95.00 ve diğer muamele sürelerinde ölümlerin %100 olduğu belirlenmiştir. 24 ve 48 saatlik muamele süreleri haricinde diğer bütün muamele süreleri aynı istatistiki grupta yer almıştır. Gecikmeli belirlenen ölümler tüm muamele sürelerinde genç larva evresinde %100 olarak belirlenmiş ve muamele süreleri arasında istatistiki anlamda bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Muamele süresi (saat)	Muamele süresi sonu ölüm (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	24	0.83±0.83a*A**c***	2.50±1.12aAb
	48	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	72	0.00±0.00aAb	1.67±1.05aAb
	96	0.00±0.00aAb	1.67±1.05aAb
	120	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	144	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	168	0.00±0.00aAb	1.67±1.05aAb
	12	24	51.67±10.46bBb
48		95.83±2.01aAa	100.00±0.00aAa
72		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
96		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
120		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
144		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
168		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
24		24	85.83±3.52bBa
	48	95.00±2.58bAa	100.00±0.00aAa
	72	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	96	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	120	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	144	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	168	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa

\*: Her bir doz ve ölüm tespit zamanında, değişik muamele sürelerinde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\* : Her bir doz ve muamele süresinde ani ve gecikmeli olarak belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\*\*: Her bir muamele süresi ve her bir ölüm tespit zamanında, farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

*Tribolium confusum*'un genç larvasında her bir doz ve muamele süresinde, muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında kontrol grubunda tüm muamele sürelerinde, muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında istatistiki anlamda farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.2). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda her bir muamele süresindeki, muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında 24 saatlik muamele süresi farklı istatistiki grupta yer almıştır. 24 saatlik muamele süresinde gecikmeli belirlenen ölüm oranının muamele süresi sonunda belirlenen ölüm

oranlarından istatistiki anlamda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.2**). Deltamethrin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda da her bir muamele süresindeki, muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında 24 saatlik muamele süresindeki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Sadece 24 saatlik muamele süresinde gecikmeli belirlenen ölüm oranının muamele süresi sonunda belirlenen ölümden istatistiki anlamda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.2**).

*Tribolium confusum*'un genç larvasında her bir muamele süresi ve ölüm belirleme zamanında, farklı dozlarda ortaya çıkan ölüm oranları kontrol grubunda, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından istatistiki anlamda daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.2**). Ancak, deltamethrin dozunun 12 mg/m<sup>2</sup>'den 24 mg/m<sup>2</sup>'ye çıkması ölümlerde (24 saatlik muamele süresi hariç), hem muamele sonu belirlenen ölümlerde ve hem de gecikmeli belirlenen ölümlerde istatistiki olarak fark bulunmamıştır (**Çizelge 4.2**).

#### **4.1.2 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş *Tribolium confusum*'un olgun larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi**

*Tribolium confusum*'un olgun larvalarında farklı dozlarda (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde, farklı uygulama sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) gerçekleşen ölümler muamele süresi sonunda (ani) ve gecikmeli olarak belirlenmiştir. Veriler ile yapılan tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları **Çizelge 4.3**'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ölümler üzerinde ölüm belirleme zamanı (muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli), muamele süresi ve doz istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenirken, ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz interaksyonu da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01) (**Çizelge 4.3**). Dolayısıyla üçlü interaksyon (ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz) irdelenmiş ve % ölüm değerlerindeki farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenerek **Çizelge 4.4**'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	4712.67	0.000000
Muamele süresi	6	77.82	0.000000
Doz	2	1088.79	0.000000
Muamele süresi*Doz	12	17.71	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	280.04	0.000000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi	6	19.32	0.000000
Ölüm belirleme zamanı *Doz	2	64.45	0.000000
Ölüm belirleme zamanı * Muamele süresi *Doz	12	5.46	0.000000
Hata	105		

Kontrol grubunda muamele süresi sonunda gerçekleşen ölümler 7 farklı muamele süresinde %0 – 3.33 arasında değişmiştir (**Çizelge 4.4**). Muamele süresi 24, 48, 96 ve 120 saat olduğunda olgun larvada muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranı %0; 144 ile 168 saatli muamele süresinde ölüm oranı %3.33 olarak tespit edilmiştir. Her bir muamele süresi arasındaki farklar istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (**Çizelge 4.4**). Benzer şekilde kontrol grubunda gecikmeli belirlenen ölüm oranları, farklı muamele süreleri sonunda %0 – 5.00 arasında değişirken, her bir muamele süresi arasında farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup>'lik düşük doz uygulamasında, olgun larvalarda muamele sonu belirlenen ölüm oranlarının muamele süresindeki artış ile birlikte arttığı saptanmıştır. Muamele süresi 24 saat olduğunda belirlenen ölüm oranı %6.67; 48 saatli muamele süresinde ölüm oranı %33.33 ve diğer muamele sürelerinde de süre artışı ile birlikte ölüm oranlarının da arttığı ve 168 saatli muamele süresinde ise ölüm oranının %75.00 olduğu belirlenmiştir. Muamele süreleri sonunda elde edilen ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Olgun larva evresinde 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen ölüm oranları 24 saatlik muamele süresinde %45.83, diğer muamele sürelerinde muamele süresindeki artış ile birlikte ölüm oranlarının da arttığı ve 168 saatlik muamele süresinde ise ölüm oranının %85.00 olduğu belirlenmiştir. Muamele süreleri sonunda elde edilen ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Muamele süresi (saat)	Muamele süresi sonu ölüm (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	24	0.00±0.00a*A**a***	0.83±0.83aAb
	48	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	72	0.83±0.83aAb	2.50±1.12aAb
	96	0.00±0.00aAb	2.50±1.12aAb
	120	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	144	3.33±1.67aAb	4.17±1.54aAb
	168	3.33±1.67aAb	5.00±1.83aAb
12	24	6.67±2.11cBa	45.83±3.52cAa
	48	33.33±1.67bBa	65.83±2.39abAa
	72	37.50±4.96bBa	60.83±4.55bAa
	96	40.00±3.42bAa	50.83±5.54bcAa
	120	71.67±3.33aAa	72.50±3.10abAa
	144	70.33±4.22aAa	75.83±2.01aAa
	168	75.00±2.14aAa	85.00±0.00aAa
24	24	7.50±1.71cBa	54.17±9.35cAa
	48	25.00±8.56bcBa	60.83±5.83bcAa
	72	34.17±2.39bBa	67.50±2.14bAa
	96	43.33±2.11bBa	71.67±4.77abAa
	120	75.83±2.01aAa	80.83±2.39aAa
	144	76.67±2.11aAa	82.50±3.87aAa
	168	77.50±2.14aAa	90.83±1.54aAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında farklı muamele sürelerinde tespit edilen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\* : Her bir doz ve muamele süresinde ani ve gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\*\*: Her bir muamele süresinde ve her bir ölüm belirleme zamanında, farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda da muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarının, muamele süresindeki artış ile arttığı, muamele süresi 24 saat olduğunda olgun larvada ölüm oranı %7.50; 168 saatli muamele süresinde ise ölüm oranı %77.50 olduğu tespit edilmiştir. Muamele süreleri sonunda elde edilen ölüm oranları, istatistiki anlamda önemli düzeyde değişmiştir. Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda gecikmeli olarak, muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarının muamele süresindeki artış ile arttığı, muamele süresi 24 saat olduğunda olgun larvada ölüm oranının %54.17; 168 saatlik muamele

süresinde ise ölüm oranının %90.83 olduğu tespit edilmiştir. Muamele süreleri sonunda elde edilen ölüm oranları, muamele süreleri arasında istatistiki anlamda önemli düzeyde değişmiştir (**Çizelge 4.4**).

*Tribolium confusum*'un olgun larvasında her bir doz ve muamele süresinde, muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları (ani) ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında kontrol grubunda tüm muamele sürelerinde, muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında istatistiki anlamda farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.4**). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 24, 48 ve 72 saatli muamele sürelerinde gecikmeli belirlenen ölüm oranlarının, muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarından istatistiki anlamda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. 96, 120, 144 ve 168 saatli muamele sürelerinde muamele süresi sonunda tespit edilen ölümler ile gecikmeli ölümler, arasında istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır (**Çizelge 4.4**). Deltamethrin dozu 24 mg/m<sup>2</sup> olduğunda her bir muamele süresindeki, muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında 24, 48, 72 ve 96 saatli muamele süreleri hariç diğer muamele sürelerinde istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiş, 24, 48, 72 ve 96 saatli muamele süresinde gecikmeli belirlenen ölüm oranlarının, muamele süresi sonunda belirlenen ölümlerden istatistiki anlamda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.4**).

*Tribolium confusum*'un olgun larvasında her bir muamele süresi ve ölüm belirleme zamanında, farklı dozlarda belirlenen ölüm oranları, kontrol grubunda 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından istatistiki anlamda daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.4**). Ancak, deltamethrin dozunun 12 mg/m<sup>2</sup>'den 24 mg/m<sup>2</sup>'ye çıkması ile hem muamele sonu belirlenen ölümlerde hem de gecikmeli belirlenen ölümlerde istatistiki anlamda önemli bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.4**).

#### 4.1.3 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş *Tribolium confusum*'un ergin evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde farklı dozlarda (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde, farklı uygulama sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) gerçekleşen ölümler muamele süresi sonunda (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak belirlenmiştir. Veriler ile yapılan tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları **Çizelge 4.5**'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ölümler üzerinde ölüm belirleme zamanı (muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli), muamele süresi ve doz istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenirken, ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz interaksyonu da istatistiki anlamda önemli bulunmuştur (P<0.01) (**Çizelge 4.5**). Dolayısıyla üçlü interaksiyon (ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz) irdelenmiş ve % ölüm değerlerindeki değişik gruplar Tukey HSD testi ile belirlenerek **Çizelge 4.6**'da verilmiştir.

Çizelge 4.5 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	1290.18	0.000000
Muamele süresi	6	88.72	0.000000
Doz	2	301.61	0.000000
Muamele süresi*Doz	12	20.50	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	308.92	0.000000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi	6	14.04	0.000000
Ölüm belirleme zamanı *Doz	2	92.88	0.000000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi*Doz	12	8.64	0.000000
Hata	105		

Çizelge 4.6 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium confusum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Muamele süresi (saat)	Muamele süresi sonu ölüm (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	24	0.00±0.00a*A**a***	0.00±0.00aAa
	48	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	72	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAb
	96	0.00±0.00aAb	1.67±1.05aAb
	120	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	144	0.83±0.83aAb	0.83±0.83aAb
	168	3.33±1.67aAb	5.00±1.83aAb
12	24	0.83±0.83cAa	2.50±1.12dAa
	48	0.00±0.00cBa	19.17±2.01cdAa
	72	14.17±3.52bcBa	35.00±11.18cAa
	96	31.67±8.23bAa	48.33±8.23bcAa
	120	37.50±4.03abBa	68.33±4.77abAa
	144	50.83±5.54aBa	70.00±3.87abAa
	168	61.67±2.47aBa	84.17±5.83aAa
24	24	0.83±0.83cAa	13.33±5.11cAa
	48	5.00±3.42cAa	20.00±2.89bcAa
	72	20.00±3.65bAa	35.83±4.73bcAa
	96	25.83±4.73bBab	43.33±6.54bAa
	120	33.33±2.11bBab	77.50±2.81aAa
	144	45.83±2.39abBb	88.33±5.27aAa
	168	60.00±6.06aBa	92.50±1.12aAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında farklı uygulama sürelerinde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\* : Her bir doz ve muamele süresinde ani ve gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\*\*: Her bir muamele süresinde ve her bir ölüm tespit zamanında, farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

Kontrol grubunda, muamele süresi sonunda gerçekleşen ölümler 7 farklı muamele süresinde %0 – 3.33 arasında değişirken, muamele süresi 144 saat olduğunda muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranı %0.83; 168 saatli muamele süresinde ölüm oranı %3.33 olarak tespit edilmiştir. Her bir muamele süresinde tespit edilen ölüm oranları arasındaki farklar istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (**Çizelge 4.6**). Benzer bulgu kontrol grubunda gecikmeli belirlenen ölüm oranları 7 farklı muamele süresinde %0 – 5.00 arasında değişirken, her bir muamele süresinde belirlenen ölümler arasındaki farkın istatistiki anlamda önemsiz olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.6**). Deltamethrin'in 12

mg/m<sup>2</sup> doz uygulanmasında, muamele süresi sonunda gerçekleşen ölümler 7 farklı muamele süresinde %0 – 61.67 arasında değiştiği saptanmıştır. 168 Saatli muamele süresinde %61.67 ölüm oranı saptanmış bunu %50.83 ile 144 saat, %37.50 ile de 120 saatli muamele süresi izlemiştir. Bu üç muamele süresi istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve ölüm oranları arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Ergin evresinde deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen ölüm oranları %2.50-84.17 arasında değiştiği saptanmıştır. 168 saatlik muamele süresinde ölüm oranının %84.17 olduğu belirlenmiş, bunu sırasıyla %70.00 ve %68.33'lük ölüm oranları ile 144 ve 120 saatli muamele süreleri takip etmiştir. Bu üç muamele süresi istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve ölüm oranları arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda da muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarının, muamele süresindeki artış ile arttığı, ölüm oranlarının %0.83-%60.00 arasında değiştiği tespit edilmiştir. 168 saatlik muamele süresinde ölüm oranının %60.00 olduğu, bunu sırasıyla %45.83'lük ölüm oranı ile 144 saatli muamele süresi izlemiştir. Bu iki muamele süresi istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve ölüm oranları arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (**Çizelge 4.6**). Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda gecikmeli olarak, muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarının muamele süresindeki artış ile arttığı, muamele süresi 24 saat olduğunda erginlerde ölüm oranının %13.33; 168 saatlik muamele süresinde ise ölüm oranının %92.50 olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla %88.33 ve %77.50'lik ölüm oranları ile 144 ve 120 saatli muamele süreleri izlemiştir. Bu üç muamele süresi istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve ölüm oranları arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur.

**(Çizelge 4.6).**

*Tribolium confusum*'un erginlerinde her bir doz ve muamele süresinde, muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında kontrol grubunda tüm muamele sürelerinde, muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasındaki farklar istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur (**Çizelge 4.6**). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 48, 72, 120, 144 ve 168 saatlik muamele sürelerinde, gecikmeli belirlenen ölüm oranlarının muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranlarından istatistiki anlamda daha yüksek olduğu ve farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (**Çizelge 4.6**). Deltamethrin dozu 24 mg/m<sup>2</sup> olduğunda her bir

muamele süresindeki muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında 96, 120, 144 ve 168 saatli muamele süreleri hariç istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiş; gecikmeli gerçekleşen ölüm oranlarının istatistiki anlamda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.6**).

*Tribolium confusum*'un erginlerinde her bir muamele süresi, ölüm belirleme zamanı ve farklı dozlarda belirlenen ölüm oranlarının, kontrol grubunda, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından istatistiki anlamda daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.6**). Ancak, deltamethrin dozunun 12 mg/m<sup>2</sup>'den 24 mg/m<sup>2</sup>'ye çıkması ile (96, 120 ve 144 saatli muamele süreleri hariç) hem muamele sonu belirlenen ölümlerde ve hem de gecikmeli belirlenen ölümlerde istatistiki olarak kayda değer bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.6**).

## **4.2 Deltamethrin Uygulanmış Beton Yüzeyde Tutulmuş *Tribolium castaneum*'un Farklı Evrelerinde Muamele Süresi- Ölüm İlişkisi**

Biyolojik testlerde, beton yüzeyde deltamethrin'in farklı dozlarına (0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve değişik muamele sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) maruz bırakılan, *T. castaneum*'un genç larva, olgun larva ve erginleri üzerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler belirlenmiştir.

### **4.2.1 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş *Tribolium castaneum*'un genç larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi**

Beton yüzeyde farklı dozlarda (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) deltamethrin uygulamasına, farklı muamele sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un genç larvaların gerçekleşen ölümleri muamele süresi sonunda (ani) ve gecikmeli olarak belirlenmiştir. Verilere uygulanan tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları **Çizelge 4.7**'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ölümler üzerinde ölüm belirleme zamanı (muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli), muamele süresi ve doz istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenirken, ölüm belirleme zamanı\*muamele

süresi\*doz interaksyonu da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01) (**Çizelge 4.7**). Dolayısıyla üçlü interaksyon (ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz) irdelenmiş ve % ölüm değerlerindeki farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenerek **Çizelge 4.8**'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	258398.58	0.000000
Muamele süresi	6	148.55	0.000000
Doz	2	61477.52	0.000000
Muamele süresi *Doz	12	32.74	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	255.09	0.000000
Ölüm belirleme zamanı * Muamele süresi	6	132.81	0.000000
Ölüm belirleme zamanı *Doz	2	3.99	0.021455
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi*Doz	12	40.61	0.000000
Hata	105		

Kontrol grubunda muamele süresi sonunda gerçekleşen ölüm oranları 7 farklı muamele süresinde %0 olup, her bir muamele süresi arasında ölümler istatistiki olarak anlamlı bir fark belirlenmemiştir (**Çizelge 4.8**). Gecikmeli belirlenen ölüm oranları farklı muamele sürelerinde %1.67 – 5.83 arasında değişirken, her bir uygulama zamanı arasında ölümler istatistiki olarak önemsiz olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.8**). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup>'lik uygulanmasında, genç larvalarda ani (muamele süresi sonu) belirlenen ölüm oranlarının, 24 saatli muamele süresinde %65 ve diğer bütün muamele sürelerinde ise %100.00 olduğu belirlenmiştir. Her bir muamele süresi bakımından 24 saatlik muamele hariç ölümler arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Genç larva evresinde 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen ölüm oranları tüm muamele sürelerinde %100 olarak belirlenmiş ve her bir muamele süresi bakımından ölümler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda genç larvalarda belirlenen ani ölüm oranlarının, 24 saatlik muamele süresinde %70.83 iken, diğer muamele sürelerinde ise ölümlerin %100 olduğu belirlenmiştir. Her

bir muamele süresi bakımından 24 saatli muamele hariç ölümler arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Genç larva evresinde 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen ölüm oranları tüm muamele sürelerinde %100 olarak belirlenmiş ve muamele süreleri bakımından elde edilen ölüm oranları arasındaki fark belirlenmemiştir (**Çizelge 4.8**).

Çizelge 4.8 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un genç larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

<b>Doz (mg a.i./m<sup>2</sup>)</b>	<b>Muamele süresi (saat)</b>	<b>Muamele süresi sonu ölüm (%)</b>	<b>Gecikmeli ölüm (%)</b>
0	24	0.00±0.00a*A**c***	1.67±1.05aAb
	48	0.00±0.00aAb	1.67±1.05aAb
	72	0.00±0.00aAb	2.50±1.12aAb
	96	0.00±0.00aAb	1.67±1.05aAb
	120	0.00±0.00aAb	3.33±1.05aAb
	144	0.00±0.00aBb	5.83±2.01aAb
	168	0.00±0.00aBb	5.83±2.01aAb
	12	24	65.00±3.16bBb
48		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
72		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
96		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
120		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
144		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
168		100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
24		24	70.83±2.39bBa
	48	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	72	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	96	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	120	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	144	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	168	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında farklı uygulama sürelerinde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\* : Her bir doz ve muamele süresinde ani ve gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\*\*: Her bir muamele süresinde ve her bir ölüm belirleme zamanında, farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

*Tribolium castaneum*'un genç larvasında kontrol grubunda her bir doz ve muamele süresinde, muamele süresi sonunda (ani) belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında 144 ve 168 saatlik muamele süresi hariç diğer muamele süreleri ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları bakımından aralarındaki farkın istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.8**). 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, sadece 24 saatlik muamele süresinde ölüm oranının %65.00 olduğu ve 24 saatlik muamele süresinde gecikmeli belirlenen ölüm oranının muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranından istatistiki anlamda daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve farklı istatistiki grupta yer almıştır. Diğer bütün muamele sürelerinde ani ölüm ve gecikmeli ölümler bakımından meydana gelen farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.8**). Deltamethrin dozu 24 mg/m<sup>2</sup>'ye çıkarıldığında benzer şekilde her bir muamele süresindeki, muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler 24 saatlik muamele süresinde sırasıyla %70.83 ve %100'lük ölüm oranı belirlenmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Buna karşın diğer bütün muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler %100 olarak gerçekleşmiş ve ölümler arasında istatistiki anlamda fark belirlenmemiştir (**Çizelge 4.8**).

*Tribolium castaneum*'un genç larvasında her bir muamele süresi ve ölüm belirleme sürelerinde, farklı dozlarda tespit edilen ani ölüm oranlarının kontrol grubunda, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından daha düşük düzeyde olduğu ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir (**Çizelge 4.8**). Benzer şekilde kontrol grubundaki gecikmeli ölüm oranlarının 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Buna karşın, deltamethrin'in 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozlarında 24 saat süreli ani ölümler sırasıyla %65.00 ve %70.83 olarak tespit edilmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Ani ölümler bakımından diğer uygulama sürelerinin tamamında %100 ölüm oranı belirlenmiş ve istatistiki olarak aralarında fark belirlenmemiştir. Deltamethrin'in 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozlarının gecikmeli ölüm oranları bütün uygulama sürelerinde %100 olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.8**).

#### 4.2.2 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş *Tribolium castaneum*'un olgun larva evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi

Beton yüzeyde farklı dozlarda (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) deltamethrin uygulamasına, farklı muamele sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un olgun larvalarında gerçekleşen ölümler muamele süresi sonunda (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak belirlenmiştir. Verilere uygulanan tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları **Çizelge 4.9**'da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ölümler üzerinde ölüm belirleme zamanı (muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli), muamele süresi ve doz istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenirken, ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz interaksyonu da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01) (**Çizelge 4.9**). Dolayısıyla üçlü interaksiyon (ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz) irdelenmiş ve % ölüm değerlerindeki değişik gruplar Tukey HSD testi ile belirlenerek **Çizelge 4.10**'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	20473.64	0.00000
Muamele süresi	6	48.11	0.00000
Doz	2	4705.23	0.00000
Muamele süresi*Doz	12	23.82	0.00000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	958.08	0.00000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi	6	45.45	0.00000
Ölüm belirleme zamanı *Doz	2	253.68	0.00000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi*Doz	12	21.34	0.00000
Hata	105		

Çizelge 4.10 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un olgun larvalarında muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Muamele süresi (saat)	Muamele süresi sonu ölüm (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	24	0.00±0.00a*A**c***	1.67±1.05aAb
	48	1.67±1.05aAc	3.33±1.67aAb
	72	1.67±1.05aAc	3.33±1.67aAb
	96	1.67±1.05aAc	3.33±1.67aAb
	120	4.17±1.54aAb	6.67±1.67aAb
	144	4.17±1.54aAb	6.67±1.67aAb
	168	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
12	24	17.50±3.35dBb	83.33±4.22bAa
	48	42.50±1.12cBb	85.00±1.29bAa
	72	62.50±2.14bBb	91.67±2.11abAa
	96	60.00±4.83bBb	91.67±2.47abAa
	120	74.17±3.75bBa	96.67±1.05abAa
	144	75.33±3.55bBa	96.67±1.05abAa
	168	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
24	24	70.83±2.39cBa	92.50±2.14aAa
	48	69.17±2.39cBa	93.33±3.33aAa
	72	75.00±3.65cBa	98.33±1.67aAa
	96	80.83±2.39bBa	96.67±1.67aAa
	120	85.00±3.65cBa	96.67±1.67aAa
	144	91.67±2.11abAa	100.00±0.00aAa
	168	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında farklı uygulama sürelerinde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\* : Her bir doz ve muamele süresinde ani ve gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\*\*: Her bir muamele süresinde ve her bir ölüm belirleme zamanında, değişik dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

Kontrol grubunda muamele süresi sonunda gerçekleşen ölümler 7 farklı muamele süresinde %0 – 4.17 arasında değişirken, her bir muamele süresinde ölüm oranları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10). Kontrol grubunda gecikmeli belirlenen ölüm oranları 7 farklı muamele süresinde %0 – 6.67 arasında değişirken her bir muamele süresinde ölüm oranları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> uygulanmasında, olgun larvada ani ölüm oranlarının muamele süresine göre %17.50 –

100.00 arasında değiştiği belirlenmiştir. 168 saatli uygulama sũresi istatistiki açıdan en yũksek değeri almış, bunu 144, 120, 96 ve 72 saatli uygulama sũreleri izlemiş, 48 ve 24 saatli uygulama sũreleri sonunda belirlenen lũm oranları ise istatistikselsel olarak en dũřuk grupta yer almışlardır. Olgun larva evresinde 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen lũm oranları muamele sũresi 24 saat olduğunda %83.33, 96 saat olduğunda %91.67 ve 168 saat olduğunda ise %100 olarak belirlenmiştir. 72, 96, 120 ve 144 saatlik uygulama sũrelerinde belirlenen lũm oranları istatistiki olarak aynı grupta yer alırken; 24, 48 ve 168 saatli muamele sũreleri arasında istatistiki anlamda nemli farklılık belirlenmiştir (**izelge 4.10**). Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda muamele sũresi sonu belirlenen lũm oranlarının muamele sũresindeki artış ile arttığı tespit edilmiştir. Muamele sũresi 24 saat olduğunda olgun larvada muamele sũresi sonunda belirlenen lũm oranı %70.83, 96 saat olduğunda %80.83 ve 168 saat olduğunda lũmlerin %100.00 olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada 24, 48, 72 ve 120 saatlik uygulama sũreleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Buna karşın 96 ve 144 saatlik uygulama sũreleri istatistiki olarak aynı grupta yer alırken, 168 saatli uygulama sũreleri istatistiki olarak en yũksek değeri almıştır. Olgun larva evresinde 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda, gecikmeli gerçekleşen lũm oranları, muamele sũresi 24 saat olduğunda %92.50, muamele sũresi 96 saat olduğunda belirlenen lũm oranı %96.67 ve 144 saat olduğunda ise olgun larvada lũmlerin %100 olduğu belirlenmiştir. İstatistikselsel analizde muamele sũreleri arasında istatistiki anlamda bir farklılık belirlenmemiştir (**izelge 4.10**).

*Tribolium castaneum*'un olgun larvasında kontrol grubunda her bir doz ve muamele sũresinde, muamele sũresi sonunda (ani) belirlenen lũm oranları ile gecikmeli belirlenen lũm oranları arasında farkın istatistiki anlamda nemsiz olduğu belirlenmiştir (**izelge 4.10**). 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, sadece 24 saatlik muamele sũresinde lũm oranının %17.50 olduğu ve 24 saatlik muamele sũresinde gecikmeli belirlenen lũm oranının muamele sũresi sonu belirlenen lũm oranından istatistiki anlamda daha yũksek olduğu tespit edilmiş ve farklı istatistiki grupta yer almıştır. 168 saatli muamele sũresinde ani lũm ve gecikmeli lũm bakımından meydana gelen farkın istatistiki olarak nemsiz olduğu belirlenmiştir (**izelge 4.10**). Deltamethrin dozu 24 mg/m<sup>2</sup>'ye çıkarıldığında benzer şekilde her bir muamele sũresindeki, muamele sũresi sonu lũmler ile gecikmeli gerçekleşen lũmler 24 saatlik muamele sũresinde sırasıyla %70.83 ve %92.50'lik lũm

oranı belirlenmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Benzer şekilde 48, 72, 96 ve 120 saatli muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında istatistiki anlamda fark belirlenmiştir (**Çizelge 4.10**).

*Tribolium castaneum*'un olgun larvasında her bir muamele süresinde ve her bir ölüm belirleme zamanında, farklı dozlarda belirlenen ani ölüm oranlarının kontrol grubunda, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Benzer şekilde kontrol grubundaki gecikmeli ölüm oranlarının 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır (**Çizelge 4.10**). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup>'lik dozunun 24, 48, 72 ve 96 saatlik muamele süreleri için belirlenen ani ölüm oranları, 24 mg/m<sup>2</sup> dozundan daha düşük olduğu ve istatistiki anlamda ölüm oranları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında gerçekleşen gecikmeli olarak belirlenen ölümler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (**Çizelge 4.10**).

#### **4.2.3 Deltamethrin uygulanmış beton yüzeyde tutulmuş *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde muamele süresi- ölüm ilişkisi**

Beton yüzeyde farklı dozlarda (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) deltamethrin uygulamasına, farklı muamele sürelerinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un erginlerinde gerçekleşen ölümler uygulama süresi sonunda (ani) ve gecikmeli olarak belirlenmiştir. Verilere uygulanan tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları **Çizelge 4.11**'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre ölümler üzerinde ölüm belirleme zamanı (muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli), muamele süresi ve doz istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenirken, ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz interaksyonu da istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0.01) (**Çizelge 4.11**). Dolayısıyla üçlü interaksyon (ölüm belirleme zamanı\*muamele süresi\*doz) irdelenmiş ve % ölüm değerlerindeki değişik gruplar Tukey HSD testi ile belirlenerek **Çizelge 4.12**'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maamele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	29407.90	0.0000
Muamele süresi	6	562.16	0.0000
Doz	2	7253.39	0.0000
Muamele süresi*Doz	12	155.58	0.0000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	535.19	0.0000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi	6	77.00	0.0000
Ölüm belirleme zamanı *Doz	2	157.24	0.0000
Ölüm belirleme zamanı *Muamele süresi*Doz	12	28.95	0.0000
Hata	105		

Kontrol grubunda muamele süresi sonunda gerçekleşen ölümler 7 farklı muamele süresinde %0 – 1.67 arasında değişmiştir. Muamele süresi 72 saat olduğunda, ölüm oranı %1.67 ve diğer tüm muamele sürelerinde ise ölüm oranı %0 olarak tespit edilmiş, bu fark istatistiksel manada önemsiz bulunmuştur (**Çizelge 4.12**). Kontrol grubunda gecikmeli belirlenen ölüm oranları 7 farklı muamele süresinde %0 – 1.67 arasında değişmiştir. Muamele süresinin 72 ve 96 saat olması durumunda ölüm %1.67 olarak belirlenmiş ve muamele süreleri bakımından ölümler arasındaki değişimin istatistiksel açıdan önemli olmadığı bulunmuştur (**Çizelge 4.12**). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> uygulanmasında, muamele sonu belirlenen ölüm oranları %3.33 – 100 arasında değişmiş ve muamele süresindeki artış ile birlikte ölüm oranlarını da arttırdığı saptanmıştır. Muamele süresi 24 saat olduğunda, erginlerde muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranı %3.33; 96 saatlik muamele süresinde belirlenen ölüm oranı %63.33, 120 saatlik muamele süresinde belirlenen ölüm oranı %95.00 ve 140 ile 168 saatlik muamele sürelerinde ise ölüm oranının %100 olduğu tespit edilmiştir. Ani ölüm oranları bakımından 168, 144 ve 120 saatli uygulamalardaki ölüm oranları istatistiksel olarak en üst grupta yer almıştır. Muamele süresi sonu ölümler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Gecikmeli olarak gerçekleşen ölüm oranları %56,67 – 100 arasında değişmiş ve süre artışı ile birlikte ölüm oranlarının da arttığı saptanmıştır.

Çizelge 4.12 Beton yüzeyde Deltamethrin'in farklı dozlarına farklı muamele sürelerinde maruz bırakılan *Tribolium castaneum*'un erginlerinde muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Muamele süresi (saat)	Muamele süresi sonu ölüm (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	24	0.00±0.00a*A**b***	0.00±0.00aAb
	48	0.00±0.00aAc	0.00±0.00aAb
	72	1.67±1.05aAc	1.67±1.05aAb
	96	0.00±0.00aAc	1.67±1.05aAb
	120	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	144	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
	168	0.00±0.00aAb	0.00±0.00aAb
12	24	3.33±1.05dBb	56.67±2.47cAa
	48	17.50±3.10cBb	71.67±6.01bAa
	72	46.67±4.22bBb	80.17±5.54bAa
	96	63.33±1.67bBb	96.67±1.05aAa
	120	95.00±1.29aAa	100.00±0.00aAa
	144	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	168	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
24	24	22.50±3.82cBa	51.67±2.47dAa
	48	29.17±3.00bcBa	67.17±1.54cAa
	72	56.67±2.11bBa	78.83±2.39bAa
	96	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	120	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	144	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa
	168	100.00±0.00aAa	100.00±0.00aAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında farklı uygulama sürelerinde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\* : Her bir doz ve muamele süresinde ani ve gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

\*\*\*: Her bir uygulama süresinde ve her bir ölüm tespit zamanında, farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; p <0.01)

168, 144, 120 ve 96 saatli uygulamalardaki ölüm oranları istatistiksel olarak en üst grupta yer almıştır. Gecikmeli olarak gerçekleşen ölümler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12). Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranları %22.50 – 100 arasında değişmiş ve muamele süresindeki artış ile birlikte ölüm oranlarının da arttığı saptanmıştır. Muamele süresi 24 saat olduğunda ölüm oranı %22.50, 48 saatlik muamele süresinde %29.17 ve 72 saatlik muamele süresinde ise %56.67 olarak belirlenmiştir. 96, 120, 144 ve 168 saatlik muamele sürelerinde ise ölüm oranının %100 olduğu tespit edilmiş ve istatistiksel olarak en üst grupta

yer almışlardır. Muamele süresi sonu ölümler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (**Çizelge 4.12**). Deltamethrin'in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda gecikmeli olarak belirlenen ölüm oranlarının %51.67 – 100 arasında değiştiği ve muamele süresindeki artış ile arttığı belirlenmiştir. Muamele süresi 24 saat olduğunda ölüm oranının %51.67, 48 saatte %67.17 ve 72 saatte ise %78.83 olduğu belirlenmiştir. 96, 120, 144 ve 168 saatli muamele sürelerinde ise ölüm oranının %100 olduğu tespit edilmiş ve istatistiki olarak en üst grupta yer almışlardır (**Çizelge 4.12**). Muamele süresi sonu gecikmeli olarak belirlenen ölümler arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

*Tribolium castaneum*'un erginlerinde kontrol grubunda her bir doz ve muamele süresinde, muamele süresi sonunda (ani) belirlenen ölüm oranları ile gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında farkın istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.12**). 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 24 saatlik muamele süresinde ölüm oranının %3.33 olduğu ve 24 saatlik muamele süresinde gecikmeli belirlenen ölüm oranının, muamele süresi sonu belirlenen ölüm oranından istatistiki olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve farklı istatistiki grupta yer almıştır. 48, 72 ve 96 saatlik muamele süreleri içinde benzer durum gözlemlenmiştir. 120, 144 ve 168 saatli muamele süresinde ani ölüm ve gecikmeli ölüm bakımından meydana gelen farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.12**). Deltamethrin dozu 24 mg/m<sup>2</sup>'ye çıkarıldığında benzer şekilde her bir muamele süresindeki, muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler 24 saatlik muamele süresinde sırasıyla %22.50 ve %51.67'lik ölüm oranı belirlenmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Benzer şekilde 48 ve 72 saatli muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında istatistiki anlamda fark belirlenmiş, diğer muamele süresi sonu ölümler ile gecikmeli gerçekleşen ölümler arasında istatistiki anlamda fark bulunmamıştır (**Çizelge 4.12**).

*Tribolium castaneum*'un erginlerinde her bir muamele süresinde ve ölümlerin gerçekleştiği sürelerde, farklı dozlar için elde edilen ani ölüm oranlarının kontrol grubunda, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Benzer şekilde kontrol grubundaki gecikmeli ölüm oranlarının 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında belirlenen ölüm oranlarından daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiş ve istatistiki olarak farklı

gruplarda yer almışlardır (**Çizelge 4.12**). Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup>'lik dozunun 24, 48, 72 ve 96 saatli muamele süreleri için belirlenen ani ölüm oranları, 24 mg/m<sup>2</sup> dozundan daha düşük bulunmuş ve istatistik olarak ölüm oranları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir. 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında gerçekleşen gecikmeli ölüm oranları arasındaki farkın istatistik olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.12**).

### **4.3 Deltamethrin'in Beton Yüzeyde Kalıcı Etkinliği**

#### **4.3.1 Laboratuvar koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'a kalıcı etkinliği**

##### **4.3.1.1 Laboratuvar koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde *Tribolium confusum*'a kalıcı etkinliği**

Biyolojik testlerde, *T. confusum*'un ergin evresinde beton yüzeyde deltamethrin'in farklı dozlarının (0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ölümler üzerindeki etkisi, 25 °C ve %55 nispi nem koşullarında (ışısız), 96 saatlik sabit muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenmiştir. Kalıcı etkinlik çalışması insektisit uygulamasından 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra, laboratuvarında sabit koşullarda tutulan Petri kaplarında yürütülmüştür.

Belirlenen ölüm oranlarına ilişkin kalıcı etkinlik deneme verileri tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı (rezüdiyel) etki belirleme zamanı) ve bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistik açıdan önemli olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.13**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksiyon irdelenerek, değişik gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (**Çizelge 4.14**).

Çizelge 4.13 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	1212.58	0.00000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	115.48	0.00000
Doz	2	314.23	0.00000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	29.01	0.00000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	869.38	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	79.50	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	221.96	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	21.03	0.00000
Hata	105		

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği sürelerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele sonunda, belirlenen ölümler tüm kalıcı etkinlik belirleme sürelerinde %0 olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.14**). Gecikmeli ölüm değerleri farklı kalıcı etkinlik zamanlarında %0 – 2.50 arasında belirlenmiş olmasına rağmen, bu farklılık istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (**Çizelge 4.14**). Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele sonunda, farklı kalıcı etkinlik zamanlarında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 18.33 olarak belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulaması sonrası 1. günde gerçekleşmiş ve bu oranın 30. ve 90. günde belirlenen ölümler hariç diğer kalıcı etkinlik zamanlarından istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.14**). Aynı deltamethrin dozunda, gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı kalıcı etkinlik sürelerinde %1.67-61.17 arasında belirlenmiştir. Gecikmeli belirlenen ölüm oranları 1, 30 ve 60 günlük kalıcı etkinlikte birbirinden farklı olmamış ve diğer kalıcı etkinlik belirleme sürelerinde belirlenen ölümlerden istatistiki açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.14**).

Çizelge 4.14 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölümler (%)
0	1	0.00±0.00a*B**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aBa	2.50±1.71aCa
	60	0.00±0.00aBa	0.83±0.83aBa
	90	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aCa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	12	1	18.33±2.79aAb
30		10.83±3.00abABb	59.17±3.52abBa
60		1.67±1.05bABb	61.17±8.11aAa
90		3.33±1.67abAb	45.00±7.96bBa
120		0.00±0.00bAa	6.67±2.79cABa
150		0.00±0.00bAa	6.67±1.05cAa
180		0.00±0.00bAa	1.67±1.05cAa
24		1	14.17±1.54abABb
	30	16.67±2.79aAb	79.17±2.01aAa
	60	16.67±2.11aAb	70.17±5.23aAa
	90	0.00±0.00bAb	63.33±4.01bAa
	120	0.00±0.00bAb	15.83±2.71cBa
	150	0.00±0.00bAa	12.50±1.71cAa
	180	0.00±0.00bAa	0.83±0.83cAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında, değişik sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

Deltamethrin' in yüksek dozunda (24 mg/m<sup>2</sup>) rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, kalıcı etkinliğin belirlendiği farklı zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 16.67 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölümler deltamethrin uygulamasından 1, 30 ve 60 gün sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme zamanlarındaki ölümlerden istatistiki olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Aynı deltamethrin dozunda, gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı

kalıcı etkinlik belirleme sürelerinde %0.83 – 79.17 arasında belirlenmiştir. Benzer şekilde, gecikmeli belirlenen en yüksek ölüm oranları deltamethrin uygulamasında 1, 30 ve 60 gün sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında tespit edilen ölümlerden istatistiki açıdan önemli seviyede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.14**).

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme süresinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 30 gün sonra ani (muamele sonu) ölümler kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %10.83 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %16.67 olarak belirlenmiş; sadece kontrolde belirlenen ölümlerin 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda belirlenenden istatistiki açıdan önemli seviyede daha düşük olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.14**). Gecikmeli ölüm değerleri 30 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %79.17, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %59.17 ve kontrolde ise %2.50 olduğu belirlenmiş; ölümlerin istatistiki önemde en yüksek 24 mg dozda olduğu ve kontrolde gerçekleşen ölümün en düşük düzeyde olduğu ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Başka bir örnek olarak 180 gün sonra yapılan çalışmada gecikmeli ölümlerde dozlar arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.14**). Sonuçta kalıcı etkinlik belirleme zamanı arttıkça, özellikle 120 günden itibaren düşük düzeyde olmuş kontrolde belirlenenden farklı bulunmamıştır.

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme süresinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), ölümleri belirleme zamanları arasındaki fark (96 saatlik muamele süresi sonu ve gecikmeli) kontrol grubunda istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (**Çizelge 4.14**). Deltamethrin' in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 1, 30, 60 ve 90 gün sonra kalıcı etkinlik gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla istatistiki önemde daha yüksek olmuştur. Deltamethrinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise 1, 30, 60, 90 ve 120 gün sonra kalıcı etkinlik, gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla yüksek olmuş ve istatistiki önemde farklılık tespit edilmiştir (**Çizelge 4.14**). Özetle, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında 7-gün gecikmeli olarak

belirlenen ölümlerin, muamele süresi sonu belirlenenden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

#### 4.3.1.2 Laboratuvar koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde *Tribolium castaneum* 'a kalıcı etkinliği

Biyolojik testlerde, *T. castaneum*'un ergin evresinde beton yüzeyde deltamethrin'in farklı dozlarının (0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ölümler üzerindeki etkisi, 25 °C ve %55 nispi nem koşullarında (ışıksız), 96 saatlik sabit muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenmiştir. Kalıcı etkinlik testleri insektisit uygulamasından 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra, laboratuvarında sabit koşullarda tutulan Petri kaplarında yürütülmüştür.

Çizelge 4.15 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde kalıcı etkinlik süreleri sonunda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	2362.37	0.00000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	368.02	0.00000
Doz	2	593.17	0.00000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	99.59	0.00000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	534.45	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	44.13	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	131.50	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	16.26	0.00000
Hata	105		

Belirlenen ölüm oranlarına ilişkin kalıcı etkinlik deneme verileri tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı) ve bunların ikili ve

ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.15**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksyon irdelenerek, farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (**Çizelge 4.16**).

Çizelge 4.16 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış ve laboratuvarında sabit koşullarda bekletilmiş beton yüzeyde, kalıcı etkinlik süreleri sonunda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölümler (%)
0	1	0.00±0.00a*C**a***	0.00±0.00aBa
	30	0.00±0.00aBa	0.83±0.83aBa
	60	0.83±0.83aBa	1.67±1.05aBa
	90	0.83±0.83aAa	0.83±0.83aBa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
12	1	52.50±4.23aBb	89.17±2.01aAa
	30	30.83±3.75bAb	89.17±4.36aAa
	60	5.83±2.01cABb	61.67±7.26bAa
	90	1.67±1.05cAb	21.67±1.67cAa
	120	0.00±0.00cAa	10.00±3.42cdABA
	150	0.00±0.00cAa	10.83±3.96cdABA
	180	0.00±0.00cAa	1.67±1.67dAa
24	1	100±0.00aAa	100±0.00aAa
	30	32.50±3.1b0Ab	80.00±4.47bAa
	60	18.33±2.11bAb	70.00±5.63bAa
	90	0.00±0.00cAb	25.83±6.11cAa
	120	0.00±0.00cAb	20.83±3.96cAa
	150	0.00±0.00cAb	21.67±2.79cAa
	180	0.00±0.00cAa	3.33±1.67dAa

\*: Her bir dozda ve ölüm belirleme zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde değişik dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği sürelerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu, rezüdiyel ölümler %0 olarak belirlenmiş ve kalıcı etkinliğin belirlendiği farklı kalıcılık ölçüm tarihleri arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.16**).

Benzer bulgu 7-gün gecikmeli ölüm değerleri farklı betletme sürelerinde %0 – 1.67 arasında belirlenmiş, kalıcılık ölçüm tarihleri arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.16**). Düşük doz deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcılık ölçüm tarihlerinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 52.50 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasından 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer ölümlerden daha yüksek olduğu, istatistiki olarak en yüksek grupta yer aldığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.16**). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı betletme sürelerinde %1.67 – 89.17 arasında belirlenmiştir. 7-Gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları 1 ve 30. günkü kalıcı etkinlikte birbirinden farklı olmamış ve diğer rezüdiyel bekletme sürelerinde belirlenen ölümlerden daha yüksek düzeyde olduğu ve istatistiki olarak en üst grupta yer almıştır (**Çizelge 4.16**). Deltamethrinin denenen yüksek dozunda (24 mg/m<sup>2</sup>) rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 100 arasında olmuştur. En yüksek ölümler deltamethrin uygulamasından 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde belirlenen ölümlerden istatistiki olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.16**). Benzer şekilde 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri en yüksek 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcılık belirleme zamanlarında tespit edilen ölümlerden istatistiki anlamda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.16**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün (24 saat) sonra, aynı kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında ölümler

kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %52.50 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %100 olarak belirlenmiş; kontrol ve 12 mg/m<sup>2</sup> dozda belirlenen ölümlerin, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda belirlenenlerden daha düşük olduğu; 90, 120,150 ve 180 günlük muamele süresi sonunda belirlenen ölüm oranları arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.16**). 7-Gün gecikmeli ölüm değerleri örneğin 1 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %100, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %89.17 ve kontrolde ise %0 olduğu belirlenmiş; ölümlerin istatistiki önemde en yüksek 24 mg dozda belirlendiği ve kontrolde gerçekleşen ölümün en düşük düzeyde olduğu ve farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada 7-günlük gecikmeli ölümlerde 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozları arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.16**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12, 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), ölümleri belirleme zamanları arasında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) kontrol grubunda istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.16**). Deltamethrinin 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 1, 30, 60 ve 90 gün sonra kalıcı etkinlik 7-gün gecikmeli olarak belirlenende muamele süresi sonunda belirlenen ölümlere kıyasla daha yüksek olduğu ve istatistiksel manada önemli olarak belirlenmiştir. Deltamethrinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise 30, 60, 90, 120 ve 150 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla daha yüksek olduğu ve farkın istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.16**). Kısaca, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında muamele sonu tespit edilen ölümlerin 7-gün gecikmeli olarak tespit edilenden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

#### **4.3.2 Arazi koşullarında deltamethrin'in beton yüzeyde *Tribolium confusum* ve *T. castaneum*'a kalıcı etkinliği**

##### **4.3.2.1 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in kalıcı etkinliği**

##### **4.3.2.1.1 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in *Tribolium confusum*'a kalıcı etkinliği**

Deltamethrin'in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozları ile muamele edilmiş beton yüzeyler her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak, Ankara ili Haymana ilçesinde bulunan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda, 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Kalıcı etki belirleme zamanı geldiğinde Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposundan getirilen Petrilerdeki beton yüzeylere alınan *T. confusum*'un ergin evresi, 25 °C ve %55 nispi nemde (ışsıksız) ortamda 96 saat süresince maruz bırakılmıştır. Bu süre sonunda tespit edilen ölüm oranları ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerle ilgili kalıcı etki çalışmasının sonuçları tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı) ve bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.17**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksyon irdelenerek, % ölümlerde farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (**Çizelge 4.18**).

Çizelge 4.17 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

<b>Maumele</b>	<b>Serbestlik derecesi</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Sabit	1	482.34	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	85.95	0.000000
Doz	2	157.97	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	27.77	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	170.21	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	28.80	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	56.84	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	10.44	0.000000
Hata	105		

Çizelge 4.18 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde, farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (Gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölümler (%)
0	1	0.00±0.00a*B**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aBa	2.50±1.71aBa
	60	0.00±0.00aAa	0.83±0.83aCa
	90	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	12	1	9.17±0.83aABb
30		5.83±2.39aABa	8.33±2.11bcBa
60		3.33±1.67aAb	12.50±3.35bBa
90		0.00±0.00aAa	0.83±0.83cBa
120		0.83±0.83aAa	6.67±1.67bcAa
150		0.00±0.00aAa	0.00±0.00cAa
180		0.00±0.00aAa	0.00±0.00cAa
24		1	14.17±2.39aAb
	30	14.17±2.01aAb	25.83±3.27bAa
	60	8.33±2.47abAb	25.00±2.24bAa
	90	0.00±0.00bAb	15.00±3.87cAa
	120	0.00±0.00bAa	7.50±1.12cdAa
	150	0.00±0.00bAa	0.00±0.00dAa
	180	0.00±0.00bAa	0.00±0.00dAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu işaret etmektedir (Tukey;  $P < 0.01$ )

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey;  $P < 0.01$ )

\*\*\*: Her bir doz ve sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve yedi-gün gecikmeli ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey;  $P < 0.01$ )

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu, rezüdiyel ölümler %0 olarak belirlenmiş (Çizelge 4.18). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri farklı kalıcı etkinlik sürelerinde %0 – 2.50 arasında belirlenmiş olmasına rağmen, farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>)

uygulamasında rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinlik zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 9.17 olarak belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer sürelerde belirlenen ölümler arasındaki farkın kalıcılık zamanları olarak istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.18**). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı kalıcılık sürelerinde %0 – 29.17 arasında olduğu belirlenmiştir. Yedi gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları, kalıcı etkinlik sürleri bakımından birbirinden farklı olduğu ve 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşen ölümün, diğer kalıcılık sürelerinde belirlenen ölümlerden daha yüksek düzeyde olduğu ve kalıcı etkinliğin belirlendiği süreler arasındaki bu farkın istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.18**). Deltamethrinin denenen yüksek dozunda (24 mg/m<sup>2</sup>) 96 saatlik muamele süresi sonunda, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) ölümlerin %0 – 14.17 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek ölüm oranları deltamethrin uygulamasından 24 saat (1. gün) ve 30 gün sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme zamanlarındaki ölümlerden istatistiki anlamda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.18**). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı bekletme sürelerinde %0 – 55.00 arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm oranlarında, en yüksek ölüm 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcılık zamanları içerisinde en yüksek düzeyde yer almıştır (**Çizelge 4.18**).

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün sonra aynı kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında ölümler kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %9.17 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %14.17 olduğu, 30 gün kalıcı etkinlik belirleme tarihinde ise ölümler kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %5.83 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %14.17 olarak belirlenmiştir. Kalıcı etkinlik belirleme zamanları bakımından 24 mg/m<sup>2</sup> deltamethrin dozunda 1 ve 30 gün sonra belirlenen ölüm oranları diğer belirlenenlerden istatistiki anlamda farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.18**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri örneğin 1 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %55.00, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %29.17 ve kontrolde ise %0

olduğu belirlenmiştir. 120, 150 ve 180 günlük kalıcı etkinlik belirleme süreleri hariç, her iki ölüm belirleme zamanında da (96 saatlik muamele süresi ve gecikmeli) tespit edilen ölümlerin istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.18**). Sonuçta kalıcı etkinlik kalıcılık belirleme zamanı uzadıkça, özellikle de 90 günden itibaren düşük düzeyde olduğu ve kontrolde belirlenenden farklı olmadığı belirlenmiştir.

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), kontrol grubunda ölümleri belirleme zamanları (96 saatlik uygulama süresi ve gecikmeli) arası farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (**Çizelge 4.18**). Deltamethrin' in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 1 gün sonra kalıcı etkinlik 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla istatistiki olarak daha yüksek olduğu, 1. ve 60. günler hariç diğer sürelerdeki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (**Çizelge 4.18**). Deltamethrin' in 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise 1, 30, 60 ve 90 gün sonra kalıcı etkinliğin, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla yüksek olduğu ve ölümler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.18**). Özet olarak, 12 ve 24 mg /m<sup>2</sup> deltamethrin dozlarında ölümlerin 7-gün gecikmeli belirlendiğinde, ani (muamele sonu) ölümlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir

#### **4.3.2.1.2 Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in *Tribolium castaneum*'a kalıcı etkinliği**

Deltamethrin' in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozları ile muamele edilmiş beton yüzeyler her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak, Ankara ili Haymana ilçesinde bulunan Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Kalıcı etki belirleme zamanı geldiğinde depodan getirilen Petrilerdeki beton yüzeylere alınan *T. castaneum*'un ergin evresi, 25 °C ve %55 nispi nem koşullarında (ışıksız) ortamda 96 saat süresince maruz bırakılmıştır. Bu süre sonunda tespit edilen ölüm oranları ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm oranlarına ilişkin kalıcı etkinlik denemesi verileri tekrarlı ölçümler varyans analizi

tekniki ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı) ve bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.19**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksyon irdelenerek, % ölümlerde farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (**Çizelge 4.20**).

Çizelge 4.19 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	280.67	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	42.17	0.000000
Doz	2	79.99	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	12.93	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	95.96	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	29.25	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	24.50	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	7.77	0.000000
Hata	105		

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi ve gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu ölümler %0- 0,83 arasında belirlenmiş ve kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (**Çizelge 4.20**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri farklı kalıcılık sürelerinde %0 – 1.67 arasında değişmiş, farklı kalıcılık zamanları arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.20**).

Çizelge 4.20 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği deposunda bekletilmiş beton yüzeyde, farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (Gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	1	0.00±0.00a*A**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aAa	0.83±0.83aCa
	60	0.83±0.83aAa	1.67±1.05aBa
	90	0.83±0.83aAa	0.83±0.83aAa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	12	1	5.83±1.54aAb
30		2.50±1.12aAb	15.00±1.83bBa
60		1.67±1.05aAa	10.00±2.58bcABa
90		3.33±1.05aAa	3.33±1.05bcAa
120		2.50±1.12aAa	3.33±1.05bcAa
150		2.50±1.71aAa	2.50±1.71bcAa
180		0.00±0.00aAa	0.00±0.00cAa
24		1	13.33±1.67aAb
	30	9.17±3.00aAb	30.00±6.45bAa
	60	8.33±1.05aAa	19.17±2.71bcAa
	90	5.83±1.54aAa	5.83±1.54cdAa
	120	4.17±1.54aAa	5.00±1.83dAa
	150	3.33±1.05aAa	5.00±1.29dAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00dAa

\*: Her bir dozda ve ölüm tespit zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 5.83 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer kalıcılık zamanlarında belirlenen ölümlerin kalıcılık belirleme zamanları açısından istatistiki önemde fark belirlenmemiştir (Çizelge 4.20). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen

ölüm değerleri farklı kalıcılık belirleme sürelerinde %0 – 36.67 arasında belirlenmiştir. Gecikmeli belirlenen ölüm oranları, kalıcı etkinlik tarihleri arasında birbirinden farklı olmuş ve 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşen ölümler, diğer kalıcılık bekletme sürelerinde belirlenen ölümlerden daha yüksek olarak belirlenmiş ve farklı istatistikî gruplarda yer almışlardır (**Çizelge 4.20**). Deltamethrinin denenen yüksek dozunda (24 mg/m<sup>2</sup>) rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 13.33 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölümler deltamethrin uygulamasında 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme zamanlarındaki ölümlerde istatistikî olarak bir fark tespit edilmemiştir (**Çizelge 4.20**). Gecikmeli belirlenen ölüm değerleri en yüksek 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcılık belirleme zamanlarında tespit edilen ölümlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve istatistikî olarak en üst grupta yer almıştır (**Çizelge 4.20**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün sonra aynı kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında ölümler kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %5.83 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %13.33 olarak belirlenmiş; kontrol, 12 mg/m<sup>2</sup> ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozda belirlenen ölümlerde istatistikî anlamda bir farklılık tespit edilmemiştir (**Çizelge 4.20**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri örneğin 1 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %55.00, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 36.67 ve kontrolde ise %0 olduğu belirlenmiş; ölümlerin en yüksek 24 mg dozda olduğu ve kontrolde gerçekleşen ölümün en düşük düzeyde olduğu ve farklı istatistikî gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Başka bir örnek olarak 180 gün sonra yapılan çalışmada 7-günlük gecikmeli ölümlerde dozlar arasındaki fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur (**Çizelge 4.20**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12, 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), kontrol grubunda ölümleri belirleme zamanları arasındaki (96 saatlik muamele süresi ve gecikmeli) fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur (**Çizelge 4.20**). Deltamethrinin 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda,

1 ve 30 gün sonra kalıcı etkinlik 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla daha yüksek olmuş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almıştır. Deltamethrinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise, 1 ve 30 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla yüksek olmuş ve istatistiki önemde farklılık tespit edilmiştir (**Çizelge 4.20**). Kısaca, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümlerin arttığı tespit edilmiştir.

#### **4.3.2.2 Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in kalıcı etkinliği**

##### **4.3.2.2.1 Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in *Tribolium confusum*'a kalıcı etkinliği**

Deltamethrin'in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozları ile muamele edilmiş beton yüzeyler her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak, Ankara ili Çubuk ilçesinde bulunan Kete Un Farikası deposunda 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Kalıcı etki belirleme zamanı geldiğinde Kete Un Farikası deposundan getirilen Petrilerdeki beton yüzeylere alınan *T. confusum*'un ergin evresi, 25 °C ve %55 nispi nem koşullarında (ışıksız) ortamda 96 saat süresince maruz bırakılmıştır. Bu süre sonunda tespit edilen ölüm oranları ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerde kalıcı etkinlik çalışması sonuçları tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı) ve bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak bulunmuştur (**Çizelge 4.21**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksiyon irdelenerek, % ölümlerde farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (**Çizelge 4.22**).

Çizelge 4.21 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	274.98	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	37.53	0.000000
Doz	2	98.94	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	13.45	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	136.11	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	22.95	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	35.71	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	6.76	0.000000
Hata	105		

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu, kalıcı etkinlik kaynaklı ölümler tüm kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde kontrolde %0 olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.22**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri ise farklı kalıcı etkinlik belirleme sürelerinde %0 – 2.50 arasında belirlenmiş olmasına rağmen aradaki farkların istatistiki anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir (**Çizelge 4.22**). Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında kalıcı etkinlik 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinlik zamanlarında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 7.50 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde gerçekleşen ölümlerden istatistiki olarak farkların önemli olmadığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.22**).

Çizelge 4.22 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı kalıcı etkinlik süreleri sonunda, *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (Gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölümler (%)
0	1	0.00±0.00a*B**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aBa	2.50±1.71aBa
	60	0.00±0.00aAa	0.83±0.83aBa
	90	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
12	1	7.50±1.12aABb	28.33±4.22aBa
	30	4.17±0.83aABa	10.83±1.54bBa
	60	2.50±1.71aAa	10.00±3.65bABa
	90	1.67±1.05aAb	13.33±2.47abABa
	120	1.67±1.05aAa	1.67±1.05bAa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00bAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00bAa
24	1	18.33±2.79aAb	51.67±3.80aAa
	30	18.33±2.79aAb	35.83±5.97bAa
	60	8.33±2.79abAb	23.33±4.94bAa
	90	10.00±3.87abAb	24.17±5.97bAa
	120	2.50±1.71bAa	2.50±1.71cAa
	150	1.67±1.05bAa	1.67±1.05cAa
	180	0.00±0.00bAa	0.00±0.00cAa

\*: Her bir dozda ve ölüm belirleme zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve 7 gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

Deltamethrin'in 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı kalıcılık sürelerinde %0 – 28.33 arasında değişmiştir. Yedi gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları, kalıcı etkinlikte belirlenenlerden farklı olmuş; 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşen ölümler, diğer kalıcı etkinlik belirleme tarihlerindeki istatistiki anlamda daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.22). Deltamethrin aktif maddesinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği

tarikhlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 18.33 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölümler deltamethrin uygulamasında 24 saat (1 gün) ve 30 gün sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme zamanlarındaki ölümlerden daha yüksek olduğu ve istatistiki olarak en üst grupta yer aldığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.22**). Benzer şekilde 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı bekletme sürelerinde %0 – 51.67 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat (1 gün) sonra gerçekleşmiş ve ölümler arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.22**).

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme süresinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün sonra aynı kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %7.50 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %18.33 olarak belirlenmiş; kontrolde 1. ve 30. günde belirlenen ölümlerin, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda belirlenen ölümlerden daha düşük düzeyde olduğu ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.22**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerlerinin rezidyel etkinlik sürelerinin ve maruz kalınan dozların artmasıyla arttığı en yüksek ölüm oranının 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %51.67, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %28.33 ve kontrolde ise %0 olduğu belirlenmiş; 120, 150 ve 180 günlük rezidyel etki bakımından ölümler arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.22**).

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12, 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), ölümleri belirleme zamanları arasında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) kontrolde istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.22**). Deltamethrinin 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 1 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla daha yüksek olmuş ve bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Deltamethrinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise, 1, 30, 60 ve 90 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla daha yüksek olmuş ve ölümler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (**Çizelge 4.22**).

Özet olarak, 7-gün gecikmeli ölümlerin 12 ve 24 mg /m<sup>2</sup> dozlarında ani ölümlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir

#### **4.3.2.2.2 Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in *Tribolium castaneum*'a kalıcı etkinliği**

Deltamethrin'in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozları ile muamele edilmiş beton yüzeyler her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak, Ankara ili Çubuk ilçesinde bulunan Kete Un Farikası deposunda 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Kalıcı etki belirleme zamanı geldiğinde Kete Un Farikası deposundan getirilen Petrillerdeki beton yüzeylere alınan *T. castaneum*'un ergin evresi, 25 °C ve %55 nispi nem koşullarında (ışıksız) ortamda 96 saat süresince maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda 96 saatlik muamele süresi sonunda tespit edilen ölüm oranları ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm oranlarına ilişkin kalıcı etkinlik verileri tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı), bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.23**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksiyon irdelenerek, % ölümlerde değişik gruplar Tukey HSD testi kullanılarak bulunmuştur (**Çizelge 4.24**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu, ölümler %0- 0.83 arasında belirlenmiş ve farklı kalıcı etki belirleme zamanları arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.24**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri farklı bekletme sürelerinde %0-1.67 arasında belirlenmiş olmasına rağmen farklı kalıcı etki belirleme zamanları arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.24**). Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında ölümler 96 saatlik muamele

süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 5.83 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer tarihlerde belirlenen ölümlerin istatistiki anlamda farklı olmadığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.24**). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı kalıcı etki belirleme tarihlerinde %0 – 33.33 arasında belirlenmiştir. Yedi gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları, kalıcı etkinlik belirleme tarihleri arasında farklı olduğu, 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşen ölümlerin, diğer kalıcı etkinlik belirleme tarihlerindeki istatistiksel anlamda yüksek olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.24**). Deltamethrinin denenen yüksek dozunda (24 mg/m<sup>2</sup>) kalıcı etki 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 13.33 arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. En yüksek ölümlerin deltamethrin uygulamasında 24 saat (0. gün) sonra gerçekleşmiş ve 1, 30 ve 60 gün sonra belirlenen ölümlerin 90, 120, 150 ve 180 gün sonra belirlenenden istatistiki olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.24**). Yedi gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri en yüksek 24 saat (1. gün) sonra gerçekleşmiş ve diğer tarihlerde tespit edilen ölümlerden istatistiki olarak farklı grupta yer almıştır (**Çizelge 4.24**).

Çizelge 4.23 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	443.39	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	57.56	0.000000
Doz	2	160.46	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	21.51	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	153.06	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	29.91	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	56.44	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	10.33	0.000000
Hata	105		

Çizelge 4.24 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Kete Un Fabrikasındaki (Çubuk, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (Gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	1	0.00±0.00a*B**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aAa	0.83±0.83aBa
	60	0.83±0.83aAa	1.67±1.05aBa
	90	0.83±0.83aAa	0.83±0.83aBa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	12	1	5.83±1.54aABb
30		4.17±2.39aAa	5.83±3.00bBa
60		2.50±1.12aAa	6.67±2.11bBa
90		3.33±1.67aAa	10.00±1.29bBa
120		2.50±1.12aAa	5.83±1.54bAa
150		0.00±0.00aAa	0.00±0.00bAa
180		0.00±0.00aAa	0.00±0.00bAa
24		1	13.33±1.67aAb
	30	11.67±2.11abAb	33.33±3.80bAa
	60	11.67±3.07abAb	30.83±4.90bAa
	90	5.83±2.39abAb	23.33±2.47bAa
	120	5.00±1.83abAa	8.33±2.11cAa
	150	0.00±0.00bAa	0.00±0.00cAa
	180	0.00±0.00bAa	0.00±0.00cAa

\*: Her bir dozda ve ölüm belirleme zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve 7 gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün sonra aynı kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde ölümler kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %5.83 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %13.33 olarak belirlenmiş; kontrolde belirlenen ölümlerin 24 mg/m<sup>2</sup> dozda belirlenenlerden daha düşük düzeyde

olduğu ve aralarındaki farkın istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.24**). Yedi gün gecikmeli belirlenen ölümlerden 1 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %60.00, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %33.33 ve kontrolde ise %0 olduğu belirlenmiş; ölümlerin istatistiki önemde en yüksek 24 mg dozda olduğu ve kontrolde gerçekleşen ölümün en düşük düzeyde olduğu ve farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Başka bir örnek olarak 180 gün sonra yapılan kalıcı etki çalışmasında 7-günlük gecikmeli ölümlerde dozlar arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.24**). Sonuçta kalıcı etkinliğin, deltamethrin uygulanmasından sonra geçen süre arttıkça kalıcı etkinliğin düşük düzeyde gerçekleştiği ve ölüm oranlarının 150 ile 180 gün bekletilenlerde kontrol grubundan farklı olmadığı tespit edilmiştir.

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde deltamethrin uygulamasının her bir doz (0, 12, 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), ölümleri belirleme zamanları arasında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) kontrolde istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.24**). Deltamethrinin 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda meydana gelen ölümler, 1 gün sonra kalıcı etkinlik 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla daha yüksek olmuş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Deltamethrinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise, 1, 30, 60 ve 90 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla yüksek olmuş ve istatistiki önemde farklılık tespit edilmiştir (**Çizelge 4.24**). Kısaca, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümlerin arttığı tespit edilmiştir.

### **4.3.2.3 Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in kalıcı etkinliği**

#### **4.3.2.3.1 Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in *Tribolium confusum*'a kalıcı etkinliği**

Deltamethrin'in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozları ile muamele edilmiş beton yüzeyler her bir kalıcı etki belirleme belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak, Ankara ili Gölbaşı ilçesinde bulunan Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası deposunda 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Kalıcı etki belirleme zamanı geldiğinde Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası deposundan getirilen Petrilerdeki beton yüzeylere alınan *T. confusum*'un ergin evresi 25°C ve %55 nispi nem koşullarında (ışıksız) 96 saat süresince maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda 96 saatlik muamele süresi sonunda tespit edilen ölüm oranları ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerde kalıcı etkinlik çalışması sonuçları tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı) ve bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.25**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksiyon irdelenerek, % ölümlerde farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.25 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

<b>Maumele</b>	<b>Serbestlik derecesi</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Sabit	1	444.10	0.00000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	42.61	0.00000
Doz	2	125.08	0.00000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	13.77	0.00000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	163.64	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	19.26	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	38.82	0.00000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	6.67	0.00000
Hata	105		

Çizelge 4.26 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvıv Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı aylarda *Tribolium confusum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (Gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölümler (%)
0	1	0.00±0.00a*B**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aBa	2.50±1.71aBa
	60	0.00±0.00aAa	0.83±0.83aBa
	90	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
12	1	7.50±1.12aABb	28.33±4.22aBa
	30	5.00±1.29aABb	21.67±4.41abAa
	60	4.17±2.01aAa	12.50±2.14bcBa
	90	3.33±1.67aAa	11.67±1.05bcABa
	120	3.33±1.05aAa	10.83±3.96bcAa
	150	2.50±1.71aAa	2.50±1.71cAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00cAa
24	1	15.83±2.39aAb	51.67±3.80aAa
	30	16.67±1.67aAb	27.50±4.23bAa
	60	8.33±2.11abAb	27.19±5.23bAa
	90	5.00±1.83abAa	14.17±2.39cAa
	120	4.17±2.01abAa	11.67±2.79cdAa
	150	2.50±1.12bAa	4.17±1.54cdAa
	180	0.00±0.00bAa	0.00±0.00dAa

\*: Her bir dozda ve ölüm belirleme zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve 7 gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

*Tribolium confusum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu, rezüdiyel ölümler tümünde %0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.26). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri farklı kalıcı etkinlik sürelerinde %0 – 2.50 arasında değişmiş, ancak istatistiki önemde bir farklılık

belirlenmemiştir (**Çizelge 4.26**). Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında kalıcı etkinlik nedeniyle ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 7.50 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer tarihlerde belirlenen ölümlerin kalıcı etkinlik bekletme tarihlerinde istatistiki önemde farklı olmadığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.26**). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı bekletme sürelerinde %0 – 28.33 arasında belirlenmiştir. Yedi gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları, kalıcı etkinlik tarihlerinde birbirinden farklı olmuş ve 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşen ölümün en yüksek düzeyde olduğu ve istatistiki olarak en üst grupta yer aldığı tespit edilmiştir (**Çizelge 4.26**). Deltamethrin' in denenen yüksek dozunda (24 mg/m<sup>2</sup>) rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 16.67 arasında değişmiştir. En yüksek ölümler deltamethrin uygulamasında 24 saat (1. gün) ve 30 gün sonra gerçekleşmiş ve istatistiki olarak en üst grupta yer almışlardır (**Çizelge 4.26**). Benzer şekilde aynı dozda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı bekletme sürelerinde %0 – 51.67 arasında belirlenmiş ve kalıcı etkinlikte 24 saat sonra gerçekleşen ölümler istatistiki olarak en üst düzeyde olup, diğer tarihlerde belirlenenlerden farklılık tespit edilmiştir (**Çizelge 4.26**). Özet olarak, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında 7-gün gecikmeli ölümlerin 96 saatlik muamele süresi sonuna göre arttığı belirlenmiştir.

*Tribolium confusum*' un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün sonra aynı kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında ölümler kontrolde %0, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %7.50 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %15.83 olarak belirlenmiş; kontrol ve 12 mg/m<sup>2</sup> dozda belirlenen ölümlerin 24 mg/m<sup>2</sup> dozda belirlenenden daha düşük olduğu tespit edilmiş, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>' lik dozların 96 saatlik muamele süresi sonu tespit edilen ölüm oranları ve kalıcı etkinlik tarihleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.26**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri örneğin 1 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda %51.67, 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda %28.33 ve kontrolde ise %0 olduğu belirlenmiştir. 120, 150 ve 180 günlük

süreler hariç diğer tarihlerdeki ölüm oranlarını istatistiki olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Diğer yandan 180 gün sonra yapılan çalışmada 7-günlük gecikmeli ölümlerde dozlar arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.26**).

*Triolium confusum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), ölümleri belirleme zamanları arasında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) kontrolde istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.26**). Deltamethrinin 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda, 1 ve 30 gün sonra kalıcı etkinlik 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla daha yüksek olmuş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Deltamethrinin 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise 1, 30 ve 60 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende, muamele sonuna kıyasla yüksek olmuş ve istatistiki önemde farklılık tespit edilmiştir (**Çizelge 4.26**). Özetle, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümlerin arttığı tespit edilmiştir.

#### **4.3.2.3.2 Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo koşullarında bekletilmiş beton yüzeydeki deltamethrin'in *Tribolium castaneum*'a kalıcı etkinliği**

Deltamethrin'in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>'lik dozları ile muamele edilmiş beton yüzeyler her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihinde ölüm belirleme zamanı için 6 tekerrürlü olarak, Ankara ili Gölbaşı ilçesinde bulunan Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası deposunda 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Kalıcı etki belirleme zamanı geldiğinde Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası deposundan getirilen Petrilere beton yüzeylere alınan *T. castaneum*'un ergin evresi laboratuvarında sabit sıcaklık ve nem koşullarında (25°C ve %55 orantılı nem) bu yüzeylere 96 saat süresince maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda 96 saatlik muamele süresi sonunda tespit edilen ölüm oranları ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerde kalıcı etkinlik çalışması sonuçları tekrarlı ölçümler varyans analizi tekniği ile irdelenmiştir. Muamele süresi sonu ölümler ve 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler tekrarlanan ölçüm olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre tüm faktörler (doz ve kalıcı etki belirleme zamanı) ve

bunların ikili ve üçlü interaksyonu (Ölüm belirleme zamanı\*Kalıcı etkinlik belirleme\*Doz) istatistiki anlamda önemli olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.27**). Varyans analizi sonuçlarına göre üçlü interaksiyon irdelenerek, % ölümlerde farklı gruplar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir (**Çizelge 4.28**).

Çizelge 4.27 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümlere (%) ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi verileri

Maumele	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	1	686.73	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme	6	59.90	0.000000
Doz	2	184.58	0.000000
Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	18.31	0.000000
Hata	105		
Ölüm belirleme zamanı	1	245.60	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme	6	29.94	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Doz	2	61.18	0.000000
Ölüm belirleme zamanı*Kalıcı etkinlik belirleme*Doz	12	9.20	0.000000
Hata	105		

*Tibolium castaneum*'un ergin evresinde her bir deltamethrin dozu (0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>) ve her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli), kontrol grubunda (0 mg/m<sup>2</sup>) farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) 96 saatlik muamele süresi sonu, rezüdiyel ölümler %0 – 0.83 arasında belirlenmiş ve kalıcı etkinliğin belirlendiği farklı bekletme zamanları arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.28**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri farklı betletme sürelerinde %0 – 1.67 arasında belirlenmiş olmasına rağmen farklı kalıcı etkinlik belirleme zamanları arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.28**). Düşük dozda deltamethrin (12 mg/m<sup>2</sup>) uygulamasında rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği zamanlarda (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 5.83 arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.28 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış, Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikasındaki (Karacaören, Gölbaşı, Ankara) depo şartlarında bekletilmiş beton yüzeyde, farklı aylarda *Tribolium castaneum*'un ergin evresinde 96 saatlik muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler (%)

Doz (mg a.i./m <sup>2</sup> )	Kalıcı etkinlik (Gün sonra)	96 saatlik muamele süresi sonu ölümler (%)	Gecikmeli ölüm (%)
0	1	0.00±0.00a*B**a***	0.00±0.00aCa
	30	0.00±0.00aBa	0.83±0.83aBa
	60	0.83±0.83aAa	1.67±1.05aBa
	90	0.83±0.83aAa	0.83±0.83aBa
	120	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aBa
	150	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	180	0.00±0.00aAa	0.00±0.00aAa
	12	1	5.83±1.54aABb
30		4.17±2.39aABb	30.00±3.65aAa
60		4.17±2.01aABb	19.17±1.54bAa
90		2.50±1.71aAa	13.33±2.11bcAa
120		2.50±1.12aAa	10.83±2.39cdABa
150		1.67±1.05aAa	3.33±1.67cdAa
180		0.00±0.00aAa	0.00±0.00dAa
24		1	13.33±1.67aAb
	30	11.67±2.11aAb	35.00±1.29bAa
	60	5.00±1.83abAb	30.00±2.24bAa
	90	5.00±1.83abAa	15.83±2.39cAa
	120	8.33±1.67abAa	15.83±3.75cAa
	150	5.00±3.16abAa	5.83±3.00cdAa
	180	0.00±0.00bAa	0.00±0.00dAa

\*: Her bir dozda ve ölüm belirleme zamanında, farklı sürelerde bekletilen (ay) beton yüzeyde belirlenen ölümlerdeki farklı küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\* : Her bir ölüm belirleme zamanında, her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde farklı dozlarda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

\*\*\*: Her bir doz ve her bir sürede (ay) bekletilen beton yüzeyde muamele sonu ve 7 gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı koyu-italik küçük harfler istatistiksel farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.01)

En yüksek ölüm deltamethrin uygulamasında 24 saat sonra (1. gün) gerçekleşmiş ve diğer tarihlerde belirlenen ölümlerin kalıcı etkinlik belirleme zamanlarında istatistiki önemde aynı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.28). Aynı deltamethrin dozunda, 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm değerleri farklı kalıcı etkinlik tarihlerinde %0 – 33.33 arasında belirlenmiştir. Yedi gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları, kalıcı etkinlikte birbirinden farklı olmuş ve 24 saat sonra (1. gün) ile 30 gün kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde

belirlenen ölümler, diğer diğer kalıcılık sürelerinde belirlenen ölümlerden daha yüksek olmuş ve istatistiki olarak en üst grupta yer almışlardır (**Çizelge 4.28**). Deltamethrinin denenen yüksek dozunda ( $24 \text{ mg/m}^2$ ) rezüdiyel ölümler 96 saatlik muamele süresi sonu, farklı kalıcı etkinliğin belirlendiği tarihlerde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra) %0 – 13.33 arasında belirlenmiştir. En yüksek ölümler deltamethrin uygulamasında 1 ve 30 gün sonra gerçekleşmiş ve diğer kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde 180 gün hariç ölümler arasında istatistiki olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir (**Çizelge 4.28**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir ölüm belirleme zamanında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), farklı dozlarda belirlenen ölümler irdelendiğinde, 1 gün sonra aynı kalıcı etkinlik belirleme tarihlerinde kontrolde %0,  $12 \text{ mg/m}^2$  dozunda %5.83 ve  $24 \text{ mg/m}^2$  dozunda ise %13.33 olarak belirlenmiş; kontrol ve  $12 \text{ mg/m}^2$  dozda belirlenen ölümlerin  $24 \text{ mg/m}^2$  dozda belirlenenden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.28**). Yedi gün gecikmeli ölüm değerleri örneğin 1 gün sonra, farklı dozlarda belirlenen ölümlerin en yüksek  $24 \text{ mg/m}^2$  dozunda %60.00,  $12 \text{ mg/m}^2$  dozunda %33.33 ve kontrolde ise %0 olduğu belirlenmiş; ölümlerin istatistiki önemde en yüksek  $24 \text{ mg/m}^2$  dozda olduğu en düşük ölümün kontrol grubunda meydana geldiği ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Başka bir örnek olarak 180 gün sonra yapılan çalışmada 7-günlük gecikmeli ölümlerde dozlar arasında istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.28**).

*Tribolium castaneum*'un ergin evresinde her bir doz (0, 12 ve  $24 \text{ mg/m}^2$ ) ve her bir kalıcı etkinlik belirleme tarihinde (1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün sonra), ölümleri belirleme zamanları arasında (96 saatlik muamele süresi sonu ve 7-gün gecikmeli) kontrolde istatistiki önemde bir farklılık belirlenmemiştir (**Çizelge 4.28**). Deltamethrinin  $12 \text{ mg/m}^2$  dozunda, 1, 30 ve 60 gün sonra kalıcı etkinlik 7-gün gecikmeli olarak belirlenende muamele sonuna kıyasla daha yüksek olmuş ve istatistiki olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Deltamethrinin  $24 \text{ mg/m}^2$  dozunda ise, 1, 30 ve 60 gün sonra kalıcı etkinlik, 7-gün gecikmeli olarak belirlenende muamele sonuna kıyasla yüksek olmasına rağmen istatistiki önemde farklılık tespit edilmemiştir (**Çizelge 4.28**). Özetle, 12 ve  $24 \text{ mg/m}^2$  dozlarında 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümlerin arttığı tespit edilmiştir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda, depolanan hububat ve mamullerinde ciddi zarara yol açan *T. confusum* ve *T. castaneum*'a karşı 62.5 g/L deltamethrin içerikli K-Othrine PolyZone®SC formülasyondaki insektisit beton yüzey üzerindeki etkinliği üç aşamada araştırılmıştır. Bu amaç ile zararlı türlerin farklı biyolojik evreleri, deltamethrin'in 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında beton yüzeyde 24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saatlik muamele sürelerinde laboratuvar koşullarında tutularak, muamele süresi sonu (ani) ve gecikmeli (7 gün) olarak gerçekleşen ölümler belirlenmiştir. Ayrıca deltamethrin, laboratuvarda 0, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında beton yüzeye uygulanmış, laboratuvar ve de arazi koşullarında; 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün beklendikten sonra kalıcı etkinlik belirlenmiştir. Muamele süreleri sonunda ani ölümler belirlenmiş; binoküler stereo mikroskop altında böcekler ince bir samur fırça (No:000) ve yumuşak pens yardımı ile uyarılmış, koordineli hareket edenler ile kısmen hareket edebilen (tam paraliz ve kısmi paraliz olanlar) canlı, hiçbir hareket görülmeyen hatta uyarıldığında uzuvlarını hareket dahi ettiremeyen bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. İlk değerlendirme sonrası, içerisinde besin bulunan temiz PVC kaplara alınmış ve 7. gün sonunda meydana gelen gecikmeli ölüm oranları aynı sayım kriterine uygun olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızın birinci aşamasında, *T. confusum* ve *T. castaneum*'un genç ve olgun larva ile ergin dönemlerinin deltamethrin'e hassasiyetleri belirlenmiştir. *Tribolium confusum*'da genç larva döneminde her iki dozda da ani ölümler dikkate alındığında 72 saatlik muamele süresinde ölümler %100 düzeyinde tespit edilmiştir. Gecikmeli ölümler dikkate alındığında ise *T. confusum*'un genç larva dönemi üzerinde beklenildiği üzere düşük dozda 48 saatlik muamele süresinde mutlak ölüm belirlenmiş, yüksek doz uygulamasında ise 24 saatlik muamele süresi gibi daha kısa sürede %100 ölüm tespit edilmiştir. Olgun larva döneminde muamele sonu (ani) ve 7 gün gecikmeli ölüm belirleme çalışmalarında en uzun uygulama süresi olan 168 saatlik muamele sonrasında da ölümlerin %100 düzeyine ulaşmadığı belirlenmiştir. Ani ölümler 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 168. saatte %75.00, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %77.50 olarak belirlenmiş, 7 gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda 168. saatte sırasıyla %85.00 ve %90.83 olarak kayıt edilmiştir. Ergin evresinde ise ani ölümler 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 168.

saatte %61.67, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %60.00 olarak belirlenmiş, 7 gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda 168. saatte sırasıyla %84.17 ve %92.50 olarak kayıt edilmiştir. *Tribolium castaneum*'un genç larva döneminde, 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ani ve gecikmeli ölümler bakımından mutlak ölüme sırasıyla 48. ve 24. saatin sonunda ulaşmıştır. *Tribolium castaneum*'un olgun larva ve ergin evrelerinde, *T. confusum*'un aksine ani ve 7 gün gecikmeli olarak belirlenen ölümlerin %100'e ulaştığı tespit edilmiştir. Bulgularımıza paralel şekilde, Vayias ve Athanassiou (2004), yaptıkları çalışmada bir diatom toprağı (DE) olan SilicoSec® (Biofa GmbH)'in etkinliğinde, *T. confusum*'un farklı biyolojik dönemlerinde yaşın önemli olduğu, genç larvanın olgun larvadan daha duyarlı olduğu; erginde ise yaş arttıkça duyarlılığın azaldığı bildirmişlerdir. Kavallieratos vd. (2016), beton yüzeyde *T. granarium*'un genç ve yaşlı larvalarında deltamethrin, chlorfenapyr, pirimiphos-methyl, pyriproxyfen ve spinosad'ın etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında olgun larvaların gençlere kıyasla insektisitlere daha toleranslı olduğunu bildirmişlerdir. Kavallieratos vd. (2021), chlorantraniliprole'un beton üzerine uygulanması sonucunda *T. castaneum*'un ergin ve larvalarına karşı en yüksek ani ölüm oranının, 0.5 mg/cm<sup>2</sup> dozunda 5. gün sonunda %96.7'ye ulaştığını ve aynı dozda *T. castaneum*'un ergin ve larvalarında gecikmiş ölümlerin meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yapılan bu araştırmalara paralel olarak, tez çalışmamızda da genç larva, olgun larva ve ergin bireylerin insektisite karşı hassasiyetleri araştırılmıştır. Genç larvanın olgun larva ve ergin döneme göre daha hassas olduğu tespit edilmiştir. Deltamethrin ile muamele edilmiş beton yüzeylerde yapılan denemelerde genç larvaların 24 - 48 saatte %100 ölüme ulaştığı tespit edilmiştir. Buna karşın olgun larva ile ergin bireylerin genç larvadan daha dayanıklı ve hassasiyetlerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Kavallieratos vd. (2022b) farklı yaşlardaki larvaların kütikula kalınlığı, inceliği ve epikütiküladaki farklı lipid bileşimine bağlı olarak küçük larvaların büyük larvalara göre bazı insektisitlere (etofenprox, deltamethrin ve piperonyl butoxide+acetamiprid+d-tetramethrin kombinasyonu) daha duyarlı olduğunu bildirmiştir. Vayias ve Athanassiou (2004), büyük larvaların pupa olmaya yakın oldukları için küçük larvalara göre daha az hareketli olduğunu kaydetmişlerdir. Bu nedenle insektisitle muamele edilmiş yüzey üzerinde olgun larvaların daha az hareket etmeleri, daha hareketli olan genç larvalara göre daha düşük ölüm oranlarına neden olduğu bildirilmiştir. Kavallieratos vd. (2019) *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae)'un küçük larvalarının deltamethrin,

pirimiphos-methyl, SilicoSec ve Spinosad'a karşı büyük larvalara göre daha duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Araştırmamızdaki bulguların literatürle uyumlu olduğu, genç larvada kütikula yapısının daha ince ve geçirgen olduğu; ayrıca daha hareketli olması ve daha çok temas etmesi sebebiyle hassas olduğu düşünülmektedir.

Çalışma sonuçlarına göre böcekler üzerinde mutlak ölüm ya da mutlak ölüme en yakın ölüm oranının belirlendiği muamele zamanı belirlenmiştir. *Tribolium castaneum* erginlerinde 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 96 saatlik muamele süresi sonunda %96.67'lik gecikmeli ölüm oranı belirlenirken, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise mutlak ölüm (%100) tespit edilmiştir. *Tribolium confusum* erginlerinde ise 12 mg/m<sup>2</sup> ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozlarında 7 gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler sırasıyla %48.33 ve %43.33 olarak kaydedilmiştir. Bu nedenle ergin dönem çalışmalarında farklı muamele sürelerindeki ölümler dikkate alınarak, mutlak ölüm ya da mutlak ölüme en yakın muamele süresi olarak 96 saatlik muamele süresinin, türleri kıyaslamak için uygun bir sabit ölçüt olacağı kabul edilmiştir. Bu nedenle araştırmaların diğer aşamaları sabit olarak 96 saatlik muamele süresinde yürütülmüştür. Arthur (1997), %0.05'lik deltamethrin'i 3.54 g/m<sup>2</sup> dozunda beton panellere uygulamıştır. Çalışmasında haftalık aralıklarla 21 hafta boyunca kırma biti, un biti ve ekin kambur bitini bu paneller üzerindeki insektisite maruz bırakmıştır. Böcekler 24 saat boyunca muamele edilmiş yüzeyde tutulmuş ve ardından ya muamele edilen yüzeyden uzaklaştırılarak 96 saat muamele edilmemiş ortamda (recovery çalışması) ya da aynı yüzeyde ilaveten 96 saat daha bekletilmiştir (kalıcılık çalışması). 24 ve 120 saatlik ölüm değerlendirmelerinde canlı kalma oranı sırasıyla ortalama %56.8 ve %14.8 olarak belirlenmiştir. Çalışma bulgularımızı destekler nitelikte araştırmacı, ölüm oranının uygulama süresindeki artışla birlikte arttığını bildirmiştir. Bununla birlikte, Kavallieratos vd. (2017) deltamethrin içeren ZeroFly® ile muamele edilmiş çuvallarda kısa süreli (60, 120 ve 180 dk.) ve uzun süreli (1, 3 ve 5 gün) tutulan *T. variable*, *P. truncatus*, *R. dominica* ve *T. castaneum*' un ergin bireylerinde, insektisite temas süresi sonrasında 5 günlük temiz bir yüzeyde bekletilerek etkinliği belirlenmiştir. Araştırmacılar *T. castaneum* hariç tüm türlerde ZeroFly® yüzeyindeki paralize etkiyi önemli bulmuşlardır. Çalışmamızın aksine *T. castaneum*'da görülen hassasiyet azalmasına neden olarak, kullanılan deltamethrin dozu, formülasyon tipindeki farklılıklar, yüzey farklılıkları ile böcek popülasyonları arasındaki varyasyondan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızın ikinci aşamasında, deltamethrin'in beton yüzeyde uzun süreli kalıcı etkinliğin belirlenmesi amacıyla, 0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda deltamethrin uygulaması yapılmış Petri kapları 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün laboratuvar şartlarında bekletilmiştir. Uygulamanın 1. ve takip eden diğer günlerinde böcekler beton yüzeylerde her bir bekletme süresi (kalıcılık) sonrası 96 saat muameleden sonra, ani ve 7 gün gecikmeli ölümleri tespit edilmiştir. Laboratuvar şartlarında *T. confusum*'un ergin bireylerinde ani ölümler 12 mg/m<sup>2</sup> dozda 120. gün ve sonrasında %0 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise 90. gün ve sonrasında ani ölüm görülmemiştir. Ayrıca 7 gün gecikmeli ölüm oranları irdelendiğinde 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> deltamethrin dozunda etkinliğin 90 gün süresince nispeten yüksek düzeyde olduğu ve takip eden sürelerde etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. *Tribolium castaneum* için ise ani ölümler bakımından 12 mg/m<sup>2</sup> dozda 120. gün ve sonrasında ölümler %0 olarak tespit edilmiş, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise 90. gün ve sonrasında da ani ölüm %0 olarak belirlenmiştir. Ayrıca gecikmeli ölüm oranları irdelendiğinde 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda insektisit etkinliğinin 60 gün devam ettiği ve takip eden sürelerde etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Denemelerimizden elde edilen verilere göre, K-Othrine PolyZone®SC'nin, *T. confusum* erginlerine yaklaşık 90 gün (üç ay) ve *T. castaneum* erginlerine karşı ise yaklaşık 60 gün (iki ay) boyunca kalıcı (rezüdiyel) etkinlik sergilediği belirlenmiştir. Boukouvala vd. (2023), sentetik bir piretroit insektisit olan etofenproks'un beton yüzeyde 3 farklı dozda (5, 15 ve 45 µg/cm<sup>2</sup>) kalıcı etkinliğini 6 hafta boyunca araştırmışlardır. *Prostephanus truncatus* ve *R. dominica*'nın ergin evresi ile *T. granarium*'un larva ve ergin evresi üzerinde ani ve gecikmeli (7 gün sonra) olarak ölümcül etkiyi belirlemişlerdir. *P. truncatus* erginlerinde, 7 günlük muameleden sonra ani ölüm oranı ilk hafta için doza göre %35.6 ile %53.3 arasında değişirken, altıncı haftada bu oran doza göre %12.2 ile %27.8 arasına düşmüş ve kalıcı etkinlik belirleme zamanı ilerledikçe etkinin giderek azaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmalara benzer şekilde Agrafioti vd. (2021), pyrethroid grupta yer alan alpha-cypermethin (163.2 mg/m<sup>2</sup>) içeren Carifend® file uygulamasının *S. oryzae*, *T. confusum*, *O. surinamensis* ve *P. truncatus* erginlerine karşı insektisidal etkisinin uygulamadan 90 gün sonra da yüksek seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir. Doğal ortamda piretroidler fotodegradasyon, biyodegradasyon ve hidroliz dahil olmak üzere çeşitli süreçlerle bozunabilirler. Deltamethrin'in de yer aldığı bu grupta fotodegradasyon en yaygın ve daha yüksek hızlı bir bozunma oranına sahipken,

biyodegradasyon ve hidroliz yolu ile bozunmanın daha yavaş olarak gerçekleştiği bildirilmiştir (Liu vd. 2009). Laboratuvar gibi daha kontrollü şartlarda ve karanlık koşullarda yürütülen bu çalışmada, zamanla etkinin azalma sebebinin fotodegradasyondan ziyade hidroliz yolu ile olduğu düşünülmektedir. Karanika vd. (2019), sentetik piretroid insektisit olan cyphenothrin ve prallethrin ile yaptıkları çalışmalarda *S. oryzae*, *O. surinamensis*, *T. confusum* ve *P. truncatus* erginlerine karşı farklı yüzeyler üzerindeki kalıcı etkinliği bakımından benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Deltametrinin laboratuvar veya arazi koşullarında zaman içinde biyolojik aktivitesindeki azalma çevresel bozulma, çeşitli ekolojik faktörler ve hedef organizmalarda direnç gelişimi dahil olmak üzere birbiriyle ilişkili birkaç faktöre bağlanabilir. Çalışmalar, deltametrinin sıcaklık, pH ve mikrobiyal aktivite gibi faktörlerden etkilenen çeşitli çevresel koşullarda hızlı bozunmaya maruz kaldığını göstermiştir. Zhan vd. (2018), deltametrinin kalıcılığının toprak koşullarından önemli ölçüde etkilendiğini, sterilize edilmemiş topraklarda sterilize edilmiş olanlara kıyasla daha yüksek bozunma oranlarının gözlemlendiğini ve mikrobiyal aktivitenin parçalanmasındaki rolünü gösterdiğini ortaya koymuştur. Pandher vd. (2012), deltamethrinin farklı tarımsal iklimlere sahip bölgelerde farklı kalıcılık ve dağılma kinetiği sergilediğini, sera gibi kontrollü ortamlara kıyasla, açık tarla koşullarında daha hızlı bozulma gözlemlendiğini bildirmiştir. Bajeer vd. (2022), deltamethrinin topraktaki adsorpsiyon ve süzülme özelliklerinin biyoyararlılığını ve etkinliğini önemli ölçüde değiştirdiği, alüvyonlu toprakta adsorpsiyonunun azaldığını ve bunun da zaman içinde böcek öldürücü etki için gerekli konsantrasyonların eksilmesine yol açabileceği vurgulamıştır. Kraus vd. (2021), yağış ve diğer hava koşullarının etkisi ile mevcut deltametrin konsantrasyonunda önemli bir azalmaya yol açabileceğini ve sonuçta insektisit kalıntılarını yıkayarak böcek kontrolü için gerekli biyolojik aktiviteyi düşürebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, sıcaklık dalgalanmaları ve habitat koşulları gibi ekolojik faktörler deltamethrinin biyolojik aktivitesini önemli ölçüde etkileyebileceği, arazi şartlarında aşırı sıcaklık değişimlerinin daha hızlı bozulmaya ve etkinliğin azalmasına yol açabileceğini göstermiştir (Prazaru vd. 2023). Her ne kadar bu çalışmada böcek direncine yönelik bir veri üretilmemiş olsa da, deltamethrinin biyolojik aktivitesinin azalmasına katkıda bulunan bir diğer kritik faktörün de hedef böcek popülasyonları arasındaki direnç gelişimi olduğu bilinmektedir. Direnç mekanizmaları, piretroid insektisitleri detoksifiye ettiği bilinen sitokrom P450'ler gibi enzimlerin aşırı regüle

edilmesi yoluyla gelişmiş detoksifikasyon yetenekleri geliştirdiği metabolik direnci içerebileceği bildirilmiştir (Kulye vd. 2021). Bu olgunun, deltametrine tekrar tekrar maruz kalmanın dirençli bireyleri destekleyen bir seçim baskısına yol açtığı ve böylece insektisit arazideki etkinliğini azalttığı çeşitli böcek türlerinde tespit edilmiştir (Fiorenzano vd. 2017).

Çalışmamızın üçüncü aşamasında ise arazi şartlarında deltamethrin'in beton yüzeyde uzun süreli kalıcı etkinliğinin belirlenmesi amacıyla Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği (Haymana, Ankara), Kete Un Fabrikası (Çubuk, Ankara) ve Aviagen Anadolu Damızlık Cıvciv Yem Fabrikası (Gölbaşı, Ankara) olmak üzere üç farklı lokasyondaki depolarda, laboratuvar ortamında 0 (kontrol), 12 ve 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda deltamethrin uygulaması yapılmış Petri kapları 1, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 gün bekletilmiştir. Uygulamanın 1. ve takip eden diğer günlerinde böcekler beton yüzeylerde her bir bekletme süresi (kalıcılık) sonrası 96 saat muamaleden sonra, ani ve 7 gün gecikmeli ölümleri tespit edilmiştir. Denemelerin yürütüldüğü farklı depolardaki uzun süreli kalıcı etkinlik çalışmalarında 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ani ve 7 gün gecikmeli olarak meydana gelen ölümlerin, laboratuvar şartlarında elde edilen ölüm oranlarından daha düşük olduğu tespit edilmiş ve genel olarak 60 gün süresince nispeten yüksek düzeyde olduğu ve takip eden sürelerde etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere benzer şekilde Kljajic ve Peric (2009), *S. granarius*'un farklı popülasyonları ile yaptıkları çalışmada, buğdaya uygulanan deltamethrin ve malathion'un etkinliğini uygulamadan sonra farklı zaman dilimlerinde (2, 7, 14, 30, 90, 150 ve 720 gün) araştırmışlardır. İlaçlama yapıldıktan 150 gün sonra deltamethrin uygulanan örneklerde tüm arazi popülasyonlarının öldüğünü bildirmişlerdir. Kavallieratos vd. (2022a), depolanmış ürünler ve kümes hayvanlarının önemli zararlılarından olan *A. diaperinus* üzerinde yaptıkları çalışmada, beton yüzeye uygulanan deltamethrinin *A. diaperinus* erginleri ve larvalarına karşı altı hafta boyunca ani ve gecikmeli ölüm etkisini incelemişlerdir. İlk hafta deltamethrin hem erginler hem de larvalar için en yüksek ani ve gecikmeli ölüm oranlarını gösterirken, deltamethrinin etkinliği deney süresi boyunca kademeli olarak azalmıştır. Bu çalışmaya benzer şekilde, İstek (2022)'in yaptığı çalışmada da artan doz ve uygulama süresinin artmasının kalıcı etkinliğe etkisine ilişkin benzer sonuçlar alınmıştır. Araştırmacı *T. granarium*'un genç larvasında deltamethrin 12 mg/m<sup>2</sup> dozunun

en yüksek ölüm oranına 0. ay'da %71.43, 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise %82.14'lük ölüm oranıyla 60 gün bekletilen yüzeylerde bulunduğunu bildirmiştir. Yaşlı larvalarda ise 12 mg/m<sup>2</sup> dozunda 60 gün sonunda en fazla %65 olarak belirlenmiştir. 24 mg/m<sup>2</sup> dozunda ise yine 60 gün sonunda %77.14 ile en çok ölüm oranına ulaştığını bildirmiştir. Ayrıca Yasir vd. (2020b), tahıl ürünlerinde zararlı testeredişli böcek, un biti ve khapra böceğinin larva dönemlerinde 1, 2 ve 4 ppm'lik dozlarda piriprosifen aktif maddeli preparatın rezidüel etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada, 0, 14, 28, 56, 94 ve 112 gün sonunda preparatın kalıcı etkinliğini irdelenmiştir. Bizim çalışmamıza paralel olarak, araştırmacılar yapmış oldukları tüm çalışmalarında uygulama sonrası sürenin uzamasıyla rezidüel etkinin zayıfladığını tespit etmişlerdir. Arthur vd. (2019), beton yüzeyde deltamethrin'in Polyzone<sup>®</sup> formülasyonu ve methoprene karışımının, khapra böceği larvasında 0 (bir gün), bir, iki ve üç aylık bekletme süresinde rezidüel aktivitenin sürdüğünü belirlemişlerdir. Boukouvala vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, etofenproks'un farklı dozları (5, 15 ve 45 µg/cm<sup>2</sup>) ile *P. truncatus*, *R. dominica* ve *T. granarium* üzerinde yapılan ani ve gecikmeli maruz kalmanın ölüm üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. *Prostephanus truncatus* için, 7 günlük maruz kalma süresinden sonra ölüm oranları ilk hafta %35.6 ile %53.3 arasında değişmiş, altıncı haftada ise %12.2 ile %27.8 arasında değişmiştir. *Rhyzopertha dominica* ve *T. granarium* için de benzer şekilde, etofenproks dozlarına bağlı olarak ölüm oranlarında zamanla değişim gözlemlenmiştir. Çalışma, etofenproksun beton yüzeyindeki etkinliğinin, zararlı tür ve gelişim evresine bağlı olarak ve ilaca maruz kalmanın başlangıcından itibaren geçen süreyle ilişkilendirildiğini ortaya koymuştur. Dunford vd. (2018) deltamethrin aktif maddeli K-Othrine PolyZone<sup>®</sup> ve K-Othrine<sup>®</sup> WG 250 isimli preparatlar ile yaptıkları çalışmada laboratuvarında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart koni metodu ile yetiştirilen *A. gambiae*'ya karşı kalıcı aktivite açısından araştırmışlardır. K-Othrine PolyZone<sup>®</sup>, uygulamadan 1 yıl sonra metal ve çimento paneller üzerinde %100 kontrol ve 6 aya kadar ahşap paneller üzerinde >%80 koruma sağlamıştır. *Tribolium castaneum* ve *T. confusum*'un elytra kalınlıkları arasında uçuş yeteneği üzerinde etkisi olduğu düşünülen farklılıklar belirlenmiştir. Güçlü uçucu olan *T. castaneum*' un, uçmayan *T. confusum* türüne kıyasla daha geniş hemolenf boşluklarına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Zohry ve El-Sayed 2019). İki türün morfolojisindeki bu farklılığın insektisite karşı tepkisinde de farklı sonuçlar meydana getirebileceği varsayılmıştır. Ayrıca, Yao vd.

(2019), iki yakın akraba olan *T. confusum* ve *T. castaneum* türleri arasında aynı insektisite karşı duyarlılıkta önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Duyarlılıktaki bu farklılıkların iki tür arasındaki farklı detoksifikasyon enzimlerinin aktivitesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, diğer çalışmaları destekler nitelikte olup, böcek türlerinin insektisite karşı göstermiş olduğu hassasiyet farklılıkların, fizyolojik ve morfolojik farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda kontrollerde (0 mg/m<sup>2</sup>) ölüm oranlarında muamele süresi arttıkça önemli bir artış tespit edilmemişken, her bir dozda (12 ve 24 mg/m<sup>2</sup>), her bir ölüm belirleme zamanı ve farklı muamele süresinde (24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saat) muamele süreleri uzadıkça ölümlerin de arttığı tespit edilmiştir. İnsektisitler ile yürütülen araştırmalarda bu olgu genel olarak ortaya çıkan bir konudur. Kavallieratos vd. (2016) bu olguyu destekleyen çalışma sonuçlarına ulaşmıştır. *Trogoderma granarium*'un küçük ve büyük yaşlı larvalarında beton yüzey de 24, 72 ve 168 saatlik uygulama zamanında klorofenapir, deltametrin, pirimifos-metil, piriproksifen ve spinosad uygulamışlardır. Uygulama zamanının uzaması ölümleride arttırmıştır. Benzer şekilde Hasan vd. (2006) khapra böceği üzerinde *Haloxylon recurvum* ekstraktı ve deltamethrin'in insektisit etkisini değerlendirmişlerdir. Araştırmalarında %0.5, %1.0 ve %1.5 oranlarında 1, 2, 3, 7 günlük uygulama zamanlarının ardından muamele süresi arttıkça ölüm oranlarının arttığını bildirmektedirler.

Her bir muamele süresi ile her bir dozdaki 7 gün gecikmeli ölüm oranlarının ani ölüm oranlarından daha yüksek olduğu çalışma sonucu belirlenmiştir. Bu olguya benzer şekilde Doganay vd. (2018), alpha-cypermethrin ve thiamethoxam'a bir gün süreyle maruz bırakılan *P. truncatus* erginlerinin hayatta kalma oranı genellikle yüksek olmasına rağmen, maruz kalma süresinin artması sonrası ölüm oranında artış gözlemlenmiştir. Özellikle, maruz kalma sonrasındaki sürenin uzamasıyla ölüm oranının daha da artabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda her ne kadar beton yüzey kullanılmış olsa da yapılan literatür taramasında deltamethrin etkinliğinin, yüzeye ve kullanılan formülasyona bağlı olarak değiştiği, buna ek olarak, sentetik piretroidlerin ahşap ve bambu yüzeylerdeki stabilitesinin daha uzun süreli kalıcı etkinliği sağladığını, pürüzlü ve gözenekli yüzeylerin ise daha kısa süreli kalıcı etkiye neden olabileceğini vurgulanmış ve farklı yüzeylere püskürtülen deltamethrinin etkinliğinin değiştiği bildirilmiştir (Rohani vd. 2020, Yasir vd. 2020a). Sparangis vd. (2023) yaptığı çalışmada, chlorfenapyr'in laboratuvar koşullarında *S. oryzae* erginleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Chlorfenapyr, beton ve metal yüzeylere uygulanmış ve böcekler üzerindeki ani ve gecikmeli öldürücü etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan biyotestler sonucunda, chlorfenapyr'in beton yüzeylerde doğrudan maruz kalma sonrasında yüksek ölüme neden olduğu ve ilk testler sonucunda %100 ölüme ulaşıldığı tespit edilmiştir. Ancak, depolama süresi arttıkça ölüm oranının kademeli olarak azaldığı gözlemlenmiş; metal yüzeylerde ise depolama süresine bakılmaksızın 7 gün sonra tüm durumlarda ölüm oranının %100 olduğu belirlenmiştir. Chlorfenapyr'in rezidüel etkisi, metal yüzeylerde ışık varlığına bakılmaksızın 120 günlük süre boyunca nispeten sabit kalırken, betonda ise ilk 3 gün içinde %20-35 azalma görülmüş, sonrasında ise ışık varlığına bakılmaksızın etkinin sabit kaldığı sonucuna varılmıştır. Çalışma, chlorfenapyr'in *S. oryzae* kontrolünde etkili olduğunu ancak kalıcı etkinin uygulama sonrası süre, yüzey tipi ve ışık varlığı tarafından etkilendiğini ortaya koymaktadır. White (1982) *P. truncatus*'a karşı malathion ve pirimiphos-methyl' in kalıcı etkinliğini kontrplak ve beton yüzey üzerinde araştırmıştır. Malathion'un *P. truncatus*'a karşı özellikle beton yüzey üzerindeki ölümcül etkinliği, pirimiphos-methyl'den daha düşük olmuştur. Bu durumun aksine kontrplak üzerinde insektisitlerin ölümcül etkinliği arasında bariz bir farklılık tespit edilmemiştir. Williams vd. (1983) permethrin ve deltamethrini beton, galvanize demir ve ahşap gibi malzemelere uygulamışlardır. Çalışmada, 0.05 g/m<sup>2</sup> dozunda uygulanan deltamethrin genel olarak en etkili ve tek uygulama yöntemi olarak belirlenmiştir. Ticari kullanım için insektisit seçimi, uygulanacak yüzey malzemesine ve mücadele edilmek istenen böcek türlerine bağlı olarak maliyet-etkinlik göz önünde bulundurularak yapılmasının uygun olacağını bildirmişlerdir. Deltamethrin, bir insektisit olarak çeşitli çevresel faktörlerle bozunmaya uğrar. Bu faktörler arasında güneş ışığında fotodegradasyon, suyla temas halinde hidroliz ve mikroorganizmalar tarafından biyodegradasyon bulunmaktadır. Sıcaklık, toprak

özellikleri ve diğer maddelerle kimyasal etkileşimler de bozunma sürecini etkilediği (Sahid vd. 2015, Tariq vd. 2017, Arthur 2018, Kavallieratos ve Boukouvala 2019) ve bunların yanı sıra ürün işleme tesislerinde ve depolarda yaygın olarak bulunan alkali yüzeyler, insektisitlerin asidik yapıdaki özelliklerini bozabileceği ve dolayısıyla toksisitesini azaltabileceğini bildirilmiştir (Burkholder ve Dicke 1966, White ve Leesch, 1996). Trostanetsky vd. (2023) yaptıkları çalışmada deltamethrin'in emülsifiye formülasyonunun plastik gibi gözeneksiz yüzeylerde böceklere karşı etkili olduğu, buna karşın beton gibi gözenekli yüzeylerin ise gözeneksiz yüzeyler kadar etkili olmadığını bildirmiştir. Arthur (1997), deltamethrin'in toz formülasyonunu kontrplak, beton ve fayans gibi yüzeylerdeki kısa ve uzun vadeli kalıcı etkilerini, *T. confusum*, *T. castaneum*, *R. dominica* üzerinde incelemiştir. Kısa süreli etkide *R. dominica* ve *T. castaneum* deltamethrine karşı yüksek ölüm oranı gösterirken, *T. confusum* daha dayanıklı olarak belirlemiştir. Uzun süreli etkide ise deltamethrin, beton üzerinde 9,7 hafta, fayans üzerinde ise 6,4 hafta etkili kalmış; bu sürede *T. castaneum* ve *R. dominica* hassasiyetlerini korurken, *T. confusum* daha yüksek hayatta kalma oranları göstermiştir. Bu faktörleri izlemek, deltamethrin'in çevresel kaderini ve ekosistemlere olası etkilerini anlamak için önemli olduğu kadar depolama birimlerinde etkili kullanımını açısından da kilit rol oynayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede kimyasal mücadele, Entegre Zararlı Yönetiminde (IPM) rol oynayan bir bileşendir. Hızlı ve etkili sonuç vermesi, diğer mücadele yöntemlerini desteklemesi ve direnç yönetiminde stratejik bir araç olarak kullanılması, kimyasal mücadelenin önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, deltamethrin'in yeni bir formülasyonu olan K-Othrine PolyZone® SC'nin depolanmış ürün ve mamüllerinde zararlı olan *T. confusum* ve *T. castaneum*'un genç ve olgun larvası ile ergin dönem mücadelesinde etkili olduğu, her iki dozun da (12 mg /m<sup>2</sup> ve 24 mg /m<sup>2</sup>) her iki tür üzerinde ölüm oranını artırdığı belirlenmiştir. Deltamethrin'in PolyZone® teknolojisi ile üretilmiş olan formülasyonun, beton yüzeyde 60-90 güne kadar kısmen kalıcı etki gösterdiği ortaya konmuştur. Zararlı türler üzerindeki ölüm değerlerini artırmak ve başarı yüzdesini optimize etmek, mücadele stratejileri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, deltamethrin'in çeşitli yüzeylerde (beton, ahşap, metal, kontrplak vb.), farklı iklim koşullarında (sıcaklık, nem vb.), diğer türler ve doğal

popülasyonlarla etkinliğinin değerlendirilerek, elde edilecek bilgiler doğrultusunda uygulama metotları geliştirilebilir. Bu araştırmanın sonucunda, *T. confusum* ve *T. castaneum* türleriyle mücadele amacıyla, boş depolarda özellikle beton yüzeylere deltamethrin aktif maddesinin PolyZone® formülasyonunun uygulanmasının, entegre zararlı yönetimi kapsamında kimyasal mücadele yöntemleri arasında önemli bir seçenek olabileceği değerlendirilmiştir. Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede, boş depo ve işletmelerde deltamethrin'in yüzey uygulamalarında kalıcı etkinliği göz önünde bulundurularak, mücadele planlamasının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Deltamethrin'in bozunmasını yavaşlatan ve etkinliğini daha uzun süre koruyan yeni formülasyonlar üzerine yapılacak araştırmalarla, uzun vadeli depolama süreçlerinde daha sürdürülebilir mücadele stratejileri geliştirilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın, farklı yüzey malzemeleri ve çevresel koşulların insektisitlerin kalıcılığı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, depolanmış ürünlerde zararlı farklı böcek türleri ve bu türlerin farklı biyolojik evreleri üzerinde yapılacak araştırmalara da ışık tutacağı ortaya konulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Agboyi, L.K., Ketoh, G.K., Martin, T., Glitho, I.A. and Tamò, M. 2016. Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 36(04); 204-210. <https://doi.org/10.1017/s1742758416000138>
- Agrafioti, P., Arvanitakis, G., Rumbos, C.I. and Athanassiou, C.G. 2021. Residual efficacy of an insecticide-coated net for the control of stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 93, 101824.
- Amar, M., Pichon, Y. and Inoue, I. 1992. Patch-clamp analysis of the effects of the insecticide deltamethrin on insect neurones. *Journal of Experimental Biology*, 163(1); 65-84. <https://doi.org/10.1242/jeb.163.1.65>
- Anonim, 2023. Web sitesi: <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/1549>, Erişim Tarihi: 12.07.2023.
- Arthur, F.H. 1994a. Efficacy of unsynergised deltamethrin and deltamethrin + chlorpyrifos-methyl combinations as protectants of stored wheat and stored corn (maize). *Journal of Stored Products Research* 30(1); 87-94.
- Arthur, F.H. 1994b. Residual efficacy of cyfluthrin emulsifiable concentrate and wettable powder formulations applied to sealed and unsealed concrete. *Journal of Stored Products Research*, 30(1); 79-86.
- Arthur, F.H. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research*, 4(32); 293-302.
- Arthur, F.H. 1997. Differential effectiveness of deltamethrin dust on plywood, concrete, and tile surfaces against three stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 33(2); 167-173.
- Arthur, F.H. 1999. Survival of red flour beetles (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete partially treated with cyfluthrin. *Journal of Economic Entomology*, 92(4); 981-987.
- Arthur, F.H. 2000. Impact of accumulated food on survival of *Tribolium castaneum* on concrete treated with cyfluthrin wettable powder. *Journal of Stored Products Research*, 36(1); 15-23.
- Arthur, F.H. 2008. Efficacy of chlorfenapyr against *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) adults exposed on concrete, vinyl tile, and plywood surfaces. *Journal of Stored Products Research*, 44(2); 145-151.
- Arthur, F.H. 2012. Aerosols and contact insecticides as alternatives to methyl bromide in flour mills, food production facilities, and food warehouses. *Journal of Pest Science*, 85; 323-329. <https://doi.org/10.1007/s10340-012-0439-9>.

- Arthur, F.H. 2013. Dosage rate, temperature, and food source provisioning affect susceptibility of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to chlorfenapyr. *Journal of Pest Science*, 86(3); 507-513.
- Arthur, F.H. 2018. Residual efficacy of deltamethrin as assessed by rapidity of knockdown of *Tribolium castaneum* on a treated surface: temperature and seasonal effects in field and laboratory settings. *Journal of Stored Products Research*, 76; 151-160.
- Arthur, F.H. and Campbell J.F. 2008. Distribution and efficacy of pyrethrin aerosol to control *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in food storage facilities. *Journal of Stored Products Research*, 44(1); 58-64.
- Arthur, F.H., Domingue, M.J., Scheff D.S. and Myers S.W. 2019. Bioassays and methodologies for insecticide tests with larvae of *Trogoderma granarium* (Everts), the khapra beetle. *Insects*, 10(145); 1-13.
- Bajeer, M., Shar, Z., Solangi, N., Solangi, S., Mallah, M., Channa, M., ... & Sherazi, S. (2022). Adsorption and leaching of deltamethrin pesticide in alluvial soil under laboratory and field conditions. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*, 16(5); 1161-1164.
- Basile, S., Badalamenti, N., Riccobono, O., Guarino, S., Ilardi, V., Bruno, M. and Peri, E. 2022. Chemical composition and evaluation of insecticidal activity of *Calendula incana* subsp. *maritima* and *Laserpitium siler* subsp. *siculum* essential oils against stored products pests. *Molecules*, 27(3); 588.
- Bothe, S.N. and Lampert, A. 2021. The insecticide deltamethrin enhances sodium channel slow inactivation of human Nav1. 9, Nav1. 8 and Nav1. 7. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 428; 115676.
- Boukouvala, M.C. and Kavallieratos, N.G. 2020. Effect of six insecticides on egg hatching and larval mortality of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Insects*, 11(5); 263.
- Boukouvala, M.C., Kavallieratos, N.G. and Nika, E.P. 2023. Etofenprox guarding concrete for six weeks: immediate and delayed mortality of three major stored-product coleopterans. *Journal of Stored Products Research*, 101; 102064.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect—a world overview. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 48; 137-152.
- Boyer, S., Zhang, H. and Lempérière, G. 2011. A Review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research*, 2(102); 213-229.

- Burkholder, W.E., and Dicke, R.J. 1966. The toxicity of malathion and fenthion to dermestid larvae as influenced by various surfaces. *Journal of Economic Entomology*, 59(2); 253-254.
- Davis, J.H. 1985. The pyrethroids: a historical introduction, In: *The Pyrethroid Insecticides*. Leahey J. P. (ed), Taylor and Francis, 1–40, Philadelphia, PA.
- Deglise P., Grunewald B. and Gauthier M. 2002. The insecticide imidacloprid is a partial agonist of the nicotinic receptor of honeybee Kenyon cells. *Neuroscience letters*, 321(1-2); 13-16.
- Deguenon, J., Azondekon, R., Agossa, F., Padonou, G., Anagonou, R., Ahoga, J. and Roe, R. 2020. Imergard™WP: a non-chemical alternative for an indoor residual spray, effective against pyrethroid-resistant *Anopheles gambiae* (S.l.) in Africa. *Insects*, 11(5); 322.
- Ding, G., Cui, C., Chen, L., Gao, Y., Zhou, Y., Shi, R. and Tian, Y. 2014. Prenatal exposure to pyrethroid insecticides and birth outcomes in rural northern China. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 25(3); 264-270.
- Dippel, S., Oberhofer, G., Kahnt, J., Gerischer, L., Opitz, L., Schachtner, J. and Angeli, S. 2014. Tissue-specific transcriptomics, chromosomal localization, and phylogeny of chemosensory and odorant binding proteins from the red flour beetle *Tribolium castaneum* reveal subgroup specificities for olfaction or more general functions. *BMC Genomics*, 15(1); 1-14.
- Doganay, I., Agrafioti, P., Isikber, A.A., Saglam, O., Athanassiou, C.G. 2018. Immediate and delayed mortality of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn), on different surfaces treated with thiamethoxam and alpha-cypermethrin. *Journal of Stored Products Research*, 76, 1-6.
- Dunford, J.C., Estep, A.S., Waits, C.M., Richardson, A.G., Hoel, D.F., Horn, K. and Wirtz, R.A. 2018. Evaluation of the long-term efficacy of K-Othrine® Polyzone on three surfaces against laboratory reared *Anopheles gambiae* in semi-field conditions. *Malaria Journal*, 17(1); 1-7.
- Elliott, M., Farnham, A.W., Janes, N.F., Needham, P.H., Pulman, D.A. 1974. Synthetic insecticide with a new order of activity. *Nature*, 248(5450); 710-711.
- Emekçi, M. ve Ferizli, A.G. 2000. Current status of stored product protection in Turkey, *IOBC WPRS Bulletin*, 23(10); 39-45.
- EPA, 2010. Deltamethrin Summary Document Registration Review: U.S Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs, U.S. Government Printing Office: Washington, DC.

- Ertürk, S. ve Emekci M. 2014. Depolanmış çeltikte zararlı *Tribolium castaneum* (Herbst)'un mücadelesinde diyatom toprağının kullanım olanakları. Bitki Koruma Bülteni, 54(3); 211-217.
- Ferizli A.G., Emekci M. 2009. Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara, (Erişim tarihi: 10.05.2024). [https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/19fec2f129fbdba\\_ek.pdf](https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/19fec2f129fbdba_ek.pdf)
- Ferizli, A.G. ve Emekci, M. 2010. Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, Bildiriler Kitabı 2, s.579-587.
- FIOH, 2010. Finnish Institute of Occupational Health. Exposures and health risks associated with indoor residual spraying of Deltamethrin SC 62.5. [Unpublished report to the WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES)].
- Fiorenzano, J., Koehler, P., & Xue, R. (2017). Attractive toxic sugar bait (atsb) for control of mosquitoes and its impact on non-target organisms: a review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(4); 398. <https://doi.org/10.3390/ijerph14040398>
- Gowri, A. M. and Ashokkumar, A. 2023. Predicted and In vitro effect of deltamethrin on bone marrow progenitors. Indian Journal of Animal Research, 57(4); 416-419.
- Gutiérrez, Y., Santos, H.C.P., Serrão, J.É. and Oliveira, E.E. 2016. Deltamethrin-mediated toxicity and cytomorphological changes in the midgut and nervous system of the mayfly *Callibaetis radiatus*. Plos One, 11(3); e0152383. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152383>.
- Gürbüz, F., Başpınar, E., Çamdeviren, H., ve Keskin, S. 2003. Tekrarlanan Ölçümlü Deneme Düzenlerinin Analizi. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Matbaası, 129 sf., Van.
- Hasan, M., Sagheer, M., Ullah, A., Wakil, W. ve Javed, A., 2006. Response of *Trogoderma granarium* (Everts) to different doses of *Haloxylon recurvum* extract and deltamethrin. Pakistan Entomologist, 28 (2), 25-29.
- Hendy, C.H. and Djamgoz, M.B. 1988. Deltamethrin raises potassium activity in the microenvironment of the central nervous system of the cockroach: an assessment of the potential role of the blood-brain barrier in insecticide action. Pesticide Science, 4(24); 289-298.
- IRAC, 2024. Mode of action classification scheme version 11.1. <https://irac-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf>. (Erişim tarihi 26.05.2024)
- Işıkber A.A., Tunaz H., Doganay I.S. and Er M.K. 2016. The infestation rate and abundance of insect pests on stored corn in different climatic zones of Turkey. Turkish Bulletin of Entomology, 6(4); 249-259.

- İstek, Ş. 2022. Bazı insektisitlerin çelik yüzeyde *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae)'un larva evresine etkinliği üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 91, Ankara
- Joy, R.M., Ecobichon, D. 1994. Pyrethrins and pyrethroid insecticides. *Pesticides and Neurological Diseases*, 291-312.
- Karanika, C., Rumbos, C.I., Agrafioti, P., Athanassiou, C.G. 2019. Insecticidal efficacy of a binary combination of cyphenothrin and prallethrin, applied as surface treatment against four major stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 80, 41-49.
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C., Barda, M.S. and Boukouvala, M.C. 2016. Efficacy of five insecticides for the control of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) larvae on concrete. *Journal of Stored Products Research*, 66; 18-24.
- Kavallieratos, N.G., Athanassiou, C. and Arthur, F.H., 2017. Effectiveness of insecticide-incorporated bags to control stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 70; 18-24.
- Kavallieratos, N.G. and Boukouvala, M. 2019. Efficacy of d-tetramethrin and acetamiprid for control of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) adults and larvae on concrete. *Journal of Stored Products Research*, 80; 79-84. <https://doi.org/10.1016/J.JSPR.2018.11.010>.
- Kavallieratos, N.G., Michail, E.J., Boukouvala, M.C., Nika, E.P., Skourti, A. 2019. Efficacy of Pirimiphos-methyl, Deltamethrin, Spinosad and SilicoSec against adults and larvae of *Tenebrio molitor* L. on wheat, barley and maize. *Journal of Stored Products Research*, 83, 161-167.
- Kavallieratos, N.G., Boukouvala, M.C., Nika, E.P., Eleftheriadou, N. and Avtzis, D.N. 2021. Immediate and Delayed Mortality of Four Stored-Product Pests on Concrete Surfaces Treated with Chlorantraniliprole. *Insects*, 12(12); 1088. <https://doi.org/10.3390/insects12121088>
- Kavallieratos, N.G., Nika, E.P., Skourti, A. and Virvidaki, A.J.V. 2022a. Deltamethrin residual mission against *Alphitobius diaperinus* (Panzer)(Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete for six weeks. *Journal of Stored Products Research*, 99; 102036.
- Kavallieratos, N.G., Nika, E.P., Skourti, A., Filintas, C.S., Goumenou, T.D. 2022b. Short- and long-term mortalities of small and large larvae of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete surfaces treated with three insecticides: Impact of food. *Insects*, 13(4); 366.
- Kirst, H.A. 2010. The spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research. *The Journal of Antibiotics*, 63(3); 101-111.

- Kljajic, P. and Peric, I. 2009. Residual effects of deltamethrin and malathion on different populations of *Sitophilus granarius* (L.) on treated wheat grains. *Journal of Stored Products Research*, 45(1); 45-48.
- Kraus, C., Abou-Ammar, R., Schubert, A., Fischer, M. 2021. *Warburgia ugandensis* leaf and bark extracts: an alternative to copper as fungicide against downy mildew in organic viticulture?. *Plants*, 10(12); 2765. <https://doi.org/10.3390/plants10122765>
- Kulye, M., Mehlhorn, S., Boaventura, D., Godley, N., Venkatesh, S., Rudrappa, T., ... & Nauen, R. (2021). Baseline susceptibility of *Spodoptera frugiperda* populations collected in India towards different chemical classes of insecticides. *Insects*, 12(8); 758. <https://doi.org/10.3390/insects12080758>
- Liu, P., Liu, Y., Liu, Q., & Liu, J. 2009. Photodegradation mechanism of deltamethrin and fenvalerate. *Journal of Environmental Sciences*, 22(7), 1123-1128.
- Mbata, G.N. and Warsi, S. 2019. *Habrobracon hebetor* and *Pteromalus cerealellae* as tools in post-harvest integrated pest management. *Insects*, 4(10); 85.
- Mehlhorn, H., Schumacher, B., Jatzlau, A., Abdel-Ghaffar, F., Al-Rasheid, K.A., Klimpel, S., Pohle, H. 2011. Efficacy of deltamethrin (Butox<sup>®</sup> 7.5 pour on) against nymphs and adults of ticks (*Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus sanguineus*) in treated hair of cattle and sheep. *Parasitology Research*, 108, 963-971.
- Meunier, J., Dufour, J., Van Meyel, S., Rault, M. and Lécureuil, C. 2020. Sublethal exposure to deltamethrin impairs maternal egg care in the European earwig *Forficula auricularia*. *Chemosphere*, 258; 127383.
- Nowaczyk, K., Obrepalska-Stepłowska, A., Gawlak, M., Throne, J. E., Olejarski, P. and Nawrot, J. 2009. Molecular techniques for detection of *Tribolium confusum* infestations in stored products. *Journal of Economic Entomology*, 102(4); 1691-1695.
- Pandher, S., Sahoo, S. K., Battu, R. S., Singh, B., Saiyad, M. S., Patel, A. R., Shah, P.G., ... & Sharma, K. K. 2012. Persistence and dissipation kinetics of deltamethrin on chili in different agro-climatic zones of India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, 764-768.
- Paudyal, S., Opit, G.P., Arthur, F.H., Bingham, G.V. and Gautam, S.G. 2016. Contact toxicity of deltamethrin against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) adults. *Journal of Economic Entomology*, 109(4); 1936-1942.
- Prazaru, S., D'Ambrogio, L., Cero, M., Rasera, M., Cenedese, G., Guerrieri, E., ... & Duso, C. 2023. Efficacy of conventional and organic insecticides against *scaphoideus titanus*: field and semi-field trials. *Insects*, 14(2); 101. <https://doi.org/10.3390/insects14020101>

- Rohani, A., Fakhriy, H., Suzilah, I., Zurainee, M., Najdah, W., Ariffin, M. and Lee, H. 2020. Indoor and outdoor residual spraying of a novel formulation of deltamethrin K-Othrine<sup>®</sup> (Polyzone) for the control of simian malaria in Sabah, Malaysia. *Plos One*, 15(5); e0230860.
- Sabbour, M.M. 2020. Efficacy of nano-formulated certain essential oils on the red flour beetle *Tribolium castaneum* and confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) under laboratory and storage conditions. *Bulletin of the National Research Centre*, 44; 111.
- Sahid, I., Mazlinda, M. and Tayeb, M. 2015. The persistence of deltamethrin in Malaysian agricultural soils. *Sains Malaysiana*, 44(1); 83-89.
- Sehgal, B. and Subramanyam, B. 2014. Efficacy of a new deltamethrin formulation on concrete and wheat against adults of laboratory and field strains of three stored-grain insect species. *Journal of Economic Entomology*, 107(6); 2229-2238.
- Soderlund, D.M. 2008. Pyrethroids, knockdown resistance and sodium channels. *Pest Management Science*, 6(64); 610-616.
- Soderlund D.M. 2012. Molecular mechanisms of pyrethroid insecticide neurotoxicity: recent advances. *Archives of Toxicology*, 86; 165–181.
- Sparangis, P., Rumbos, C.I., Tsiropoulos, N.G. and Athanassiou, C.G. 2023. Insecticidal and residual effect of chlorfenapyr on different surfaces for the control of *Sitophilus oryzae*. *Journal of Stored Products Research*, 103; 102153.
- Storm, C., Scoates, F., Nunn, A., Potin, O. and Dillon, A. 2016. Improving efficacy of *Beauveria bassiana* against stored grain beetles with a synergistic co-formulant. *Insects*, 7(3); 42.
- Tariq, S., Ahmed, D., Farooq, A., Rasheed, S. and Mansoor, M. 2017. Photodegradation of bifenthrin and deltamethrin effect of copper amendment and solvent system. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189; 71.
- Tomlin, C.D.S. 2006. *The Pesticide Manual: A World Compendium*. 14th ed. British Crop Protection Council. Hampshire, UK.
- Trematerra, P., Sciarreta, A. and Tamasi, E. 2000. Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2(94); 195-200.
- Trostanetsky, A., Quinn, E., Rapaport, A., Harush, A. and Gottlieb, D. 2023. Efficacy of deltamethrin emulsifiable concentrate against stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 101; 102072.

- Toews, M. D. and Bh. Subramanyam. 2003. Contribution of contact toxicity and wheat condition to mortality of stored-product insects exposed to spinosad. *Pest Management Science*, 59(5); 538-544.
- TÜİK, 2024. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim Tarihi 04.07.2024
- Vayias, B.J. and Athanassiou, C.G. 2004. Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection*, 23(7); 565-573.
- Velki, M., Plavsin I., Dragojevic, J. and Hackenberger, B.K. 2014. Toxicity and repellency of dimethoate, pirimiphos-methyl and deltamethrin against *Tribolium castaneum* (Herbst) using different exposure methods. *Journal of Stored Products Research*, 59; 36-41.
- Volkan, J. 2017. Evaluation of bifenthrin and deltamethrin barrier sprays for mosquito control in eastern North Carolina. *Journal of Medical Entomology*, 6(54); 1659-1665.
- Yao, J., Chen, C., Wu, H., Chang, J., Silver, K., Campbell, J. F., ... & Zhu, K. Y. 2019. Differential susceptibilities of two closely-related stored product pests, the red flour beetle (*Tribolium castaneum*) and the confused flour beetle (*Tribolium confusum*), to five selected insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 84, 101524.
- Yasir, M., Mankin, R., Hasan, M., Sagheer, M. 2020a. Residual Efficacy of Novaluron Applied on Concrete, Metal, and Wood for the Control of Stored Product Coleopteran Pests. *Insects*, 12. <https://doi.org/10.3390/insects12010007>.
- Yasir, M., Hasan, M.U., Sagheer, M., Fiaz, M. and Serrão, J.E. 2020b. Residual efficacy of pyriproxyfen on grain commodities against stored product insect pests. *Gesunde Pflanzen*, 72(3); 265-272.
- Wakeling E.N., Neal A.P. and Atchison W.D. 2012. Pyrethroids and Their Effects on Ion Channels, in *Pesticides*, In: *Advances in Chemical and Botanical Pesticides* Soundararajan R. P. (Ed.), InTech:, 39-66. Rijeka, CROATIA DOI: 10.5772/50330.
- White, N.D.G. 1982. Effectiveness of malathion and pirimiphos-methyl applied to plywood and concrete to control *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*, 113; 65-69.
- White, N.D.G., Leesch, J.G. 1996. Chemical control, In: *Integrated Management of Insects in Stored Products*. Subramanyam, B., Hagstrum, D.W. (eds), Marcel Dekker, 287–330, New York, NY, USA.

- WHO. 1990. Environmental Health Criteria 97 - Deltamethrin; International Programme on Chemical Safety, World Health Organization: Geneva, Switzerland, pp 1-133.
- WHO 2016. Report of the sixteenth WHOPES working group meeting: WHO/HQ, Geneva, 22-30 July 2013: review of Pirimiphos-methyl 300 CS, Chlorfenapyr 240 SC, Deltamethrin 62.5 SC-PE, Duranet LN, Netprotect LN, Yahe LN, Spinosad 83.3 Monolayer DT, Spinosad 25 Extended release GR.
- Williams, P., Semple, R.L. and Amos, T.G. 1983. Relative toxicity and persistence of three pyrethroid insecticides on concrete, wood and iron surfaces for control of grain insects. *General and Applied Entomology: The Journal of the Entomological Society of New South Wales*, 15; 7-10.
- Wu, H., Zhang, G., Zeng, S. and Lin, K. 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(9); 1003-1008.
- Zhan, H., Wang, H., Liao, L., Feng, Y., Fan, X., Zhang, L., ... & Chen, S. 2018. Kinetics and novel degradation pathway of permethrin in *Acinetobacter baumannii* zh-14. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00098>
- Zhong, D., Pai, A., Wang, M., Keech, N. and Yan, G. 2013. Fine-scale analysis of parasite resistance genes in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. *Genetics*, 195(1); 253-261.
- Zhu, F., Parthasarathy, R., Bai, H., Woithe, K., Kaussmann, M., Nauen, R. and Palli, S.R. 2010. A brain-specific cytochrome P450 responsible for the majority of deltamethrin resistance in the Qtc279 strain of *Tribolium castaneum*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(19); 8557-8562.
- Zohry, N. M., & El-Sayed, A. M. 2019. Morphology, histology, and chemistry of the wings of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 80, 1-13.