

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BAZI İNSEKTİSİTLERİN ÇELİK YÜZEYDE *Trogoderma granarium* EVERTS
(COLEOPTERA: DERMESTIDAE)' UN LARVA EVRESİNE ETKİNLİĞİ
ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Şule İSTEK

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2022

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI İNSEKTİSİTLERİN ÇELİK YÜZEYDE *Trogoderma granarium* EVERTS (COLEOPTERA: DERMESTIDAE) 'UN LARVA EVRESİNE ETKİNLİĞİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Şule İSTEK

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

Bu çalışmada, *Trogoderma granarium* (Everts)'un (Coleoptera: Dermestidae) laboratuvar popülasyonunun genç (4 haftalık) ve olgun larvalarına (6 haftalık) yönelik deltamethrin (12 ve 24 mg/m²), beta-cyfluthrin (10 ve 20 mg/m²) ve pyriproxyfen (1.15 ve 2.3 mg/m²) aktif maddelerinin iki farklı dozu çelik yüzeyde denenmiştir. Kalıcı etkinlik 0 (1 gün), 2, 4 ve 6 ay bekletilen yüzeylerde yürütülmüştür. Genç ve olgun larvalar her petriye 20'şer adet olacak şekilde salım yapılmış ve muamele süresi-ölüm ilişkisi ile insektisitlerin kalıcı etkinliği araştırılmıştır. Muamele süresi 28 gün olarak belirlenmiştir. Deltamethrin'in düşük dozunda genç larvalarda %70.71, olgun larvalarda %65; yüksek dozunda genç larvalarda %82.14, olgun larvalarda %77.14'lük ölüm düzeyi ile 2 aya kadar kalıcı etkinlik belirlenmiştir. Beta-cyfluthrin'in düşük dozunda genç larvalarda 4 aya kadar %81.43, yüksek dozunda %97.41; olgun larvalarda düşük dozunda %83.57 ile 2 aya kadar, yüksek dozunda %92.86'lık larva ölümü ile 4 aya kadar kalıcı etkinlik belirlenmiştir. Ancak pyriproxyfen'de 0 (1 gün) ay bekletilen yüzeyde genç larvalarda düşük dozunda %37.14, yüksek dozunda %30.71; olgun larvalarda düşük dozunda %32.86, yüksek dozunda %20 larva ölüm düzeyinde kalmıştır. Çelik yüzeyde en iyi kalıcı etkinliğin yüksek doz deltamethrin'de 2 ay ve beta-cyfluthrin'de 4 ay olarak belirlenmiştir.

Kasım 2022, 91 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Trogoderma granarium*, çelik yüzey, deltamethrin, beta-cyfluthrin, pyriproxyfen

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

EFFICACY OF SOME INSECTICIDES ON THE STEEL SURFACE AGAINST THE LARVAE OF KHAPRA BEETLE, *Trogoderma granarium* EVERTS (COLEOPTERA: DERMESTIDAE)

Şule İSTEK

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

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

In this study, two different doses of deltamethrin (12 and 24 mg/m²), beta-cyfluthrin (10 and 20 mg/m²) and pyriproxyfen (1.15 and 2.3 mg/m²) active substances for young (4 weeks old) and mature larvae (6 weeks old) of the laboratory population of *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) were tested on the steel surface. Permanent efficacy was carried out on surfaces that were kept for 0 (1 day), 2, 4 and 6 months. Young and mature larvae were released in 20 pieces per petri dish and permanent efficacy of insecticides with exposure time-death relationship was researched. The exposure time was determined as 28 days. At low dose of deltamethrin, 70.71% in young larvae and 65% in mature larvae; at high dose, permanent activity was determined for up to 2 months, with a mortality level of 82.14% in young larvae and 77.14% in mature larvae. At low dose of beta-cyfluthrin 81.43% in young larvae up to 4 months, 97.41% at high dose; in mature larvae, permanent efficacy was determined for up to 2 months with 83.57% at low dose and up to 4 months with larval mortality of 92.86% at high dose. However, 37.14% at low dose and 30.71% at high dose in young larvae on the surface which kept in pyriproxyfen for 1 day; in mature larvae, 32.86% at low dose and 20% at high dose remained at the larval mortality level. The best permanent efficacy on steel surface was determined as 2 months in high dose deltamethrin and 4 months in beta-cyfluthrin.

November 2022, 91 pages

Key Words: *Trogoderma granarium*, steel surface, deltamethrin, beta-cyfluthrin, pyriproxyfen

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tez çalışmam esnasında bilgi ve mesleki deneyimiyle yardımlarını esirgemeyen, katkıda bulunan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ'ye (Ankara Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı); değerli görüş ve öneriyle tez içeriğine katkıda bulunan Tez İzleme Komitesi Üyeleri Sayın Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ'ye (Ankara Ünivrsitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı), Sayın Prof. Dr. Sait ADAK'a (Ankara Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı), Sayın Prof. Dr. Levent ÜNLÜ'ye (Selçuk Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı) ve Sayın Prof. Dr. Celal TUNCER'e (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı) teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın deneysel aşamasında teknik bilgi katkılarından ötürü Sayın Dr. Fatma BAĞCI'ya teşekkürlerimi sunarım. En son olarak doktora eğitimim süresince manevi desteğini hep yanımda hissettiğim değerli aileme teşekkür ederim.

Şule İSTEK
Ankara, Kasım 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	30
3.1 Materyal	30
3.1.1 <i>Trogoderma granarium</i> Everts	30
3.1.2 Araştırmalarda kullanılan insektisitler ve ekipmanlar	30
3.2 Yöntem	31
3.2.1 <i>Trogoderma granarium</i> 'un laboratuvar koşullarında üretilmesi.....	31
3.2.2 Çelik yüzey hazırlama ve insektisit uygulaması	33
3.2.3 <i>Trogoderma granarium</i> 'un larva evresinde farklı insektisitler ve farklı dozlar uygulanmış galvanize çelik yüzeyde muamele süresinin belirlenmesi.....	34
3.2.4 <i>Trogoderma granarium</i> 'un larva evresinde farklı insektisitler ve farklı dozları ile muamele edilmiş galvanize çelik yüzeyde kalıcı (rezidüel) etkinliğin belirlenmesi	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	39
4.1 Deltamethrin Uygulanmış Çelik Yüzeyde Muamele Süresinin Belirlenmesi	39
4.1.1 Genç ve olgun larvada uygulama süresi sonu verileri ile muamele süresinin belirlenmesi	39
4.1.2 Genç ve olgun larvada 7-gün gecikmeli veriler ile muamele süresinin belirlenmesi	42
4.2 Beta cyfluthrin Uygulanmış Çelik Yüzeyde Muamele Süresinin Belirlenmesi .	45
4.2.1 Genç ve olgun larvada uygulama süresi sonu verileri ile muamele süresinin belirlenmesi	45
4.2.2 Genç ve olgun larvada 7-gün gecikmeli verilere ilişkin muamele süresinin belirlenmesi	48
4.3 Pyriproxyfen Uygulanmış Çelik Yüzeyde Muamele Süresinin Belirlenmesi	51
4.3.1 Genç ve olgun larvada uygulama süresi sonu verileri ile muamele süresinin belirlenmesi	51

4.3.2 Genç ve olgun larvada 7-gün gecikmeli verilere ilişkin muamele süresinin belirlenmesi	54
4.4 Muamele Edilmemiş Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüel Ölümmler	56
4.4.1 Muamele edilmemiş çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel ölümmler	56
4.5 Deltamethrin Uygulanmış Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüel Ölümmler	59
4.5.1 Deltamethrin uygulanmış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel ölümmler	59
4.6 Beta-cyfluthrin Uygulanmış Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüel Ölümmler	63
4.6.1 Beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel ölümmler	63
4.7 Pyriproxyfen Uygulanmış Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüel Ölümmler	67
4.7.1 Pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel ölümmler	67
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	71
KAYNAKLAR	79
EKLER.....	87
EK 1 Türkiye’de Depolanmış Ürünlerde Görülen Belli Başlı Önemli Entomolojik Zararlılar	87
EK 2 Dünya Çapında <i>Trogoderma granarium</i> ’un Ülkelere Göre Dağılım Çizelgesi	88
EK 3 Avustralya’da İhracatta Yüksek Riskli Olarak Bildirilen Bitkisel Ürünler	89
EK 4 Bitki Koruma Ürünü Olarak Depo Zararlılarında Tavsiye Edilen İnsektisitler	90
ÖZGEÇMİŞ.....	91

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat
L	Litre
m ²	Metrekare
µl	Mikrolitre
µm	Mikrometre
mg	Miligram
ml	Mililitre
g	Gram

Kısaltmalar

EC	Emülsiyon Konsantre
SC	Süspansiyon Konsantre
AI (a.i.)	Aktif Madde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 <i>Trogoderma granarium</i> kültürleri	32
Şekil 3.2 <i>Trogoderma granarium</i> kültürlerinden elenen genç ve olgun larvalar.....	32
Şekil 3.3 Deneme çalışması için galvanize çelik plaka yerleştirilmiş petri kapları	34
Şekil 3.4 Yüzeye insektisit uygulamasında kullanılan Sparmax SP 35 Airbrush.....	34
Şekil 3.5 <i>Trogoderma granarium</i> larvaları ve galvanize çelik yüzey yerleştirilmiş petri kabı	36
Şekil 4.1 Muamele edilmemiş (kontrol) ve deltamethrin ile farklı dozlarda muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda muamele sonu belirlenen ölümler (%).....	40
Şekil 4.2 Deltamethrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümler (%)	41
Şekil 4.3 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele süreleri sonunda larva evresinde belirlenen ölümler (%)	42
Şekil 4.4 Deltamethrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%) ..	44
Şekil 4.5 Farklı dozlarda deltamethrin ile uygulanmış çelik yüzeyde larva evresinde farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%) ...	45
Şekil 4.6 Beta-cyfluthrin ile uygulanmış çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümler (%).....	47
Şekil 4.7 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde larva evresinde farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümler (%)	48
Şekil 4.8 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%).....	49
Şekil 4.9 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde larva evresinde farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%) ..	50
Şekil 4.10 Farklı dozlarda pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%).....	55
Şekil 4.11 Pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%).....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Muamele edilmemiş (kontrol) ve deltamethrin ile farklı dozlarda (12 ve 24 mg AI/m ²) muamele edilmiş çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları	39
Çizelge 4.2 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (12 ve 24 mg AI/m ²) deltamethrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli tespit edilen ölümlere ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.3 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (10 ve 20 mg AI/m ²) beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde, farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.4 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (10 ve 20 mg AI/m ²) beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları	49
Çizelge 4.5 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.30 mg AI/m ²) pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.6 Muamele edilmemiş (kontrol) ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.30 mg AI/m ²) pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele süreleri sonunda genç ve olgun larvalarda belirlenen ölümler (%) (yaş*doz*muamele süresi)	53
Çizelge 4.7 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.30 mg AI/m ²) pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.8 İnsektisit uygulanmamış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli rezidüel ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 4.9 İnsektisit uygulanmamış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli olarak tespit edilen rezidüel ölümler (%)	58
Çizelge 4.10 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli tespit edilen ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	61
Çizelge 4.11 Deltamethrin ile 12 ve 24 mg AI/m ² dozunda muamele edilmiş çelik yüzeyde uygulamadan sonraki farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda 4 haftalık muamele süresi sonunda ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler (%).....	62

Çizelge 4.12 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli olarak tespit edilen ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	65
Çizelge 4.13 Beta-cyfluthrin ile 10 ve 20 mg AI/m ² dozunda muamele edilmiş çelik yüzeyde uygulamadan sonraki farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda 4 haftalık muamele süresi sonunda ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler (%).....	66
Çizelge 4.14 Farklı dozlarda pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli olarak tespit edilen ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları	69
Çizelge 4.15 Pyriproxyfen ile 1.15 ve 2.30 mg AI/m ² dozunda muamele edilmiş çelik yüzeyde uygulamadan sonraki farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda 4 haftalık muamele süresi sonunda ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler (%).....	70

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze tarım insan hayatının ana merkezinde yer almaktadır. Dünya’da ve Ülkemizde günlük gıda içeriklerinin ana kaynağı tarımsal ürünlerden oluşmakta olup yiyeceklerin % 80’ ini bitkiler oluşturmaktadır. Tarımsal ürünlerde ticaretin yıllık değeri son 10 yılda gelişmekte olan ekonomilerde ve ülkelerde yaklaşık 3 kat artarak 1.7 trilyon ABD dolarına ulaşmıştır (Anonymous 2021a).

Dünya hububat üretimi (mısır, buğday, arpa, yulaf, çavdar) bakımından 2020/21 döneminde 2.2 milyar ton üretim seviyesinde seyretmiştir. Buğday üretiminin Dünyada ilk üçlüsünü sırasıyla (% 17) Çin, (% 16) AB ve (% 14) Hindistan oluşturmuş ve Türkiye, Dünya buğday üretiminin %3’ünü karşılayarak buğday üretiminde Dünya’da 10. sırada yer almıştır. Dünya makarnalık buğday üretiminde toplam 33.8 milyon ton ile en büyük üretici ülkeleri Kanada, İtalya ve Türkiye ilk üçlüsü olmuşken bu üçlünün % 21’i AB (% 11 İtalya), % 20’si Kanada, % 12’sini Türkiye oluşturmuştur. Arpa üretimi 158.5 milyon ton seviyesi ile Dünya arpa üretiminin ilk üçünün % 35’ini AB (Fransa, Almanya ve İspanya), % 13’ünü Rusya, % 5’ini Ukrayna sağlamıştır (Anonim 2021a). Türkiye 2021 bitkisel üretim miktarları bakımından tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde yaklaşık 61.7 milyon ton seviyesinde üretim gerçekleştirmiştir. Tahıl ürünleri üretim miktarları (buğday, arpa, çavdar, yulaf, dane mısır, çeltik, çavdar, yulaf, tritikale, kuşyemi, darı, karabuğday) 2021 yılında yaklaşık 31.9 milyon ton iken baklagil üretimi (nohut, kuru fasulye, kırmızı mercimek) 1 milyon 8 bin ton, yağlı tohumlar üretimi (soya, yer fıstığı, susam, aspir, kolza, haşhaş) 610.9 bin ton ve ayçiçeği 2.4 milyon ton; tütün ise 73 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri üretimi ise yaklaşık 24.9 milyon ton olarak kayda geçmiştir (Anonim 2021b).

Tüm ihracat gelirlerinin içerisinde 2021 yılı içerisinde gerçekleşen ihracatın %14.4 lük kısmını tarım sektörü oluşturmuş olup (bitkisel, hayvansal ve orman ve ağaç ürünleri) 29 milyar 737.6 milyon dolar gelir sağlanmıştır (Anonim 2021c). En çok ihracat yaptığımız 5 ülke Irak, Almanya, Rusya, ABD ve İtalya olarak sıralanırken bu ürünler ise un, tavuk eti, gofret, waffle, fındık içi, ambalajlı fındık, kiraz, mandalina, alabalık ve şeftali olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2022c). Çoğunlukla ithalat yaptığımız ülkeler

Rusya, Brezilya, Ukrayna, ABD ve Malezya olarak bildirilirken ithal edilmiş ürünler buğday, ayçiçeği yağı, arpa, dane mısır, soya fasulyesi, kahve, tütün olarak bildirilmiştir (Anonim 2022c). Dünya'daki ve Ülkemizdeki genel durum bahsedildiği gibi gerçekleşmişken artan Dünya nüfusuyla birlikte azalan tarım alanları gıda arz problemlerini de beraberinde getirmiştir. Dünya geneli 2020 yılı verilerine göre 720-811 milyon arasında insanın açlıkla karşı karşıya kaldığı; daha fazla nüfusu beslemek için tarımsal üretimin 2050 yılına kadar yaklaşık % 60 artması gerektiği bildirilmiştir (Anonymous 2021a). Bunun yanısıra küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişiklikleri, doğal afetler, bitkisel ürünlerdeki hastalık ve zararlılardan ve diğer sebeplerden kaynaklı verim kayıpları yenilebilir gıda ürünlerinin azalmasına sebep olmaktadır. Hasat sonrası depolanmış ürünlerde hayvansal kaynaklı organizmaların sebep olduğu yıllık kayıplar ortalama % 10 olarak kabul edilirken (Donahaye ve Messer 1992) küresel olarak gıda ürünlerinde bitki zararlılarından kaynaklı % 40'a varan ürün kayıpları her yıl 220 milyar doları aşan düzeyde ticari zarara sebep olmaktadır (Anonymous 2021a).

Ülkemizde de ürün kayıplarına sebep olan bazı önemli entomolojik zararlılar depolanmış ürünlerde ciddi boyutta problemlere yol açmaktadır. Emekci vd. (2015) tarafından tahıllarda, kuru meyvede, kuru incirde ve tütünde ana konukçu olmak üzere 20 adet önemli zararlı tür (Ek 1) bildirilmiştir. Bu etmenler arasında Dünya çapında ve Ülkemizde de sorun olmaya devam eden *Trogoderma granarium* Everts diğer adıyla Kapra böceği bu listede yer almaktadır. Ayrıca Dünya'da en kötü istilacı 100 tür listesinde gösterilmektedir (Lowe 2000). Ülkemizde böceğin varlığı 1954 yılından bu yana Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (EPPO) kayıtlarında yer almaktadır. Yapılan çalışmalarla Ege (İzmir/Bornova, Uşak), Güneydoğu Anadolu (Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlı Urfa, Adıyaman, Malatya, Gaziantep), Doğu Anadolu (Elazığ-Baskil) ve İç Anadolu (Ankara-Sincan) bölgelerinde bu böceğin varlığı bilinmektedir (Esin 1955, Alkan 1956, Ertürk 1956, Ergül vd. 1972, Özar ve Yücel 1982, Tezcan vd. 2004, Bulak vd. 2013, Bağcı vd. 2014, Özgen ve Háva 2018, Zengin ve Karaca 2019, Anonymous 2021b).

Bazı ülkeler bu zararlıların taşınma yoluyla girmesini ve ülke içerisinde yayılmasını önlemek için bazı tedbirler almıştır. Amerika (9 eyalet), Japonya, Almanya, Macaristan,

Malezya, Güney Afrika gibi ülkelerden (Ek 2) bu böcek eradike edilmiştir (Anonymous 2021b). Örneğin 1953 yılında ABD'nin California eyaletinde zararlının ilk tespit edilmesinden sonra yapılmış eradikasyon işlemlerine o yıllarda 11 milyon dolar bugünkü parasal karşılığı 90 milyon dolar harcanmıştır (Anonymous 2021c). Ayrıca ABD, gümrük ve sınır koruma denetimleri kapsamında Hindistan ve Kapra böceğinin bulunduğu diğer ülkelerden gelen pirincin ülke sınırlarına girmesini yasaklayarak 1000 dolar veya daha fazla para cezası yaptırımını getirmiştir (Anonymous 2021d). Benzer şekilde Avustralya'da da bu zararlı bakımından bazı ülke sınır kontrolleri bulunmaktadır. Bu böceğe karşı korunmada acil önlemler amacıyla 14.5 milyon dolarlık yatırımla mücadelesi desteklenmektedir (Anonymous 2021e). Ayrıca Avustralya Tarım, Su ve Çevre Bakanlığı, Ülkemiz Ticaret Bakanlığı'na intikal eden Kapra böceği ile mücadele kapsamında yüksek riskli olduğu belirlenen muhtelif ürünlere karşı tedbirler duyurusu yayınlamıştır. Çeşitli yollarla Avustralya'ya girişinin yasaklandığı, yüksek riskli ürünler için alınacak bitki sağlığı tedbirleri kapsamında ürün listesi (Ek 3) yer almaktadır (Anonim 2021d, e, f, g, ğ, h). Çok sayıda literatürde bildirildiği üzere Kapra böceğinin depolanmış hububatların ve depolanmış diğer ürünlerin (yer fıstığı, pamuk, arpa, pirinç, darı, susam, sorgum, buğday, mısır ve börülce vb.) ve kuru ürünlerin hemen hepsinde bulunabilmekte ve konukçu olabilmektedir (Singh vd. 2017). Toz baharat, hayvansal ürün, farklı bazı baharat bitkileri, bakliyatlar, kurutulmuş meyveler, kuruyemişler ve hububat dışı bazı ürünler arasındaki bazı ürün gruplarında çoğalabildiği gibi, bazı ürün gruplarında döl meydana gelmemiş olsa da hububat ve türevleri dışındaki ürünlerde de yaşamını sürdürebildiği bilinmektedir (Kavallieratos vd. 2019). Ayrıca böceğin üründe yapmış olduğu zarar, yüzde 5-30 arasında ve ekstrem durumlarda yüzde 70 oranında ağırlık kaybına neden olarak ürünün piyasa değerini düşürmektedir. Böceğin beslendiği ortamda kalan vücut parçaları, kıllar ve larva deri döküntüleri ile kontamine ürünlerin yutulması, mide-bağırsak tahrişine sebep olmaktadır. Astımlı ve hassas kişilerde yüksek derecede alerjenik etkiden dolayı insan sağlığını risk altına almaktadır (Singh vd. 2017). Kapra böceğinin ergin dönem bireyleri kısa ömürlü, çok az beslenme göstermesi ve uçuş davranışı olmamasına karşın ana zararı larva dönemi sebep olmaktadır. Böceğin larvası 5 dönem geçirmekte olup depolama koşullarının sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak 30-50 gün arasında değişebilmektedir. Böcek gelişimi %2 kadar düşük bağıl nemde dahi

gerçekleşebilmektedir. Aynı zamanda larvalar soğuğa dayanıklı olup -8 °C' nin altındaki sıcaklıklarda hayatta kalabildiği gibi sıcaklık herhangi bir süre için 25 °C'nin altına düştüğünde, larva popülasyonu çok kalabalıklaştığında, aşırı sıcaklık ve bağlı nem koşullarında larvalar diyapoza girebilmektedir. Ancak optimum larva gelişimi için çevresel koşullar uygun hale gelmedikçe larva dönemi 4 ay ila 4 yıl arasında uzayabilmektedir. Kısmen inaktif olarak nadiren de beslenebilmekte ve larvalar besinsiz uzunca bir süre (en az 13 ay) canlı kalabilmektedir. Aç kalan larvalar yüksek sıcaklık ve gıda varlığı durumu gibi koşullar geri döndüğünde bir hafta içerisinde pupa olabilmektedir. Dormant larvalar 3 ay aç kalmasının ardından kısa bir beslenme dönemi geçirerek meydana gelen erginlerin normal yumurta sayısının % 41'ini meydana getirebildiği bilinmektedir. Ayrıca zararlı bina dokularındaki çatlakları aramaya meyilli olup larva bu durumda birkaç yıl kalabilmektedir (Hinton 1945, Howe 1952, Hadaway 1956, Burges 1959, Burges 1963, Faber 1971, Karnavar 1972, Morschel 1972, Nair ve Desai 1972, Honey vd. 2017, Athanassiou vd. 2019, Anonymous 2021b). Kapra böceğinin ortam koşullarına iyi adaptasyon yeteneği zararlıyla mücadeleyi zorlaştıran en büyük problemlerden birini oluşturmaktadır.

Dünya çapında bu zararlıya karşı kimyasal olan veya kimyasal olmayan çeşitli mücadele yöntemleri denenmektedir. Kimyasal olmayan yöntemler olarak ekstrem sıcaklık uygulamaları, biyolojik mücadele (protozoa, nematod, parazitoid, predatörler ve entomopatojenler) çalışmaları yer almaktadır. Ancak biyolojik mücadelede parazitoid ve predatörlerle kapra böceği mücadelesinin düşük etkili olduğu, ekstrem sıcaklık uygulamalarında ise her durum ve koşulda uygulama güçlüklerinin bulunduğu bildirilmektedir. Organik fosforlular, sentetik piretroidler, böcek gelişim düzenleyiciler, spinosad, neonikotinoidli aktif maddelerinin yanında, bitkisel esansiyel yağlar, diatom toprağı, nanopartiküller (silikon oksit, alüminyum oksit, çinko oksit) hububatlarda koruyucu ilaç ya da yüzey uygulamaları olarak kapra böceği mücadelesinde denenmektedir (Athanassiou vd. 2015, Athanassiou vd. 2016, Ghimire vd. 2016, Ali vd. 2017, Bilal vd. 2017, Ganbalani ve Borzoui 2017, Ghimire vd. 2017, Kavallieratos vd. 2017, Kumari vd. 2017, Ali vd. 2018, Alvi vd. 2018, Arthur vd. 2018, Fiaz vd. 2018, Kavallieratos ve Boukouvala 2018, Shakoori vd. 2018, Athanassiou vd. 2019, Kavallieratos ve Boukouvala 2019, Lazarević vd. 2019, Naseem vd. 2019, Panezai vd.

2019, Riaz vd. 2019, Wilches vd. 2019, Ali vd. 2020, Ameri vd. 2020, Anwar vd. 2020, Awais vd. 2020, Boukouvala ve Kavallieratos 2020, Feroz 2020, Feroz vd. 2020 a, b; Kavallieratos vd. 2020 a, b; Kılıç ve Mutlu 2020, Raduw ve Mohammed 2020, Scheef vd. 2020). Kontrollü ve modifiye atmosfer çalışmaları konvansiyonel fümigasyon uygulamalarına alternatif yöntemler olarak görülürken (Atnahassiou vd. 2019) modifiye atmosferin tek başına ya da ışın uygulamalarıyla birlikte denenmiş (Vassilakos vd. 2019, Zhao vd. 2021) metotları da bulunmaktadır. Ayrıca metil bromit ile fümigasyon uygulamaları Birleşmiş Milletler Montreal Protokolüne göre (karantina ve yükleme öncesi uygulamalar hariç) kullanımdan kaldırılmış olmasına karşın bazı koşullar için kullanımına Türkiye’de izin verilmektedir (Ferizli ve Emekçi 2009, Anonim 2022b). Resmi tarımsal ilaç istatistiklerine göre Ülkemizde 2021 yılı zirai mücadele uygulamalarında toplamda 52965 ton kadar bitki koruma ürünü kullanılmıştır. Miktersal olarak 11071 ton insektisit, 19098 ton fungusit, 13320 ton herbisit, 2342 ton akarisit, 283 ton rodentisit+mollussisit ve 6851 ton kadarı ise diğer bitki koruma ürünleri (bitki aktivatörü, bitki gelişim düzenleyici, böcek cezbedici, fumigant, nematisit) olarak bilinmektedir (Anonim 2022a). Depo veya hububat ambarlarında yüzeye, ürüne uygulanabilen ruhsatlı insektisitler dışında fümigant insektisitler de bulunmaktadır. *Trogoderma granarium* için ruhsatlı insektisitler 650 g/lt Malathion EC ve % 57 Alüminyum fosfit DP / TB olarak (Ek 4) yer almaktadır (Anonim 2022b).

Sonuç olarak zararlıyla mücadelede kısıtlı sayıda ruhsatlı insektisit olması mücadelede alternatif aktif maddelerin kullanımını kısıtlamaktadır. Ayrıca beton siloların dışında metal siloların da kullanımının yaygınlaşmaya başlamasının yanı sıra farklı yüzeylerde (beton, ahşap, boyalı ahşap, vinyl yer kaplaması ve metal yüzey) farklı insektisitlerle yapılmış çalışmada en etkili rezidüel etkinliğin metal yüzeyde sağlanmış olması (Arthur vd. 2018) bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Metal yüzeyde yürütülmüş bu çalışma bu alandaki eksikliği tamamlamaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kapra böceği ile mücadeleye yönelik çok sayıda araştırma makalesi olmasına karşın insektisitlerin etkinliği konusunda değişik metotlarla denenmiş bazı çalışmalar tarihsel sıraya göre ele alınmıştır.

Athanassiou vd. (2015), beton yüzeyde *Trogoderma granarium* ve *Tenebrio molitor* Linnaeus' un hem ergin hem de larvalarına yönelik laboratuvar ortamında çalışma yürütmüşlerdir. Alpha-cypermethrin (SC) ve thiamethoxam (WG) etken maddeli insektisitler farklı formülasyonlarda 2 farklı doz (0.025 ve 0.1 mg/cm²) ve 3 farklı sürede (1, 3 ve 7 gün) denenmiştir. *Trogoderma granarium* ergin (<24 saatlik), küçük larva (<3 mm) ve büyük larva (>3 mm) olarak belirlenirken *Tenebrio molitor* için ergin (<2 haftalık), küçük larva (<14 mm) ve büyük larva (>14 mm) olarak belirlenmiştir. Her bir muamele süresi sonundaki ölü bireylerin yanı sıra, insektisite maruziyetten sonra hayatta kalan bireyler, ortamdaki alınmış ve ilaçlanmamış yüzeylerde 7 gün tutularak gecikmiş ölüm oranı değerlendirmesi yapılmıştır. Yedi günlük muamele sonrası, alpha-cypermethrin ile muamele edilmiş kaplarda thiamethoxam ile muamele edilenden daha fazla Kapra böceği ergini öldüğü belirlenmiştir. Küçük larvaların hassasiyetinin erginlerden daha az olduğu gözlemlenmiştir. Yedi gün sonra, küçük larva ölüm oranı thiamethoxam için <% 6 iken alpha-cypermethrin için % 64.4 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Büyük Kapra larvaları küçüklere göre daha toleranslı olup erginlerinin gecikmiş ölümlerinin hem insektisitler hem de dozlar denemelerinde genel olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yedi günlük uygulamadan hemen sonra hala hayatta kalanların %43.3 ile %63.3'ü arasında değiştiği bildirilmiştir. Her iki larva kategorisinde, daha önce alpha-cypermethrin'e maruz kalan larvaların gecikmiş ölüm oranı, thiamethoxam'dan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Test edilmiş her iki insektisit için *Tenebrio molitor*'un *Trogoderma granarium*' dan daha duyarlı olduğu ancak alpha-cypermethrin'in, thiamethoxam'dan daha etkili olduğu saptanmıştır.

Ghimire vd. (2016), *Trogoderma variabile* Ballion ve *Trogoderma inclusum* ergin ve larvalarına yönelik beton yüzey üzerinde deltamethrin ve beta-cyfluthrin ile laboratuvar ortamında çalışmışlardır. Deltamethrin için m² başına 8, 16 ve 24 mg aktif madde/m² ve

beta-cyfluthrin için 10 ve 20 mg aktif madde/m² içerecek oranlarda SC (süspansiyon konsantre) formülasyonu denenmiştir. Her iki türden 10 ergin (çiftleşmemiş, 1-4 günlük) veya larva (son dönem larva) uygulamadan 0, 0.5, 1, 2 ve 3 ay sonra muamele edilmemiş ve edilmiş yüzeylere bırakılmıştır. Ergin ölüm oranı, besin olmayan ortamda 4 günlük maruziyetten sonra gözlemlenirken larva ölümü, besin verilerek maruziyetten 30 gün sonra değerlendirilmiştir. Her iki insektisite maruz kalan her iki türün ergin ölüm oranı, maruz kalma aralığına bağlı olarak %72.4±6.9 ila %100 arasında değişmişken larva ölüm oranı deltametrin ile ilaçlanan alanlarda %18.3±5.4 ila %96.7±2.1 arasında belirlenmiştir. Her üç dozda da her iki tür için de muameleden 2 ve 3 ay sonra gerçekleştirilen denemelerde ergin ölüm oranı önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Beta-cyfluthrin uygulanan yüzeylerde larva ölümü %20.0±4.5 ila %71.7±4.8 iken her iki türde her iki dozda tüm maruziyet sürelerinde her zaman daha düşük seyrettiği gözlemlenmiştir. Üç deltamethrin dozu için 20 karşılaştırmadan sadece 4'ü istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. İki beta-cyfluthrin dozu arasındaki ölüm oranı irdelendiğinde *Trogoderma inclusum* erginleri veya larvalarının ölüm oranının *Trogoderma variabile* 'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ali vd. (2017), yedi adet böcek büyüme düzenleyicisi (IGR) arasından bir juvenil hormon analogu (pyriproxyfen), iki ecdyson agonisti (tebufenozide, methoxyfenozide) ve dört kitin sentezi inhibitörü (lufenuron, flufenoxuron, triflumuron ve buprofezin) *Trogoderma granarium* (Everts) ve *Tribolium castaneum* (Herbst) (3. dönem larva) larvalarına karşı laboratuvar koşullarında test etmişlerdir. Böcek gelişim düzenleyicilerin (IGR'lerin) dört konsantrasyonu (2.5, 5, 7.5 ve 10 ppm) 7 ve 14 günlük uygulama süresinden sonra 30 ±2 °C ve % 65 ± 5 nisbi nem'de çalışılmıştır. *Tribolium castaneum* 'un en yüksek larva ölümünün muameleden 7 ve 14 gün sonra flufenoxuron ile % 77.30 ve % 83.54 olarak belirlenmiştir. Bunu %70.40 ve % 76.65 ile methoxyfenozide, %56.61 ve %62.86 ile pyriproxyfen ve %53.16 ve %59.41 ile lufenuron'un takip ettiği bildirilmiştir. En düşük ölüm sırasıyla 7 ve 14 gün sonra triflumuron uygulanması durumunda %42.81 ve %49.06 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, 7 ve 14 gün sonra sırasıyla *Trogoderma granarium* en yüksek ölüm oranı için flufenoxuron etkisinin %66.96 ve %73.20 iken, triflumuron uygulandığında en düşük %32.47 ve %38.72 olmuştur. Farklı konsantrasyonların karşılaştırmalı etkisine ilişkin

sonuçlar, her iki tür böceğe karşı en yüksek ölüm oranının 10 ppm'de *Tribolium castaneum*'da %65.23 ve *Trogoderma granarium* larvalarında %54.88 olduğu belirlenirken ölüm oranının 2.5 ppm'de en düşük olduğu tespit edilmiştir. Test edilen tüm IGR'lerin biyoaktivitelerinin doza ve maruz kalma süresine bağlı olduğu ve nispi gücü ile ilgili değerlendirmede, pirinç ve mısır ile karşılaştırıldığında buğdaya uygulamanın daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Bilal vd. (2017), *Beauveria bassiana*'nın virulensi ve böcek gelişim düzenleyicileri (IGRs) (lufenuron, pyriproxyfen ve methoxyfenozide) *Tribolium castaneum* ve *Trogoderma granarium*'a yönelik araştırmışlardır. Her bir böcek gelişim düzenleyicinin (IGRs) (1.5 ve 10 ppm) ve entomopatojenik fungusun (300, 600 ve 900 mg/kg tahıl) 3 konsantrasyonu besine karıştırılarak uygulanmıştır. Denemede 7, 14 ve 21 gün sonraki zaman aralıklarında ölüm verileri incelenmiş; *Beauveria bassiana* 21 gün sonra 9×10^7 daha yüksek konsantrasyonda %66.80 ölüm oranı sağlamışken  böcek gelişim dzeneleyici arasında pyriproxyfen %76.66 ölüm oranı ile en iyi sonucu vermiş ve bunu (% 73.52) methoxyfenozide, ardından (% 70.56) lufenuron izlemiştir.

Ganbalani ve Borzoui (2017), *Trogoderma granarium*, *Artemisia sieberi* Besser uçucu yağının (EO) laboratuvar koşullarında *Trogoderma granarium*' un 4. dönem larvalarına karşı lethal ve sublethal etkileri üzerine çalışmışlardır. Biyolojik testler, larvaların hem kontakt hem de fumigant toksisitesine duyarlı olduğunu göstermiş ve LD_{50} ($44.3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) ve LC_{50} , ($33.5 \mu\text{L}/\text{L}$ hava) değerleri belirlenmiştir. Sublethal etkileri değerlendirmek için 4. dönem larvalar, kontakt (LD_{25} ve LD_{50}) ve fumigant etkisinde (LC_{25} ve LC_{50}) *Artemisia sieberi* esansiyel yağ etkisine maruz bırakılmış ve LD_{50} kontakt toksisitesine maruz kalan larvalar en düşük amilolitik aktiviteyi (0.064 ± 0.007 mU/bireysel) ve grup yoğunluğunu göstermiştir. Kontrol larvalarının uçucu yağ denenmiş larvalara kıyasla daha fazla ağırlık kazandığı ve yiyecek tükettiği gözlemlenmiştir. En yüksek ve en düşük nisbi tüketim (RCR) ve nisbi büyüme (RGR) değerleri sırasıyla kontrol (0.50 ± 0.02 ve 0.084 ± 0.005 mg/mg/gün) ve LD_{50} kontakt toksisitede (0.26 ± 0.02 ve 0.052 ± 0.002) belirlenmiştir. Esansiyel yağa maruz kalan böceklerde, kontrolden daha az miktarda protein, glikojen ve lipid içeriği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, larva evresinde esansiyel yağa maruz kalma, pupa ve ergin ağırlığını, dişinin ömrünü,

yumurta verimini ve fertilitiyi azalttığı tespit edilmiştir. *Trogoderma granarium* a karşı *Artemisia sieberi* esansiyel yağının hem kontakt hem de fumigant uygulamalarında önemli bir kullanım potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir.

Ghimire vd. (2017), beta-cyfluthrin, deltamethrin ve chlorfenapyr insektisitlerini *Trogoderma granarium* (Everts) ve *Trogoderma inclusum* (LeConte) türlerinde çalışmışlardır. Her türden 3-4 haftalık 10'ar larva 1, 2, 3 ve 7 gün için ilaçlanmış beton yüzeylere tatbik edilmiş ve sonra gecikmiş ölümleri değerlendirmek için 30 gün ilaçlanmamış 5 g besin ortamı içeren 175 ml'lik besin kaplarına transfer edilmiştir. Çalışma sonunda beta-cyfluthrin, deltamethrin ve chlorfenapyr kalıntı etkisi *Trogoderma granarium* laboratuvar ve tarla ırkının ergin ve larvalarına karşı 0-12 hafta uygulama sonrası değerlendirilmeye alınmıştır. Her bir ırkın 10 ergin ve larvası uygulama sonrası seçilmiş haftalarda muamele görmüş (ilaçlanmış) alanlara maruz bırakılmış; ergin ve larvaların 4 ve 30 gün maruz kalmadan sonra ölüm oranı değerlendirilmiştir. İlk çalışmada *Trogoderma granarium* ve *Trogoderma inclusum* larvaları 2 piredroid ile muamele edilmiş alanlarda maruz bırakıldığında gecikmiş ölüm oranları <% 26 olarak belirlenmiştir. İki piredroide maruziyet sonrası *Trogoderma inclusum* larvalarının *Trogoderma granarium*'dan daha az hassas olduğu gözlemlenmiştir. İnsektisit muamelesinden bağımsız olarak uygulama sonrası denemeler boyunca *Trogoderma granarium*'un her iki ırkı için ölüm oranı % 90-100 olarak gözlemlenmişken ırklar arası farklılık olmadığı bildirilmiştir. Uygulama sonrası deneylerin başlangıcında *Trogoderma granarium* larvalarının laboratuvar ırkı için üç insektisit hepsi % 100 ölüm oranı sağladığı ancak sonra etkinliğin düştüğü belirlenmiştir. Tarla ırkı larvaların laboratuvar ırkı larvalardan daha dayanıklı olduğu ve her iki *Trogoderma granarium* ırkı larvaları erginlerden daha dayanıklı olduğu saptanmıştır. Erginlere kıyasla larvaların tam ölüm oranını sağlamak için daha uzun maruz kalma süresi gerektiği ve her üç insektisit erginlerde 3 aya kadar kalıcı etkinlik sağladığı ifade edilmiştir.

Kavallieratos vd. (2017), buğday, arpa, mısır ve çeltikte kapra böceğinin ergin (<24 saat yaş) ve larvalarına (2-4 mm orta boyda) karşı 6 insektisidin (cypermethrin, deltamethrin, pirimiphos-methyl, SilicoSec, s-methoprene ve spinosad) 3 dozunu test

etmişlerdir. Her insektisit in etiket dozunun yarısı, etiket dozu ve etiket dozunun 2 katı ve maruziyetten 1, 3, 7 ve 14 gün sonra ölüm oranları incelenmiştir. Ebeveyn erginler için döl üretimi, 46 günlük ek bir maruziyet periyodundan sonra değerlendirilmiştir. Tüm test edilmiş insektisitler *Trogoderma granarium* erginlerini en düşük dozda dahi baskılayabilmiştir. Pirimiphos-methyl ve SilicoSec diğer insektisitlerden en etkili olduğu bulunmuş olup etiket dozunun yarısında ya da etiket dozunda 7 günlük etkiye maruz kalma aralığında %100 ölüm saptanmıştır. Ancak denenen insektisitlerin çoğunluğu *Trogoderma granarium* larvalarına karşı etkisiz olduğu bulunmuştur. Pirimiphos-methyl test edilmiş tüm ürünlerde %100 larva ölümüne yol açmış ve diğer insektisitlerden daha fazla etkili olan tek insektisit olmuştur. Ergin ve larvaların her ikisi için denenmiş kombinasyonların çoğu için ölüm oranları buğday ve arpada çeltik ve mısırdan genellikle daha yüksek gözlemlenmiştir. *Bu çalışmada* biyolojik dönem (örneğin ergin ya da larva) ve bulaşık ürün türünün dikkate alınması gereken bir unsur olduğu belirtilmiştir.

Kumari vd. (2017), neem yağının *Prosopis juliflora* ile toksisitesini test etmek için neem yağı ile farklı konsantrasyonlarda botanik sinerjist kullanarak *Trogoderma granarium*'un (Everts) 3. dönem aç larvasına karşı test etmişlerdir. Toksikite deneylerini 24 ve 48 saat sürelerle yürütmüşlerdir. Çalışma neticesinde botanik sinerjist konsantrasyonundaki artış neem yağının toksisitesini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Ölüm yüzdesinde sırasıyla 24 saat ve 48 saat sonra %70 ve %50 artış gözlemlenmiştir. Denemede 48 saat sonra botanik sinerjist konsantrasyonundaki artışla LD₅₀'de önemli bir düşüş tespit edilmiştir. Bu durum botanik sinerjist konsantrasyonundaki artışın neem yağının toksisitesini arttırdığı yönünde olmuştur. Çalışmada kullanılan *Prosopis juliflora* 'nın, neem yağındaki azadirachtin'in hedef zararlıya karşı toksisitesini ve biyolojik kullanılabilirliğini olumlu yönde etkilemiş ve kimyasal sinerjist için etkili bir ikame olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Ali vd. (2018), *Trogoderma granarium* 'da 20, 25 ve 30 °C sıcaklıklarında ve %55, 65 ve 75 nisbi nem düzeylerinde üç sentetik böcek büyüme düzenleyicisi (pyriproxyfen, lufenuron ve buprofezin) ile yumurta verimi ve ergin çıkışını engelleme düzeyinin tahminine yönelik çalışma yürütmüşlerdir. Büyüme düzenleyiciler 1, 5 ve 10 ppm

konsantrasyonlarında laboratuvar koşullarında larvalar (5 günlük) ile çalışılmıştır. Farklı sıcaklık ve bağıl nem seviyelerinde lufenuron, buprofezin ve pyriproxyfen ile muamele edilmiş besine maruz bırakılması neticesinde 20°C'de F₁ ergin çıkışları sırasıyla %84.38, %70.65 ve %79.94 olarak en yüksek düzeyde azalma göstermiştir. Bağıl nem %75 olunca lufenuron, buprofezin ve pyriproxyfen için ergin çıkışı sırasıyla %77.53, %80.00 ve %80.32'lik azalmaya sebep olmuştur. Bağıl nem %55 ve sıcaklık 30°C'de ergin çıkışına etkide lufenuron, buprofezin ve pyriproxyfen kendi arasında kıyaslandığında sırasıyla %68.51, %47.48, %68.81 oranlarında gözlemlenmiştir. Erginlerde yumurtlamayı engellemeyi değerlendirmek için farklı sıcaklık ve bağıl nemde 20 °C'de buprofezin, pyriproxyfen ve lufenuron ile muamele edilen besine maruz bırakılmış; yumurta veriminde azalma oranı sırasıyla %87.95, %80.45 ve %70.55 ile en yüksek bulunmuştur. Buprofezin, pyriproxyfen ve lufenuron ile %75 bağıl nemde muamele edildiğinde sırasıyla %86.73, %83.72 ve %69.11 ile yumurta verimini en etkili şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmayla sıcaklık ve bağıl nem gibi abiyotik faktörlerin önemli olduğu görüşü öne sürülmüştür.

Alvi vd. (2018), tıbbi bitki *Rhazya stricta* 'nın (Apocynaceae) yaprak ve tohum ekstraktları ile laboratuvar koşullarında *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) ve *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae)'da toksisite ve repellentlik düzeyini incelemişlerdir. Ekstraktların konsantrasyonlarındaki artışla ölüm oranı (%) ve repellentlik oranında (%) bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Her iki böcek türünde 120 saat sonra, yaprak ekstraktında 61.10±1.20 - 72.11±1.25 aralığında ölüm oranı elde edilirken tohum ekstraktında 56.95±3.26 - 69.50±1.04 aralığında ölüm oranı elde edilmiş ve en yüksek ölüm oranına yaprak ekstraktının sağladığı belirlenmiştir. Yaprak ve bitki ekstraktları, 24 saatlik denemede daha düşük konsantrasyona kıyasla daha yüksek konsantrasyonlarda *Rhyzopertha dominica* ve *Trogoderma granarium* 'da maksimum repellentlik (62.50±1.73 - 47.20±1.45) göstererek *Rhazya stricta* 'nın yaprak ekstraktlarının etkili bir bileşeni olarak kullanılabildiği ifade edilmiştir.

Arthur vd. (2018), genç (2-3 haftalık) ve olgun (4-5 haftalık) *Trogoderma granarium* larvaları altı farklı yüzeyde (beton, ahşap, boyalı ahşap, vinyl yer kaplaması ve metal) dört aktif madde ile rezidüel etkinlik çalışmışlardır. İki piretroid insektisit, deltametrin

(24 mg/m²) ve cyfluthrin (20 mg/m²) ve iki böcek büyüme düzenleyicisi (IGR), methoprene (3.1 mg/m²) ve pyriproxyfen (2.8 mg/m²) aktif maddeleri ile larvalar, muamele edilmiş yüzeyler üzerinde bir besin kaynağı (her bir alana 1.2 g öğütülmüş köpek maması) sağlanarak maruz bırakılmıştır. Muameleden 0 (1 gün), 1, 2 ve 3 ay sonra kalıntı çalışmaları yürütülmüştür. Genel olarak, genç larvalar olgun larvalardan çok daha hassas olmasına karşın iki piredroid *Trogoderma granarium* larvalarının kontrolünü yüksek düzeyde sağlamış olduğu bildirilmiştir. Ancak böcek gelişim düzenleyicilerin, piretroid insektisitlere kıyasla daha fazla larvanın hayatta kaldığı ve maruz kalan larvalarda ergin çıkışı ile nispeten daha az etkili olduğu tespit edilmiştir. Piretroidlerin ve böcek gelişim düzenleyicilerin kalıntıları metal yüzeyde en kalıcı olduğu belirlenmiş olup zararlının tespiti halinde *Trogoderma granarium* yayılımının kontrol altına alınmasına ve ortadan kaldırılmasına yardımcı olarak kullanılabileceği düşünülmüştür.

Fiaz vd. (2018), kitin sentezi engelleyici flufenoxuron, triflumuron ve lufenuron etken maddelerinin 3 farklı dozu ile *Trogoderma granarium* larva evresi (3. dönem) üzerinde çalışmışlardır. Pestisitlerle karıştırılmış un içine 6, 9, 12, 15 ve 18 gün aralıklarla salım yaparak deneme yürütmüşlerdir. En uzun süre maruziyet aralığında her bir etken maddenin en yüksek konsantrasyonu, daha düşük konsantrasyonlardan ve daha kısa maruziyetlerden daha fazla etkinlik göstermiş olduğu gözlemlenmiştir. Triflumuron 0.08 ppm dozunda 18 günlük maruziyetten sonra %42'lik larva ölümü, ergin çıkışında %44 azalma ve %60 daha az F₁ dölünün meydana geldiği tespit edilmiştir. Denenen kitin sentezi engelleyicilerinin etkinliğinde, uygulama konsantrasyonu ve süresi ile pozitif bir korelasyonunun olduğu bulunmuştur.

Kavallieratos ve Boukouvala (2018), dokuma propilen, bop ambalaj ve kraft kağıt saklama torbalarına alpha-cypermethrin (0.10 mg/cm²), chlorfenapyr (0.11 mg/cm²), deltamethrin (0.005 mg/cm²) ve pirimiphos-methyl (0.05 mg/cm²) insektisitlerini uygulamışlardır. *Trogoderma granarium* ergin (<24 saat) ve larvaları (2-4 mm büyüklüğünde) ile çalışılmıştır. Çalışmada saklama torbasının 1 yüzeyine uygulanmış, uygulanmış veya uygulanmamış yüzeye ya da her iki yüzeye uygulanmış 3 uygulama yöntemi denenmiştir. Maruz kalmanın 1, 3 ve 5 gün sonrasında ani ölüm oranı

incelenmiştir. Daha sonra canlı olan ergin ve larvalar aynı tip saklama torbalarının muamele edilmemiş yüzeyleri üzerine yerleştirilmiş ve maruziyetten 7 gün sonra gecikmiş ölüm oranları değerlendirilmiştir. Ani ölüm oranı ile ilgili olarak her iki yaşam evresine karşı en iyi sonucu veren insektisitler chlorfenapyr ve pirimiphos-methyl olarak belirlenmiştir. Tüm insektisidal kombinasyonlarda *Trogoderma granarium*'un etkiye maruz kalmış ergin popülasyonun $\% \geq 91.1$ 'ini öldüren bir gecikmeli ölüm oranı elde edilmiştir. *Trogoderma granarium* larvalarının başlangıç popülasyonu gecikmeli ölüm nedeniyle daha da azalmış olmasına karşın saklama torbalarında hala canlı olan bireyler gözlemlenmiştir. Alpha-cypermethrin, deltamethrin ve pirimiphos-methyl ile yapılmış kombinasyonların çoğunda bir ya da 2 yüzeyine uygulanmış saklama torbaların yüzeyine maruz bırakıldıklarında ergin ve larvaların ölüm oranı seviyelerinde önemli bir fark saptanmamıştır. Saklama torbalarının farklı çeşitlerinde chlorfenapyr ve pirimiphos-methyl'in uygulanması *Trogoderma granarium* 'un mücadelesi ve yayılımının düzenlenmesi için ilave yöntemler olarak görülmüştür.

Shakoori vd. (2018), *Trogoderma granarium* 'un 4. ve 6. dönem larvalarının karbonhidrat metabolizması ve makromoleküler konsantrasyonları üzerinde lambda-cyhalothrin'in biyokimyasal etkilerini incelemişlerdir. İki popülasyondan Gujranwala popülasyonunun 4. ve 6. dönem larvaları için lambda-cyhalothrin'in LC_{50} değerleri sırasıyla 19.07 ve 16.21 ppm iken, Lahor popülasyonunun 4. ve 6. dönem larvaları için LC_{50} değerleri 15.93 ve 13.76 ppm olduğu tespit edilmiştir. Sırasıyla 4. ve 6. evre larvalar için direnç oranı 0.67 ve 1.17 değerlendirildiğinde, *Trogoderma granarium* depolarda lambda-cyhalothrin'e karşı çok az direnç gösterdiği veya hiç direnç göstermediği belirlenmiştir. Lambda-cyhalothrin'in (LC_{20}) sublethal dozunda, larvalarda toplam protein, lipid, glikojen ve trehalozun içeriğinin, kontrollerine (uygulanmamış grup) kıyasla önemli ölçüde azaldığı; serbest amino asitlerin ve çözünür protein içeriklerini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Sublethal dozda lambda-cyhalothrin ile muameleden sonra trehalaz aktivitesi kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde artarken amilaz ve invertaz aktiviteleri önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmayla lambda-cyhalothrin'in sublethal dozunun larvalarda neden olduğu metabolik etkiler değerlendirilip lethal dozunun hesaplanarak larva mücadelesi yapılacağı fikri ortaya atılmıştır.

Arthur vd. (2019), deltamethrin'in Polyzone® formülasyonu ve deltamethrin ve sinerjist piperonylbutoxide ile birleştirilmiş böcek büyüme düzenleyici methoprene'in bir formülasyonu olmak üzere iki insektisidi *Trogoderma granarium* (3-4 haftalık) olgun larvalarında test etmişlerdir. Polyzone® deltamethrin ile yapılan denemede, beton yüzeylere düşük ve yüksek oranda uygulanmış ve dışarıda, hangarın veya laboratuvarın içinde tutulmuştur. Deltamethrin'in aktif madde içeriği %4.75, 50 mg/ml olup doz olarak 15 ve 45 ml (düşük ve yüksek dozları) olarak yüzeylere uygulanmıştır. Methoprene+deltamethrin+piperonyl butoxide denemesinde methoprene %2.85, deltamethrin %1.2, piperonylbutoxide %33.3 aktif madde içeriği (ya da sırasıyla 12.0, 27.4 ve 320 mg/ml) ile çalışılmıştır. Laboratuvardaki depo karşılaştırıldığında, daha fazla larvanın hayatta kaldığı ve ergin çıkışının olduğu gözlemlenmiştir. Kalıntı bozunmasının hangarda ve sonra da dışarıda biraz arttığı belirlenmiştir. Tüm çevresel uygulamalarda, yüksek oranın düşük orandan daha etkili bulunmuştur. Methoprene ile muamele görmüş yüzeylerle gıda temasının etkisi incelenmiş; larvaların hayatta kalmasında hemen etki etmediği belirlenmiştir. Ancak bir ay sonra hayatta kalma ve ergin dönemine çıkmada bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Her iki uygulama için larvalar, uygulama alanlarına girdikten sonra sıklıkla diyapoza girdikleri tespit edilmiştir.

Kavallieratos ve Boukouvala (2019), beton üzerine piredroid insektisit d-tetramethrin ve neonicotinoid insektisid acetamiprid içeren Dobol ticari isimli yeni insektisidal formülasyonu (%5 acetamiprid, %2.5 d-tetramethrin, %10 piperonylbutoxide aktif madde içeriği olan formülasyon) denemişlerdir. Çalışma maruziyet aralığı 1, 2, 3, 4 ve 7 gün olmak üzere 2 etiket dozu (minimum 100 ml/ 100 m² ve maksimum 200 ml/ 100 m²) ve 2 sıcaklık seviyesi (30 ve 35 °C) altında yürütülmüştür. *Trogoderma granarium* 'un erginleri (<24 saat) ve larvalarına (<3 mm genellikle 2 mm boyutunda) karşı doğrudan ve gecikmiş ölüm oranları tahmini yapılmıştır. Elde edilen verilerle Dobol'un *Trogoderma granarium* erginlerinin %87.8 ve %96.7 arasında değişen direkt ölümüne sebep olduğu tespit edilmiştir. Larvalarla ilgili olarak doğrudan ölüm genellikle daha düşükken 7 günlük maruziyetten sonra maksimum dozda çoğunlukla %84.4 olarak gözlemlenmiştir. Genel olarak sıcaklığın, ergin ve larvalarda doğrudan ölüme önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Hayatta kalan erginler ve larvalar muamele

edilmemiş beton yüzeyler üzerine aktarılmış; 35°C 'de 30°C 'den daha yüksek ölüm olmasına karşın herhangi bir maruziyet aralığı ve dozda sıcaklığın ölüm üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Khan vd. (2019), iki farklı tıbbi bitkinin (*Datura alba* ve *Calotropis procera*) uçucu yağlarının iki farklı *Trogoderma granarium* ırkına karşı ölüm oranı, büyüme düzeni ve repellentlik etkisini araştırmışlardır. Çözücü olarak aseton kullanılarak bitki ekstraktları elde edilmiş, asetonda seyreltilerek (%5, %10, %15 ve %20 olmak üzere) dört farklı konsantrasyon hazırlanmıştır. Bitki ekstraktlarının büyüme düzenleme potansiyelini değerlendirmek için ergin böcekler farklı konsantrasyondaki bitki ekstraktlarıyla işlem görmüş buğday tanelerine salımı gerçekleştirilmiştir. Alan tercih metodu kullanılarak tüm denemeler, 30±2 °C sıcaklık ve %65±5 nisbi nem koşullarında inkübatörde gerçekleştirilmiştir. *Datura alba* ile karşılaştırıldığında *Calotropis procera* ekstraktı için repellentlik sonuçları daha önemli çıkarken büyüme üzerinde *Calotropis procera* daha önemli farklılıklar göstermiş ve ölüm etkisinde hem *Datura alba* hem de *Calotropis procera*, *Trogoderma granarium* 'a karşı eşit derecede etkili bulunmuştur.

Lazarević vd. (2019), *Trogoderma granarium* ebeveyn dişi erginlerinin (3 gün boyunca çiftleşen dişi ergin) %50 pirimiphos-methyl aktif madde içeren organofosforlu insektisitle 0.05 mg/cm² dozunda muamele etmişler ve döl üretiminin kanatlarında deformasyon oluşturup oluşturamayacağını test etmişlerdir. Geometrik morfometrik yöntem kullanarak *Trogoderma granarium* döl üretiminin her iki cinsiyetinin hem elytra hem de arka kanatlarını incelenmişlerdir. Pirimiphos-methyl ile muamele edilmiş ebeveyn dişi ergin bireylerden olan dölün kanatları, boyutlarına bağlı olarak olağan şekillerinde belirli değişikliklere maruz kaldığı ve tüm kanatlarında deformasyonlar meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak değişikliklerin arka kanatlarda daha belirgin bulunmuştur. Ebeveyn dişi erginlerin pirimiphos-methyl'e 5 saatten daha uzun süre maruz kalması, daha kısa sürelerde maruz kalmasından sonra ortaya çıkan bireylere göre daha fazla deforme kanatlara sahip döl meydana getirdiği görülmüştür. Genel olarak, her iki cinsiyetin kanatları pirimiphos-methyl'e duyarlı bulunmuştur.

Naseem vd. (2019), Pakistan’da ilk mutant çeşit NIAB Gold’dan ekstrakte edilen hint yağının *Tribolium castaneum* ve *Trogoderma granarium* ’a karşı biyo-pestisit olarak test etmişlerdir. Hint yağının %15 konsantrasyonu ve 72 saatlik maruz kalma süresi kullanılarak *Tribolium castaneum* 'a karşı kaydedilen maksimum larvasidal etki %32.17, *Trogoderma granarium* için %23.85 olarak bulunmuştur. *Tribolium castaneum* için LC₅₀ değerleri de farklı maruz kalma sürelerinde belirlenmiştir. NIAB Gold hint yağı biyodizelinin ASTM standartlarını karşıladığı ve zararlı böceklerle mücadelede biyo-pestisit olarak iyi bir potansiyele sahip olduğu bulunmuştur.

Panezai vd. (2019), nane (*Mentha piperita*), kekik (*Thymus vulgaris*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve limon balsamı (*Melissa officinalis*) ekstraktlarını kullanarak *Trogoderma granarium* ve *Tribolium castaneum* larvaları ve erginlerinde yüzde ölüm oranını kontrol etmek için çalışma yürütmüşlerdir. Ekstraktın hazırlanması için ilgili bitkilerin taze yaprakları toplanmış ve kurutulmuştur. Kurutulmuş yapraklar öğütülmüş ve her bitki numunesi (5 g) 100 ml etanol içinde ıslatılmıştır. Sıvı ekstraktlar süzülüp deney kavanozlarına püskürtülerek uygulanmıştır. Verilere göre kontrol uygulamasına kıyasla tüm bitki ekstraktlarının her iki depo zararlısı ergin ve larvaları üzerinde öldürücü etkiye sahip olduğu saptanmıştır. *Rosmarinus officinalis* ekstraktı, *Tribolium castaneum* erginlerinde %58.67 ve *Trogoderma granarium* erginlerinde %80.00 ölüme neden olarak en etkili bulunmuştur. Benzer şekilde, *Rosmarinus officinalis* de *Tribolium castaneum* larvalarına (%58.67) ve *Trogoderma granarium* larvalarına (%65) karşı maksimum ölüm oranı gösterdiği bildirilmiştir. *Rosmarinus officinalis*'in her iki depolanmış hububat zararlılarının larvaları ve erginlere karşı en yüksek ölüm oranını gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Kimyasal yöntemle kıyasla etkili bir teknik olmasına karşın çok maliyetli ve ürün kalitesini etkileyen uygun olmayan yöntem olarak bildirilmiştir.

Riaz vd. (2019), emamectin, abamectin ve spinosad insektisitlerini tek başına veya abamectin'in diğer iki insektisitle çeşitli oranlarda insektisit kombinasyonlarını denemişlerdir. *Trogoderma granarium*'un (4. ve 6. evre) larva evresinde öldürücü konsantrasyonunu (LC₅₀) bulmak için MBDIN ve Lahore popülasyonlarına yönelik çalışma yürütmüşlerdir. Bu insektisitlerin MBDIN popülasyonunun 4. larva döneminin

LC₅₀'si sırasıyla 186, 192 ve 198 ppm iken Lahor popülasyonunun 4. larva dönemi için abamectin, emamectin ve spinosad'ın LC₅₀'si sırasıyla 172, 185 ve 196 ppm olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, bu insektisitlerin MBDIN popülasyonunun 6. larva dönemlerine karşı LC₅₀'si sırasıyla 169, 184 ve 179 ppm iken Lahor popülasyonunun 6. larva dönemleri için abamectin, emamectin ve spinosad'ın LC₅₀'si sırasıyla 165, 180 ve 174 ppm olduğu bildirilmiştir. Abamectin' in emamectin ve spinosad'dan daha etkili olduğu belirlenirken 3:1 abamectin: emamectin karışımının, test edilen tüm karışımlar arasında daha yüksek toksisiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu 3:1 karışımın LC₂₀'sinin çözünür ve toplam protein, toplam lipid, glukoz, glikojen, serbest amino asit ve trehaloz içerikleri üzerindeki toksik etkisi de kaydedilmiştir. Glikojen, trehaloz, toplam lipid, serbest amino asitler, çözünebilir proteinler ve toplam protein içeriğinin, her iki popülasyonun 4. larva döneminde artan serbest amino asitler dışında, her iki larva döneminde de önemli ölçüde yok olduğunu göstermiştir. İlgili popülasyonun kontrol grubuna kıyasla, her iki popülasyonun maruz kalan gruplarının her iki larva döneminde glikoz içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak *Trogoderma granarium* 'un mücadelesinde insektisit karışımlarının tek başına insektisit uygulanmalarından daha etkili olduğu yönünde olmuştur.

Wilches vd. (2019), *Trogoderma granarium* 'da yüksek sıcaklığa maruz kalma etkilerini incelemişlerdir. İlk olarak, LT₅₀ (ölümcül süre %50 ölüm) değerlerini hesaplamak için farklı süreler için farklı yaşam dönemleri 45°C 'de tutulmuştur. Çalışmaya göre LT₅₀ değerleri bakımından en dayanıklı yaşam dönemleri diyapozlu larvalar (41–122 sa) olurken bunu sırasıyla diyapozda olmayan larva (47 sa), ergin (33 sa), pupa (25 sa) ve yumurta (10 saat) takip etmiştir. Diyapozdaki larvalar (ısıya en dayanıklı evre) 45, 50, 55 ve 60°C'de farklı sürelerde tutulmuştur. Elde edilen verilerle yüksek sıcaklıklarda *Trogoderma granarium* 'u kontrol etmek için 60°C'de 2 saat maruz kalma önerilmiştir. Karantina zararlılarının kontrolüne yönelik gereklilikleri karşılamak ve probit 9 seviyesinde başarı için 50–60 °C'de 2 ila 12 saat arasında maruz bırakma uygun görülmüştür.

Vassilakos vd. (2019), iki tip modifiye atmosferin (MA), *Trogoderma granarium* Everts ve *Sitophilus zeamais* Motschulsky'nin erginlerine karşı laboratuvar koşulları altında

etkinliğini araştırmışlardır. Belirtilen bu iki böcek türünün buğday üzerindeki erginleri, 0.67 (16 saat), 1, 2, 4 ve 6 gün süreler için %70 'lik bir karbondioksit (CO₂) konsantrasyonuna veya %0.1 'lik düşük oksijen (O₂) konsantrasyonuna maruz bırakılmış ve 28±2°C sıcaklık, %70±5 nisbi nem ve 16:8 (gece:gündüz) saat fotoperiyoduna ayarlanmış bir iklim odasında saklanmıştır. Her maruziyet aralığından sonra, anında ölüm ve knockdown kaydedilmiş ve hayatta kalan veya knockdown bireyler normal atmosferlere aktarılmıştır. Yedi gün sonra iklim odasına geri alınmıştır. Ani ve gecikmeli ölüm sayımlarından sonra, tüm erginler besin ortamından çıkarılmış ve çoğaltılan döl sayısı 60 gün sonra kaydedilmiştir. Modifiye atmosferde maruziyet sonrası gecikmiş ölüm değerlendirildiğinde, her iki modifiye atmosfer koşulu da *Trogoderma granarium* ve *Sitophilus zeamais* erginlerini 6 günlük maruziyetten hemen sonra veya 4 günlük maruziyetten sonra tamamen (%100 ölüm oranı) kontrol altına aldığı belirlenmiştir. Yüksek CO₂, *Sitophilus zeamais* için düşük O₂'den daha etkili olmasının aksine *Trogoderma granarium* için bunun tersi gerçekleşmiştir. Dört günlük maruz kalma süresinden sonra hayatta kalan böceklerin döl üretmediği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu türleri kontrol etmek için her iki modifiye atmosfer koşulunun da başarıyla kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

Ali vd. (2020), *Tribolium castaneum* (Herbst) ve *Trogoderma granarium* 'un (Everts) fertilité, yumurta verimi ve ergin çıkışına karşı methoxyfenozide, buprofezin, flufenoxuron, triflumuron, tebufenozide, pyriproxyfen, lufenuron böcek büyüme düzenleyicilerin (IGR) bazı formülasyonlarını denemişlerdir. Her bir böcek gelişim düzenleyici için 10 mg teknik IGR/ml olacak şekilde standart aseton solüsyonuyla her uygulama için 2.5, 5, 7.5 ve 10 ppm düzeyinde seyreltilerek hazırlanmış ve böcek besinine uygulanmıştır. Biyolojik çalışmalar 30±2 °C sıcaklık, %65±5 nisbi nem, 16:8 (aydınlık: karanlık) fotoperiyot koşullarında 12-15 günlük erginlerden IGR'li besinle muamele sonrası elde edilen 24 saatlik yumurtalar kullanılmıştır. Yapılan çalışmayla erginlerin IGR'lerle muamele edilen besinle temasının bir sonucu olarak böceklerin fertilitesinde ve yumurta veriminde dikkate değer bir düşüş belirlenmiştir. Methoxyfenozide'i takip eden tebufenozid uygulaması yumurta verimini, belirgin şekilde kısaltmış; pyriproxyfen ve buprofezin, *Trogoderma granarium* ve *Tribolium castaneum* üzerinde hafif bir etki göstermiştir. Tebufenozid'in ergin fertilitesine etkisi;

her iki böceğin mücadelesinde minimum düzeyde işlevsel olurken pyriproxifen'in yumurtaların açılmasını azaltmada oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Biyolojik çalışmaya tabi tutulan böceklerde döl üretimi pyriproxifen'de en az ve tebufenozid'de en yüksek seviyede gözlemlenmiştir. Fertilitede ve yumurta veriminde *Trogoderma granarium* için 10 ppm en etkili sonucu vermişken 2.5 ppm en az etkili doz olarak bulunmuştur. Konsantrasyon arttıkça fertilitenin düştüğü; ergin çıkış etkisi bakımından *Trogoderma granarium*'da en düşük pyriproxifen ardından lufenuron ile sağlandığı; 10 ppm en iyi sonucu verirken en düşük 2.5 ppm ile her iki böcek türünde tespit edildiği bildirilmiştir.

Ameri vd. (2020), *Mentha spicata* ve *Citrullus colocynth* 'in uçucu yağ oranının etkisini ve *Trogoderma granarium* 'un yumurta (3 günlük), larva (2 günlük), pupa (2 günlük) ve erginlerinde (4 günlük) ölüm oranını değerlendirmek için laboratuvar çalışması yürütmüşlerdir. Deney boyunca, nane esansiyel yağı dozlarının artırılması, *Citrullus colocynth* esansiyel yağı oranının artmasıyla karşılaştırıldığında, kapra böceği yumurtası, larvası ve pupası için en yüksek ölüm oranı tespit edilmiş ve kapra yumurta, larva ve pupa ölüm oranı ile *Mentha spicata* uçucu yağ oranı arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Erginlerin en yüksek ölüm oranı (%94) 50 µL *Mentha spicata* uygulanarak elde edilmiştir. Buna karşılık, *Citrullus colocynth* esansiyel yağının en yüksek konsantrasyonları (40 ve 50 µL), kapra böceği erginlerinin en düşük ölüm oranını göstermiş olup *Mentha spicata* esansiyel yağının, buğdayda depolanmış ürün böcekleriyle mücadelede kullanılabileceği öne sürülmüştür.

Anwar vd. (2020), entomopatojenik fungus (EPF) (*Metarhizium anisopliae* ve *Isaria fumosorosea*), bakteri bazlı insektisitler (spinetoram ve spinosad) ve bitkisel özlü ticari formülasyonlar (*Pongamia pinnata* ve *Azadirachta indica*) dahil olmak üzere bazı biyo-pestisitlerin tek başına ve kombinasyonları halinde laboratuvar koşulları altında *Trogoderma granarium* larvalarına karşı etkinliğini değerlendirme çalışması yürütmüşlerdir. Biyo-pestisitlerin biyolojik çalışmaları için böcek besini (mısır taneleri), her bir biyo-pestisitten entomopatojenik fungus (0.5 x 10⁸, 1 x 10⁸ ve 1.5 x 10⁸ conidia kg⁻¹ tane), bakteri bazlı biyo-pestisit (0.5, 1.0 ve 1.5 ppm) ve bitki özleri (50, 100 ve 150 ppm) olmak üzere üç konsantrasyonla muamele edilmiştir. Yüzde ölümüne ilişkin

Çalışma yedi, ondört ve yirmibir günlük maruz kalma süresi ile kaydedilmiştir. Her bir biyo-pestisit için en iyi sonuç veren muameleler belirlenmiş ve entomopatojenik fungusun en iyi uygulamalarının ve test edilen biyopestisitlerin en iyi uygulamalarının kombine etkisi, ölüm yüzdesi için değerlendirilmiştir. Test edilen tüm biyo-pestisitler arasında spinetoram, 21 gün sonra maksimum 1.5 ppm konsantrasyon oranıyla %64.17 ölüm oranı vererek *Trogoderma granarium* larvalarına karşı en iyi performansı göstermiş, ardından 2×10^8 conidia kg⁻¹ tane konsantrasyon oranı ile 21 gün sonra ölüm oranı %63 olan *Metarhizium anisopliae*, spinetoram etkisine yakın kaldığı belirlenmiştir. *Azadirachta indica* tarafından verilen sonuçlar en az anlamlı kalırken, spinosad etkinlik açısından en iyi üçüncü olarak bildirilmiştir. Test böceklerine karşı spinetoram, spinosad, *Azadirachta indica* ve *Pongamia pinnata* ile EPF'lerin kombinasyonu, her bir biyo-pestisit tekli uygulamasına kıyasla hedeflenen böceklerde daha yüksek ölüm oranı belirlenmiştir. En yüksek ölüm oranı (%79.33), 21 günlük maruziyet süresinden sonra *Metarhizium anisopliae* ve spinetoram kombinasyonu ile olurken test edilen tüm biyo-insektisitlerin *Trogoderma granarium* 'u kontrol etmede çok etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Awais vd. (2020), diyatom toprağı (DE) ve iki böcek büyüme düzenleyicisi (IGR), *Trogoderma granarium* larvalarına karşı laboratuvar koşullarında test etmişlerdir. Hem böcek büyüme düzenleyicilerin (lufenuron ve tebufenozid için 0.25, 0.50 ve 0.75 ppm) hem de diyatom toprağının üç doz seviyesi (250, 500, 750 ppm) tek başına ve kombinasyonlar halinde kullanılmıştır. Kapra böceği (3. dönem) larvaları, muamele görmüş ve muamele görmemiş buğday taneleri üzerinde serbest bırakılarak (30±2 C sıcaklık ve %65±5 nisbi nemde inkübatörde kavonazlar tutularak) ergin çıkışı 14 ve 30 gün sonra gözlemlenmiştir. Larva lm verileri yedi, ondört ve yirmibir gün sonra kaydedilmiş ve dl üretimi 60 gün sonra değerlendirilmiştir. DE, lufenuron, tebufenozide ve kombine uygulanması (lufenuron + DE) durumunda sırasıyla %84.9, %66.4, %41.5 ve %91.6'lık ölüm oranları, kontrole kıyasla en yüksek doz oranlarında kaydedilmiş ve kombine uygulamada en yüksek ölüm oranı saptanmıştır. Benzer şekilde, maksimum doz oranlarında lufenuron ve DE'nin kombine uygulanmasında da minimum 1.22 pupa ve minimum 0.22 ergin çıkışı gözlenmiştir. Ergin dl üretimi, kontrole kıyasla %64'lk en yüksek azalmanın lufenuron ve diyatom toprağının birlikte

uygulanmasıyla belirlendiği ifade edilmiştir. Lufenuron ve diyatom toprağı, kapra böceğine karşı sadece tek başına değil, aynı zamanda kombine halde de en uygun bulunmuştur.

Boukouvala ve Kavallieratos (2020), kapra böceğinde altı insektisit ile beton yüzeyde çalışma yürütmüşlerdir. Böceğin yumurtadan çıkışını ve larva ölümleri ile gıda varlığının yumurtadan çıkma ve larva ölümleri üzerindeki etkisini de araştırmışlardır. Bunun için 7 günlük çiftleşmemiş 200 ergin birey besin ortamına alınarak yumurta bırakması sağlanmış ve ertesi gün elekten elenmiştir. Elde edilen yumurtalar denemeye başlamadan önce 3 gün bekletilmiştir. S-methoprene hariç, test edilen tüm insektisitler için besin mevcudiyeti ile yapılan denemelerde, muamele görmüş betonda yumurta açılması daha yüksek olmasına karşın, tüm insektisitler için beslenmenin olduğu uygulamalarda larva ölüm oranı daha düşük çıkmıştır. Gıda ilavesi ile 6 günlük maruziyetten sonra yumurtadan çıkma oranı %26.7 'yi geçmezken pirimiphos-methyl ile muamele edilmiş betonda besinin olmadığı yerde yumurtadan çıkış olmamıştır. Açılmış yumurtaların en yüksek yüzdesi chlorfenapyr (besinli %87.7, besinsiz %76.7) uygulanmış beton üzerinde gözlemlenirken bunu sırasıyla deltamethrin, pyriproxyfen ve alfa-cypermethrin takip etmiştir. Besin varlığında S-methoprene %86.7 iken, yokluğunda %91.1 ile daha fazla yumurtanın açıldığı gözlemlenmiştir. Besinle pirimiphos-methyl uygulanmış beton üzerine 5 gün maruz kaldıktan sonra tüm larvalar ölürken besinsiz uygulamalarda larvalar daha hızlı öldüğü tespit edilmiştir. Alfa-cypermethrin için, besin varlığında tüm larvalar 6 gün sonra ölürken 4 günlük maruziyetten sonra %100 ölüm kaydedilmiştir. Chlorfenapyr, 5 gün besinsiz ve 8 gün besinle betonda maruz kaldıktan sonra larvaların tamamen ölümünün gerçekleştiği bildirilmiştir. Deltamethrin'de, %100 ölüm oranının 7 gün besin olmadığında ve 8 gün sonra besin olduğunda tespit edilmiştir. Pyriproxyfen'de besin varlığında etkiye maruziyetten 14 gün sonra ölüm %94.1'e ulaştığı ancak tamamen ölümün gerçekleşmediği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, 12 gün sonra, tüm larvalar besinsiz uygulamalarda ölmüş olup besinsiz beton üzerinde s-methoprene uygulamasında yumurtadan çıkma daha yüksek olmasına rağmen, 8 günlük maruziyetten sonra larva ölümü %100 olarak tespit edilmiştir. Besin varlığında, etkiye maruz kalan larvaların %87.3 'ü 13 gün sonra ölmüş olduğu gözlemlenmiştir.

Feroz (2020), *Trogoderma granarium* LHR1 ve LHR2 ırklarına karşı sentetik piredroid (deltamethrin) ve bitkisel kökenli uçucu yağları (*Cymbopogon citratus* ve *Cinnamomum camphora*) (Eos) tek veya birlikte kullanmıştır. Deneme materyalinde 5. dönem larvalar tercih edilmiştir. Esansiyel yağların her ikisinin, sentetik ve bitkisel yağ kombinasyonlarıyla letal konsantrasyon %50 sito-toksik düzeyi incelenmiştir. LHR2 popülasyonu, LHR1'e göre sentetik insektiside 23.73 kat daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Esansiyel yağlar deltamethrin'den daha yüksek insektisidal aktiviteye sahip olmasına karşın *Cymbopogon citratus* esansiyel yağı her iki popülasyona karşı *Cinnamomum camphora* esansiyel yağından daha az toksik etki gösterdiği tespit edilmiştir. LHR1 popülasyonundaki kombinasyonların insektisidal aktivite sıralamasında *Cymbopogon citratus* esansiyel yağ: deltamethrin karışımında gözlemlenmiştir. LHR1 ve LHR2'de en fazla insektisidal aktivite ise tümünün karışımı ile sağlanmıştır. Her uygulamanın LC₅₀ maruziyeti sonrası hemosit canlılığı, hücre proliferasyon hızı ve mitokondrial dehidrogenaz aktiviteleri her iki popülasyonda da kontrole göre önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Her uygulamada laktat dehidrogenaz aktivitesinin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Fenoloksidaz aktivitesinin her muamelenin maruziyete kalması sonrasında LHR1 popülasyonunda önemli ölçüde azalmış olduğu bildirilmiştir. LHR2 popülasyonunda da aktiviteyi arttırdığı için deltamethrin hariç her muamelenin maruziyette kalması sonrasında fenoloksidaz aktivitesi önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

Feroz vd. (2020a), *Trogoderma granarium* 4. ve 6. dönem larvalarında bifenthrin, chlorpyrifos ve bunların kombinasyonlarının sub-lethal (LC₂₀) toksik etkisini incelemişlerdir. Hassas laboratuvar ırkı (Lab-S) ve deltamethrine dirençli popülasyonda (GUW) esterazların spesifik aktiviteleri üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Bifenthrin, chlorpyrifos ve bunların 3:1 ve 1:3 kombinasyonlarının LC₂₀'sine maruz kaldıktan sonra, toplam esterazın, kolinesterazın ve karboksilesterazın aktiviteleri, kontrollerle karşılaştırıldığında Lab-S ve GUW popülasyonlarının hem 4. hem de 6. dönem larvalarında önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. Asetilkolinesteraz (AChE) aktivitesi Lab-S popülasyonunun 4. dönem larvalarında bifentrin ve 3:1 bifentrin:chlorpyrifos kombinasyonu ile muameleden sonra önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir. Chlorpyrifos ve bifenthrin:chlorpyrifos 1:3 kombinasyonuna maruz kaldıktan sonra AChE

aktivitesinin arttığı; bu artışın 6. dönem larvalarda bifentrin, chlorpirifos, 3:1 ve 1:3 kombinasyonları ile yapılan muameleleri takiben çok daha belirginleştiği ifade edilmiştir. Dirençli popülasyondaki bu artış chlorpyrifos, 3:1 ve 1:3 kombinasyon muamelelerinden sonra sırasıyla 4. dönem larvada %35.71, %48.10 ve %75.61 ve 6. dönem larvada %9.47, %28.17 ve %60.29 olmuş, bu aktivite 6. dönemde %63.99 azalmış ancak 4. dönem larvada bifentrin maruziyetinden sonra %13.36 artmış olduğu tespit edilmiştir. Arilesteraz aktivitesi, bifentrin, chlorpirifos ve 3:1 kombinasyonuna maruz kaldıktan sonra Lab-S'nin hem 4. dönem larvası hem de 6. dönem larvasının yanı sıra dirençli popülasyonun 4. dönem larvasında azaldığı beyan edilmiştir. Bu aktivitenin dirençli popülasyonun 6. döneminde ise arttığı yönünde belirlenmiştir. Kombinasyon 1:3 ile muameleden sonra sırasıyla Lab-S popülasyonunun 4. ve 6. dönemlerinin yanı sıra dirençli popülasyonun 4. ve 6. evresinde arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak böcekler, toksik kimyasallara maruz kalınca genel kolinesteraz ve karboksilesterazdaki esterazların sentezini arttırdığı; arilesteraz aktivitesinin aksine, insektisitlere maruz kaldıktan sonra değişen ölçüde inhibe ettiklerini belirlemişlerdir.

Feroz vd. (2020b), farklı bölgelerdeki buğday silolarından toplanmış *Trogoderma granarium* 4. ve 6. evre larvalarında deltamethrin'e karşı direnç seviyesinin tahmine yönelik çalışma yapmışlardır. Toplanan ırkların 4. ve 6. evre larvalarının insektisite hassas laboratuvar ırkının (LAB-S) aynı gelişim aşamaları kıyaslandığında deltamethrin'e orta derecede dirençli olduğu belirlenmiştir. Bifenthrin, chlorpyrifos ve çeşitli kombinasyonlarının deltamethrin'e karşı direnç gelişimini minimum düzeyde tutmak için zararlı popülasyonun farklı ırklarının 4. ve 6. evre larvalarına karşı analiz yapılmıştır. Dört popülasyonun 4. ve 6. dönem larvalarına karşı bifenthrin'in LC₅₀'leri deltamethrin'e kıyasla düşük konsantrasyonlarda kaydedilmiştir. LAB-S, DGK (DeraGhaziKhan), OKR (Okara) and GUW (Gujranwala) popülasyonlarının bifenthrin'in LC₅₀ değerleri 6. dönem larvalarına karşı sırasıyla 204.30, 262.98, 301.89 ve 355.22 ppm iken 4. dönem larvalarına karşı sırasıyla 359.32, 416.58, 524.01 ve 598.91 ppm olarak saptanmıştır. Chlorpyrifos, bifenthrin ve deltamethrin'e kıyasla en etkili insektisit olarak bulunmuştur. LAB-S, DGK, OKR ve GUW popülasyonlarının 4. dönem larvalarına karşı chlorpyrifos'un LC₅₀ değerleri sırasıyla 189.33, 305.37, 376.30 ve 459.15 ppm iken 6. dönem larvalar için bu değerler sırasıyla 98.24, 129.61, 163.43

ve 230.74 ppm olarak tespit edilmiştir. Çeşitli bifenthrin ve chlorpyrifos kombinasyonları 1:1, 2:1, 3:1, 1:2 ve 1:3 kombinasyonlarında olacak şekilde test edilmiş; LC₅₀ ve bağıl toksik birim değerlerine göre 1:3 kombinasyonu tüm kombinasyonlar arasında en etkili olarak belirlenmiştir. Her bir insektisit ve bunların kombinasyonlarına karşı 4 populasyonun 4. dönem larvalarının LC₅₀ değerleri, 6. dönem larvalarına göre yüksek konsantrasyonda belirlendiği bildirilmiştir.

Kavallieratos vd. (2020a), insektisidal özelliğe sahip, lipofilik ve uçucu furanosesquiterpene olan isofuranodiene etken maddesi *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae) erginleri ve *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) ergin ve larvalarına karşı 500 ve 1000 ppm düzeylerinde toksisitelerini incelemişlerdir. Çalışmada 500 ppm'e maruz kalmış *Prostephanus truncatus* erginlerinin genel anlamda ölüm oranının düşük olduğu; daha yüksek dozda 7 günlük maruziyetten sonra ölüm oranının %56.7 'ye yükseldiği tespit edilmiştir. İsofurandiene'e maruz kalan *Trogoderma granarium* erginlerinin 1000 ppm'de maruziyetten 5 ve 7 gün sonra %95.6 ve %96.7 'sinin öldüğü belirlenmiştir. *Trogoderma granarium* larva ölüm oranı 7 günlük etkiye maruziyet sonrası 500 ve 1000 ppm'de sırasıyla %24.4 ve %37.8'i geçmediği gözlemlenmiştir.

Kavallieratos vd. (2020b), Dünya'nın farklı bölgelerinde bitkilerden elde edilmiş sekiz adet uçucu yağın insektisidal etkisini *Prostephanus truncatus* ve *Trogoderma granarium*'a karşı incelemişlerdir. Bu uçucu yağlar *Carlina acaulis*, *Cannabis sativa*, *Dysphania ambrosioides*, *Hazomalania voyronii*, *Mentha longifolia*, *Origanum syriacum*, *Trachyspermum ammi*, *Pimpinella anisum* türlerinden elde edilmiştir. Küçük ölçekli bir depo ortamı simüle edilerek, mısır ve buğdaya 500 ve 1000 ppm düzeyinde esansiyel yağ AG-4 airbrush kullanılarak püskürtülmüş; ardından *Trogoderma granarium* ve *Prostephanus truncatus* türleri ürünlere maruz bırakılmış ve ölüm oranı belirlenmiş zaman aralıklarında (4, 8 ve 16 saat ve 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 gün) gözlemlenmiştir. *Carlina acaulis*'in esansiyel yağı, muamele edilmiş mısırdaki maruz kalan bireylerin >% 97'sini 500 ppm'de 3 gün içinde öldürerek test edilen her iki konsantrasyonda *Prostephanus truncatus* erginlerine karşı yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir. *Dysphania ambrosioides* esansiyel yağının, 1000 ppm ile muamele

edilmiş buğdaya *Trogoderma granarium* erginlerinin maruziyetinden 2 gün sonra tümünü elimine ettiği ve bu maruziyet aralığında, 1000 ppm *Carlina acaulis* esansiyel yağı ile muamele edilmiş buğdayda *Trogoderma granarium* erginlerinin %91.1 'ini öldürdüğü tespit edilmiştir. *Mentha longifolia* esansiyel yağının her iki konsantrasyonu, *Trogoderma granarium* larvalarına karşı 3 gün maruziyetten sonra 500 ppm'de %97.8 ve maruziyetten 2 gün sonra 1000 ppm'de %100 ölüm gerçekleştiği bildirilmiştir. Buğdaya işlenmiş 1000 ppm, *Dysphania ambrosioides* ve *Pimpinella anisum* esansiyel yağları, 7 gün boyunca maruz kalan larvalarda sırasıyla %95.6 ve %90 oranda ölüme neden olmuştur. Söz konusu zararlılar için alternatif hububat koruyucuları geliştirmek için *Mentha longifolia*, *Dysphania ambrosioides*, *Carlina acaulis* ve *Pimpinella anisum* önerilmiştir.

Kılıç ve Mutlu (2020), diyatom toprağının *Trogoderma granarium* Everts larvalarına karşı 25 ve 30°C sıcaklıkta, %50-65 nisbi nemde çalışmışlardır. Yerli (Aydın, Ankara illeri) ve ithal marka SilicoSec® diyatom toprakları ile deneme yürütülmüştür. Dört farklı doz (0, 1000, 1500 ve 2000 ppm) kullanılmıştır. Uygulamadan yedi, ondört ve yirmibir gün zaman aralıklarından sonra larvaların ölü canlı sayımları yapılmıştır. F₁ döl verimi her bir uygulamalardan 60 gün sonra belirlenmiştir. En yüksek biyolojik etkinlik, 30 °C sıcaklıkta 21. günde 2000 ppm dozunda Aydın diyatomu (%65.4), bunu takiben Ankara diyatomunda (%53.8) belirlenirken SilicoSec®'te bu oran %11.9 olarak gözlemlenmiştir. Her üç diyatom toprağının 25°C sıcaklıkta larvalar üzerindeki biyolojik etkinliği düşük düzeyde kaldığı (en yüksek Ankara diyatomu 21. günde 2000 ppm dozda %30.7) bildirilmiştir. Yerli diyatomla yapılan çalışmada larvaların biyolojik etkinliği; uygulama dozu, maruz kalma süresi ve yüksek sıcaklık ile artış gösterdiği tespit edilmiştir. Her üç diyatom toprağı uygulanan tekerrürlerde 25°C sıcaklık ve 60. gün sayımları sonucunda F₁ dölü açısından bir farklılık belirlenememiştir. En düşük F₁ döl verimi 30°C sıcaklıkta 2000 ppm'de %9 olarak gerçekleşmiş olup yerli diyatom topraklarının SilicoSec®'e göre daha başarılı bulunmuştur.

Mantzoukas (2020a), kannabidiol (CBD) yağı ile üç biyopestisit: Azatin ve iki bakulovirüs formülasyonu (Madex ve Helicovex), hem ayrı ayrı hem de kombinasyonlar halinde, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Rhizopertha*

dominica (Coleoptera:Bostrichidae), *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae) ve *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) erginlerine karşı etkileşimlerini değerlendirmişlerdir. İnsektisidal özellikleri nedeniyle henüz yeterince çalışılmamış olan kannabidiol CBD, üç farklı dozda (500, 1500 ve 3000 ppm) ve biyopestisitler 1500 ppm'de uygulanmıştır. Bir katkı maddesi ile işaretlenen kannabidiol (CBD) (1500 ve 3000 ppm) ile Azatin (1500 ppm)'nin kombine uygulamaları dışında, kombine uygulamalardaki etkileşimler, sinerjik olmadığı ve çoğunlukla rekabetçi olduğu yönünde görüş öne sürülmüştür. Tek başına uygulamalarda, etkisinin doza bağlı olduğu, CBD yağının en yüksek düzeyde böcek ölümünü sağladığı ve umut verici olduğu değerlendirilmiştir.

Mantzoukas (2020b), *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) (fasulye), *Vicia faba* L. (Fabaceae) (bakla) ve *Glycine max* L. (Fabaceae) (soya fasulyesi) olmak üzere 3 baklagil tohumu ununun *Trogoderma granarium* Everts 'un (Coleoptera: Dermestidae) 4. dönem larvalarına karşı etkisini incelemişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda insektisidal baklagil tohumu ununa her 2.5 g'da bir değişen miktarlarda (0 g, 2.5 g, 5.0 g, 7.5 g ile 10 g) her 2.5 g'da bir değişmekle birlikte azalan bir şekilde ilave olarak mısır unu (10 g, 7.5 g, 5.0 g, 2.5 g ile 0 g arasında değişen) eklenerek karışımlar hazırlanmıştır. Böylece her petride 10 gramlık içerik hazırlanarak test edilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde hepsinin larva ölümleri üzerinde önemli etkiler gösterdiği, aynı zamanda pupa aşamasına ulaşan larva sayısında bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. *Phaseolus vulgaris* ve *Vicia faba* unları, özellikle en yüksek konsantrasyonlarda (PV 100 için % 86.7 ve VF 100 için %90) *Trogoderma granarium* larvalarına karşı oldukça insektisidal olduğu gözlemlenmiştir. *Phaseolus vulgaris* ve *Vicia faba* lektinlerinin *Trogoderma granarium* 'a karşı entomotoksik etkisi potansiyel alternatif mücadele yöntemi olarak bildirilmiştir.

Raduw ve Mohammed (2020), *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae)'e yönelik [silikon oksit (SNP'ler), alüminyum oksit (ANP'ler) ve çinko oksit (ZNP'ler)] üç nanopartikülün 50, 100 ve 200 mg/kg⁻¹ dozunda insektisidal etkinliğini çalışmışlardır. SNP'lerin, ANP'lerin ve ZNP'lerin buğday, arpa, pirinç, beyaz mısır ve sarı mısır üzerindeki etkinliği 1, 3, 5 ve 7 günlük maruziyetten sonra

değerlendirilmiştir. *Trogoderma granarium* 'un düzeltilmiş ölüm oranı, nanopartikül tipi, uygulama oranları, hububat türleri ve böcek gelişim aşamalarından önemli ölçüde etkilendiği sonucuna varılmıştır. SNP'ler ve ANP'ler, en yüksek konsantrasyonda 2. dönem larvasının %100 ölümünün elde edildiği ZNP'lerden daha etkili olduğu bildirilmiştir. SNP'ler, ANP'ler veya ZNP'ler ile 200 mg/kg⁻¹ oranında uygulanmış buğdaydaki ikinci evrelerin ölüm oranı, diğer konsantrasyonlardan önemli ölçüde daha yüksek gözlemlenmiştir. Tüm nanopartiküllerin deri değişimin 2. dönem larvalarına karşı 200 mg/kg⁻¹ oranındaki böcek öldürücü etkinliği, arpa ve buğdayda pirinç ve mısırdakinden önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm nanoparçacık türlerine 200 mg/kg⁻¹ oranında maruz kalan birinci, ikinci ve üçüncü evreler, dördüncü ve beşinci evrelere ve erginlere göre daha duyarlı olduğu ve tüm nanoparçacıklarla 200 mg/kg⁻¹ oranında muamele edilmiş buğdaya maruz kalan dişi erginlerin üremeyi tamamen durdurduğu gözlemlenmiştir. Mevcut çalışma neticesinde SNP'lerin ve ANP'lerin, *Trogoderma granarium* 'un çevre dostu mücadele stratejisi olarak kullanılabileceği ve ticari depolama koşulları altında daha ileri çalışmaların yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Scheff vd. (2020), deltametrin uygulanmış torbaların *Trogoderma granarium* erginlerine ve larvalarına karşı etkinliğini araştırmışlardır. Deltametrin uygulanmış (yaklaşık 3000 ppm konsantrasyonda polipropilen şeritlere ekstrüzyon işlemi uygulanmış) ve uygulanmamış ambalaj malzemeleri, deneme alanı oluşturmak için plastik petri kaplarının (62 veya 137 cm²) tabanına yapıştırılmıştır. Ergin *Trogoderma granarium* etkiye maruz bırakılarak 24 saat içerisinde knockdown süresini ve müteakiben ölüm oranını belirlemek için gözlem yapılmıştır. Ergin *Trogoderma granarium* <60 dakikadan az sürede knockdown olmuş ve erginlerin %100'ünün 24 saat sonra knockdown olduğu veya öldüğü belirlenmiştir. *Trogoderma granarium* larvalarında (orta büyüklükte larva: 2-3 mm uzunlukta, büyük larva: 4-5 mm uzunlukta), larva ölümü ve ergin çıkışını gözlemlemek için 0.33, 1, 2, 3, 4 gün veya sürekli olarak etkiye maruz bırakılmıştır. Dört gün boyunca maruz kalan larvalar %50 ölüm oranına, sürekli maruz kalırsa %97 ölüm oranına ulaştığı gözlemlenmiştir.

Bağcı (2021), *Trogoderma granarium* (Everts) genç (4 haftalık) ve olgun larvalarına (6 haftalık) yönelik beton yüzeyde deltamethrin ve beta-cyfluthrin'de 10 mg/m² ve 20 mg/m² ve lambda-cyhalothrin 20 mg/m² ve 30 mg/m² dozda çalışmıştır. Petrilere ayrı ayrı 20'şer adet genç veya olgun larva salımı yaparak 28 gün, 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. Çalışma laboratuvar ve tarla ırklarında 0, 1, 2 ve 3 ay bekleme sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuca göre deltamethrin ve beta-cyfluthrin'in yüksek dozunda (20 mg/m²) beton yüzeylerde başarılı bulunurken lambda-cyhalothrin'in daha düşük oranlarda ölüm oranı gösterdiği; etkisinin düşük düzeyde kaldığı ifade edilmiştir.

Gourgouta vd. (2021a), *Trogoderma granarium* Everts erginleri ve larvaları fosfin direnç testi aracılığıyla 3000 ppm fosfinde çalışmışlardır. Denemelerin ilk serisinde gözlemler her 2 dakikada bir alınmıştır. Muamele edilmiş erginler ya normal şekilde yürüdüğü ya da knockdown olduğu yönünde gözlemlenerek sınıflandırılmıştır. Denemelerin 2. adımında tüm bireyler fosfine 90 dakika süreyle etkiye maruz bırakılmış ve her iki deneme için gecikmiş ölüm oranı, 7 ve 14 gün etkiye maruz kalmadan sonra not edilmiştir. Erginlerin hareketsizliği için gereken sürenin iki katını bulması ve hareketsiz kalmasında bireyler için gereken sürenin 20 dakikaya kadar çıkması larvaların erginlerden daha dirençli olarak değerlendirilmesine yol açmıştır. Yedi gün sonra yüksek seviyede ergin ölüm oranı ve maruziyetten 14 gün sonra (%100) tam ölüm oranı gözlemlenmiş olmasına karşın larva ölüm oranı her iki etkiye maruziyet sonrası için düşük bulunmuştur. Aktif larvaların yüzdesi çok düşükken fosfinin 3000 ppm'de 90 dakika maruziyet aralığının sonlanmasından sonra erginlerin %100'ü hareketsizken 7 gün etkiye maruz kalma aralığından sonra larva hareketsizlik yüzdesi erginde olandan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu durumun birkaç gün sonra tersine döndüğü gözlemlenmiştir. Larvaların gelişimi kontrol grubuyla kıyaslandığında 20 dakikanın aksine 90 dakika etkiye maruziyettten sonra larvaların gelişimi kontrole kıyasla geciktiği belirlenmiştir.

Gougouta vd. (2021b), *Trogoderma granarium* 'un diyapozda olan larvalarını içeren farklı yaşam dönemlerinde fosfinin etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada diyapozdaki larvaları içeren tüm yaşam evreleri için 30 ppm'de 20 saat ve (50, 100,

200, 300, 500 ve 1000 ppm) farklı konsantrasyonlarda 3 gün olmak üzere 2 yöntem ile etkiye maruz bırakma çalışması yürütülmüştür. Her iki hareketli dönemin (erginler ve larvalar) 20 saat etkiye maruz kalmadan sonra hareketsiz olduğu, tüm konsantrasyonlarda ve test edilmiş aralıklarda etkiye maruziyetin bitmesinden 7 gün sonra her ikisi için %100 ölüm oranı elde edildiği beyan edilmiştir. En hassas yaşam dönemi olarak erginler ve pupalar olduğu gözlemlenmiştir. Hem diyapozda olan hem de olmayan larvalar 20 saat 30 ppm fosfine maruz kaldıktan 7 ve 14 gün sonra bir miktar hayatta kaldıkları gözlemlenmiştir. Diyapozda olmayan larvaların diyapozdaki larvalardan daha hassas olduğu ve ergin döneme ulaşmak için biyolojilerini tamamlamada gecikme olduğu belirlenmiştir. Ancak diyapozdaki larvaların kontrol grubuna kıyasla gecikme olmadığı gözlemlenmiştir. Üç günlük maruziyetten sonra %100 ölüm oranı sadece 1000 ppm'de elde edildiği için fosfin direncinin en yüksek olduğu yaşam evresi yumurta olarak tespit edilmiştir.

Zhao vd. (2021), *Trogoderma granarium* larvaları ve erginlerinde modifiye atmosfer, ışınlama ve her ikisinin kombinasyonu içeren çalışma yürütmüşlerdir. Çevre dostu yöntem geliştirmek, maruz kalma süresini kısaltmak ve ışınlamanın uygulama dezavantajlarının üstesinden gelmek için oda sıcaklığında (24–26 °C) çalışılmıştır. Sırasıyla %1 ve %2 O₂ (N₂ dengesi ile) atmosfer altında muamele edilen 32.6 (29.2–37.5) ve 38.0 (35.1–41.7) günlük LT_{99.9968} değerleriyle sonuçlanan geç dönem larvalar, en toleranslı dönem olarak belirlenmiştir. Modifiye atmosferin etkisini arttırmak için iyonize radyasyon kullanılmış ve ölüm oranı, sinerjistik etkilerin olduğu tüm kombine uygulamalarda önemli ölçüde etkilenmiştir. Modifiye atmosfer uygulaması için tahmini letal süre (LD₉₀, LD₉₉ ve LD_{99.9968}) olarak tanımlanan sinerjistik oranlar, kombine muameleye bölünerek 1.47 ile 2.47 arasında bulunmuştur. Doğrulayıcı testlerde, 200 Gy ışınlamadan sonra 14 veya 15 gün boyunca %1 O₂ atmosferi altında muamele edilen toplam 111,366 geç dönem larvadan hiçbir birey kurtarılamadığı tespit edilmiştir. Bu da %95 güven aralığında %99.9973 ölüm oranı etkinliği olarak elde edildiğini ortaya koymuştur.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 *Trogoderma granarium* Everts

Tez çalışması, A.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında üretilmekte olan popülasyon ile yürütülmüştür. Denemeler ise zararlının 4 haftalık genç larvaları ile 6 haftalık olgun larvaları üzerinde yapılmıştır.

Trogoderma granarium Everts'un sistematığı:

Takım :	Coleoptera
Familya:	Dermestidae
Cins :	Trogoderma
Tür :	<i>Trogoderma granarium</i> Everts
İngilizce Adı:	Khapra Beetle
Türkçe Adı:	Kapra Böceği

3.1.2 Araştırmalarda kullanılan insektisitler ve ekipmanlar

Doktora tez çalışmasında 2 sentetik piredroid etken maddeli insektisit ve 1 böcek gelişim düzenleyici etki grubuna giren kimyasallar kullanılmıştır. Deltamethrin ve beta-cyfluthrin aktif maddeleri sentetik piretroidler 3A sınıfında yer almakta olup böceğin sinir sisteminde sodyum kanalları modülatörü (düzenleyici) olarak etki etmektedir. Pyriproxyfen aktif maddesi ise juvenil hormon mimiklerinden 7C sınıfında yer almakta olup böceğin juvenil hormon seviyesini etkileyip böcek gelişimini bozarak etki göstermektedir (Anonymous 2022). Deltamethrin %5 aktif madde içeren Averkill 50 süspansiyon konsantre (SC), 125 g/lt beta-cyfluthrin aktif madde içeren Getafe SC 125 süspansiyon konsantre (SC), 100 g/lt pyriproxyfen aktif madde içeren Admiral 10 EC emülsiyon konsantre (EC) formülasyonlu ticari insektisitler kullanılmıştır. Hazırlanan insektisit çözeltileri laboratuvarında bulunan ayarlanabilir mikropipetlerle ölçülerek

hazırlanmış; çelik yüzeylere Sparmax SP 35 marka airbrush püskürtme tabancısı ile tatbik edilmiştir. Yetiştirilen böcek kültürleri besi ortamından ayırmak için genç larva için 30 mesh (600µm) ve olgun larva için 25 mesh (710 µm) Retsch marka elekten yararlanılmıştır. Yetiştirilen böcek kültürü ve deneme çalışmaları Binder KB 720 marka inkübatör ile yürütülmüştür. İnkübatör içerisinde nem dengesini sağlamak için akvaryum motorundan yararlanılmıştır. Böcek sayımlarında laboratuvarında bulunan stereomikroskop kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 *Trogoderma granarium*'un laboratuvar koşullarında üretilmesi

Trogoderma granarium laboratuvar tam arpa unu üzerinde kültüre alınmıştır (Athanassiou vd. 2016). Besin olarak kullanılan arpa ununda herhangi bir zararlıdan kaynaklı bulaşıklığın olmaması için 72 saat süreyle derin dondurucuda -18 °C'de tutulmuştur. Şeffaf polipropilen (1 l hacimli) kaplar böcek üretim amacıyla kullanılmış, 200-300 gr kadar arpa unu ilave edildikten sonra hava giriş çıkışının sağlanması amacıyla kapaklara iğne yardımıyla çok sayıda delikler açılmıştır. Derin dondurucudan alınan tam arpa unu kaplara konulduktan sonra besinin 30°C sıcaklığa ulaşması için iklim dolabında yaklaşık 1 saat 30±1°C sıcaklık ve %55±5 orantılı nemde bekletilmiştir. Her bir plastik kabın üzerine tarih ve böcek hakkında gerekli bilgiler yazılmıştır. Her bir kaptaki un üzerine bir parça havlu kağıt konularak stok kültürlerden 50'şer adet dişi ve erkek erginler aktarılmıştır. Kültürler ergin ilavesinden sonra 30±1°C sıcaklık ve %55±5 nemdeki inkübatöre aktarılmıştır (Şekil 1.3). Ergin ilavesinden 5 gün sonra erginler yumuşak pens yardımıyla alınarak ortamdan uzaklaştırılmıştır. Bu işlemler her hafta tekrar edilerek çalışma süresince gerekli *Trogoderma granarium* üretimi sağlanmıştır.



Şekil 3.1 *Trogoderma granarium* kültürleri

Trogoderma granarium 4 haftalık (yumurta evresi dahil) kültürlerden elde edilen bireyleri genç larva, 6 haftalık (yumurta evresi dahil) kültürden elde edilen bireyleri ise olgun larva olarak kabul edilmiştir. Tez çalışmasında genç ve olgun olarak belirlenen larvalar kullanılmıştır (Şekil 3.2). Deneme öncesi uygun yaşlı kültür kaplarının içeriği genç larva için 30 mesh (600µm) (Retsch marka) elekten, olgun larva için ise 25 mesh (710 µm) (Retsch marka) elekten elenerek arpa unundan ayrılmıştır. Elenen genç ve olgun larvalar aynı boyutta olması için milimetrik kağıt üzerine dökülmüş ve aynı boyutta olacak şekilde genç ve olgun larvalar ikinci bir seleksiyonla yumuşak pens yardımı ile toplanmıştır (Şekil 3.2).



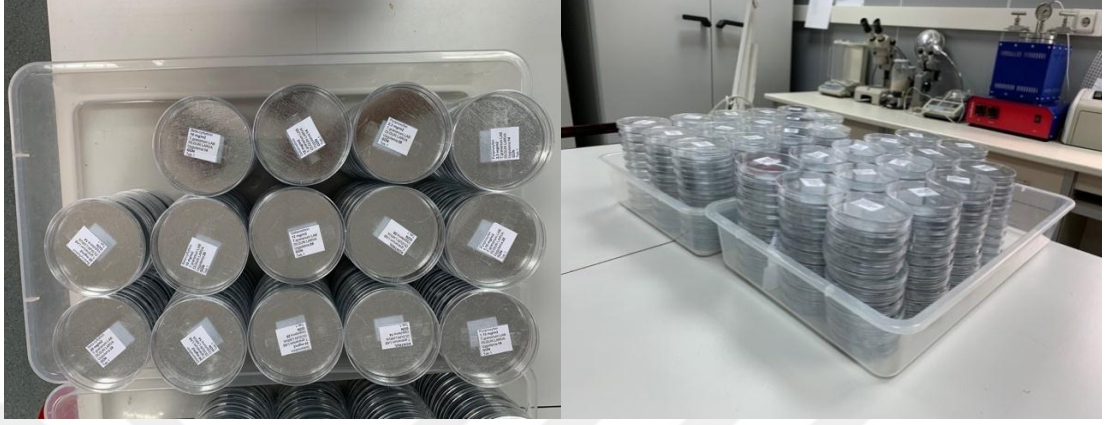
Şekil 3.2 *Trogoderma granarium* kültürlerinden elenen genç ve olgun larvalar

3.2.2 Çelik yüzey hazırlama ve insektisit uygulaması

Çelik yüzey olarak 1 mm kalınlığında galvanize paslanmaz çelik plakalar lazer ile 9 cm çapında dairesel olacak şekilde kestirilmiştir. Daha sonra bu plakalar deneme öncesi deterjan ile yıkanarak bol suda durulanmış ve kurutulmuştur. Bu şekilde hazırlanan çelik plakalar 9 cm çaplı plastik petri kaplarına yerleştirilmiştir. Plakaların kesimi tam ölçüsünde ve lazerle yapıldığı için plaka ile petri kenarı arasında herhangi bir boşluk kalmamıştır. Deneme öncesi her bir petri kabına kullanılacak insektisit adı, maruz bırakma süresi, evre yaşı, tarih bulunan önceden hazırlanmış etiketler yapıştırılmıştır. Denemelerde %5 deltamethrin aktif madde içeren Averkill 50 SC, 125 g/lt beta-cyfluthrin aktif madde içeren Getafe SC 125, 100 g/lt pyriproxyfen aktif madde içeren Admiral 10 EC ticari formülasyonlar ile çalışılmıştır. Literatür araştırmasına dayanarak her bir aktif madde için uygulamasına izin verilen en düşük ve en yüksek doz olacak şekilde (iki farklı dozda) çalışma yürütülmüştür. Çelik yüzeye Sparmax SP 35 marka airbrush (Şekil 3.4) ile hazırlanan dozlarda insektisit uygulaması yapılmış ve petri kapları açık olacak şekilde laboratuvar ortamında kurumaları için 24 saat tutulmuştur (Şekil 3.3).

Araştırmada deltamethrin 12 ve 24 mg AI/m²; beta-cyfluthrin 10 ve 20 mg AI/m² , pyriproxyfen 1.15 ve 2.30 mg AI/m² dozlarda olacak şekilde çalışılmıştır. Her bir insektisit ve dozuna ait stok çözelti için borosilikat kapaklı cam şişeler (100 ml) kullanılmış ve her aktif madde ve doza göre şişelere gerekli bilgiler yazılmıştır. Kontrol grubu için ise sadece su kullanılmıştır. Deltamethrin 100 ml'lik stok çözelti için 12 mg AI/m² dozda 480 µl, 24 mg AI/m² dozda 960 µl; beta-cyfluthrin için 10 mg AI/m² dozda 160 µl, 20 mg AI/m² dozda 320 µl; pyriproxyfen için 1.15 mg AI/m² dozda 23 µl, 2.3mg AI/m² dozda ise 46 µl ilişkili preparattan mikropipet yardımı ile alınarak çözeltiler hazırlanmıştır. Yüzeye insektisit uygulamalarında standart olarak 5 lt sıvı/100 m² dozu uygulanmıştır. Bu standarda uyularak 9 cm çapındaki yüzeye uygulanacak sıvı miktarı, deneme öncesi su ile airbrush kalibrasyon ayarlaması yapılmış ve 312 µl olarak belirlenmiştir. El becerisi kazanıldıktan sonra her bir insektisit dozu ve kontrol amacıyla su ile her bir petrideki çelik yüzeye airbrush ile uygulama yapılmıştır. Her bir doz ve

insektisit değişiminde airbrush haznesi önce asetonla ve sonra yeterince su ile yıkanmıştır.



şekil 3.3 Deneme alışması için galvanize elik plaka yerleştirilmiş petri kapları



şekil 3.4 Yüzeye insektisit uygulamasında kullanılan Sparmax SP 35 Airbrush

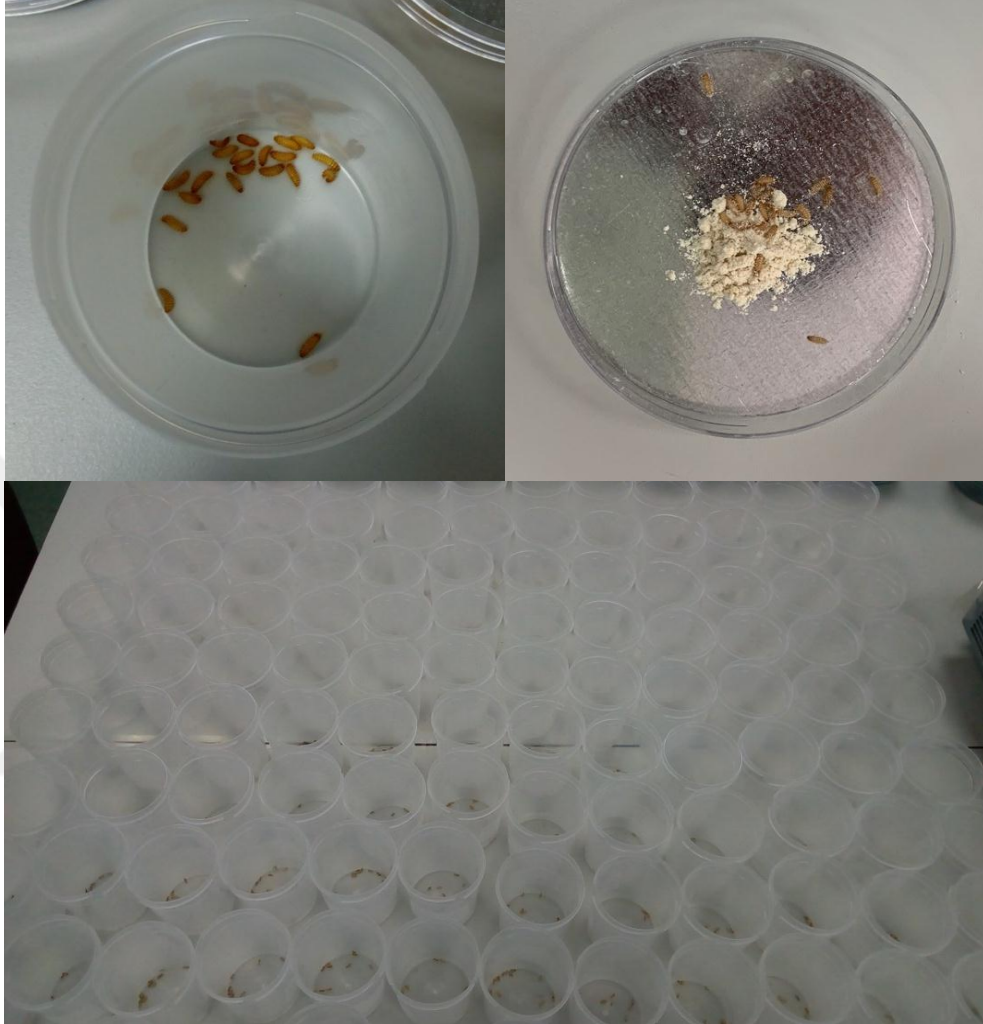
3.2.3 *Trogoderma granarium*'un larva evresinde farklı insektisitler ve farklı dozlar uygulanmış galvanize elik yüzeyde muamele süresinin belirlenmesi

Çalışma her bir insektisit uygulaması için 1, 2, 3 ve 4 haftalık muamele süreçlerinde yrtlmştr. Bu amaçla, her bir insektisit ve dozu ile kontrol için hazırlanan zeltieler

Sparmax SP 35 Airbrush ile petrilere uygulanmış, 24 saat laboratuvar ortamında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra her bir petriye 20'şer adet ayrı ayrı genç veya olgun larva salımı yapılarak ölümler tespit edilmiştir. Genç ve olgun larva için ayrı ayrı yürütülen denemelerde deltamethrin (12 ve 24 mg AI/m²), beta-cyfluhtrin (10 ve 20 mg AI/m²), pyriproxyfen (1.15 ve 2.30 mg AI/m²) aktif maddeleri kullanılmıştır. Her bir insektisit dozu, larvanın yaşı ve muamele süresi (1, 2, 3 ve 4 hafta) için 10 tekerrürlü olarak petri kapları hazırlanmıştır. Her bir muamele süresi ve larva yaşı için kontrol dahil toplam 70 adet petri, tüm deneme için ise 560 petri kabı hazırlanmıştır. Her bir petriye insektisit uygulamasından 24 saatlik kuruma periyodu sonunda 20'şer adet genç ya da olgun larva aktarılmıştır. Larvaların uygulama süresince beslenebilmesi için her bir petri kabının ortasına 1 gr arpa unu çelik yüzeye bırakılmıştır. Muamele sürecindeki gözlemlerde besin yetersizliği görüldüğünde ilaveten 0.5 g daha arpa unu ilave edilmiştir. Deneme çalışması süresince arpa unu ilavelerinde toplamda 5 gram kadar arpa unu her petri için kullanılmıştır. Petri kaplarına böcek ve un ilavesinden sonra petri kaplarının kapakları yerleştirilmiş ve petri kapları 30*30*50 cm boyutlarındaki plastik kutulara alınmıştır. Kutulara akvaryum pompası aracılığıyla %55 orantılı nemde hava deneme süresince verilmiştir. Bu çalışma 30°C sıcaklık koşullarındaki iklim dolabında (Binder KB 720) karanlık koşullarda yürütülmüştür.

Her bir muamele süreci sonunda (1, 2, 3 ve 4 hafta) larvalarda (genç larva için 70 petri ve olgun larva için 70 petri olmak üzere toplam 140 petride) ölü-canlı sayımı yapılmıştır. Petriler stereomikroskop altında incelenmiş; yumuşak samur fırça ile dokunularak ölü ve canlı ayrımı yapılmıştır. Sayımlarda fırça ile dokunulduğunda azda olsa hareketlilik gözlenen (knockdown) bireyler canlı kabul edilirken; fırça ile dokunulduğunda hiçbir tepki vermeyen bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. Bu işlemin ardından canlı (çok az da olsa hareketli bireyler dahil) bireyler 100 ml hacimli PVC kutulara plastik kaşık ve ince samur fırça yardımıyla alınmış ve tam arpa unu (5 g) ilave edilmiştir. Gecikmeli ölümlerin belirlenmesi için 7 gün daha 30 °C sıcaklık, %55 orantılı nemdeki inkübatörde karanlık koşullarda tutulmuştur. Bu sürenin sonunda ölümler aynı kritere göre tekrar belirlenerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.5). Yapılan çalışmada kontrol grubundaki larva ölümleri %10'un altında (sadece az sayıdaki gözlemlerde %12'nin altında belirlenmiştir) olduğu için Abbot formülü uygulanmamıştır.

İstatistiksel değerlendirme faktöriyel düzende varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Farklılıklar post hoc analizinde Tukey testi ile irdelenmiştir.



şekil 3.5 *Trogoderma granarium* larvaları ve galvanize elik yüzey yerleştirilmiş petri kabı

3.2.4 *Trogoderma granarium*'un larva evresinde farklı insektisitler ve farklı dozları ile muamele edilmiş galvanize elik yüzeyde kalıcı (rezidüyel) etkinliğin belirlenmesi

Kalıcı (rezidüyel) etkinlik denemesi *Trogoderma granarium*'un genç ve olgun larvalar ile yürütölmüştür. Rezidüyel etkinlik çalışması galvanize elik yüzeyin farklı insektisitler ve farklı dozları ile muamele edilmesinden 0 (1 gün), 2, 4 ve 6 ay sonra yürütölmüştür. Çalışma deltamethrin (12 ve 24 mg AI/m²), beta-cyfluhtrin (10 ve 20 mg

AI/m²), pyriproxyfen (1.15 ve 2.30 mg AI/m²) aktif maddeleri kullanılmış muamele süresi belirleme çalışmasında elde edilen sonuçlar dikkate alınarak (%100 veya elde edilen en yüksek ölüm oranı) 4 haftalık muamele süresinde yürütülmüştür. Kalıcı etkinlik çalışmaları kalıcı etkinlik belirleme zamanı (0, 2, 4 ve 6 ay), larva yaşı (genç ya da olgun larva), insektisitler ve bunların iki dozunda (en düşük ve en yüksek doz), her bir tekerrürde 20 birey olacak şekilde 7 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında (0, 2, 4 ve 6 ay), genç ve olgun larva için ayrı ayrı olmak üzere 12 ve 24 mg AI/m² dozunda deltamethrin, 10 ve 20 mg AI/m² dozunda beta-cyfluthrin, 1.15 ve 2.30 mg AI/m² dozunda pyriproxyfen ve kontrol (şahit) için 7 tekerrürlü olacak şekilde petri hazırlanmıştır. Toplamda 392 adet petride bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma her bir tekerrür 20 adet larva ile yürütülmüştür. Her bir insektisit dozu ve kontrol amacıyla su ile her bir petrideki çelik yüzeye airbrush ile (9 cm çapındaki yüzeye uygulanacak sıvı miktarı 312 µl olacak şekilde) uygulama yapılmıştır. Her bir doz ve insektisit değişiminde airbrush haznesi önce asetonla ve sonra yeterince su ile yıkanmıştır.

Petriler insektisit uygulamasından sonra 24 saat laboratuvarında kurumaya bırakılmıştır. Bu işlemin ardından, 0. ay (1.gün) etkinlik denemesi kurulmuş (toplam 98 adet petri) ve her petriye 20'şer adet genç ya da olgun larva aktarılmıştır. Larvaların 4 haftalık muamele süresince beslenebilmesi için her bir petri kabının ortasına 1 g arpa unu çelik yüzeye bırakılmıştır. Muamele sürecindeki gözlemlerde besin yetersizliği görüldüğünde ilaveten 0.5 g daha arpa unu ilave edilmiş ve toplamda 5 gram kadar arpa unu her petri için kullanılmıştır. Petri kaplarına böcek ve un ilavesinden sonra petri kaplarının kapakları yerleştirilmiş ve petri kapları 30*30*50 cm boyutlarındaki plastik kutulara alınmıştır. Kutulara akvaryum pompası aracılığıyla %55 orantılı nemde hava deneme süresince verilmiştir. Bu çalışma 30°C sıcaklık koşullarındaki iklim dolabında (Binder KB 720) karanlık koşullarda yürütülmüştür. İnsektisitle muamele edilmiş geri kalan 2., 4. ve 6. aya ait petri kapları (toplam 294 adet) ise 30*30*50 cm boyutlarındaki plastik kutulara alınmıştır. Kutulara akvaryum pompası aracılığıyla %55 orantılı nemde hava deneme süresince verilmiştir. Bu çalışma 30°C sıcaklık koşullarındaki iklim dolabında (Binder KB 720) karanlık koşullarda yürütülmüştür. Denemelerde 4 haftalık muamele

süreci sonunda larvalarda (her bir kalıcı etkinlik belirleme zamanında genç larva için 49 petri ve olgun larva için 49 petri olmak üzere 98 petride) ölü-canlı sayımı yapılmıştır. Petriler stereomikroskop altında incelenmiş; yumuşak samur fırça ile dokunularak ölü ve canlı ayrımı yapılmıştır. Sayımlarda fırça ile dokunulduğunda azda olsa hareketlilik gözlenen (knockdown) bireyler canlı kabul edilirken; fırça ile dokunulduğunda hiçbir tepki vermeyen bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. Ölü-canlı ayrımı işleminin ardından canlı (çok az da olsa hareketli bireyler dahil) bireyler 100 ml hacimli PVC kutulara plastik kaşık ve ince samur fırça yardımıyla alınmış ve tam arpa unu (5 g) ilave edilmiştir. Gecikmeli ölümlerin belirlenmesi için 7 gün daha 30°C sıcaklık, %55 orantılı nemdeki inkübatörde karanlık koşullarda tutulmuştur. Bu sürenin sonunda ölümler aynı kritere göre tekrar belirlenerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.5).

Yapılan çalışmadaki amaç her bir larva yaş grubunda, her bir insektisit dozunda farklı kalıcılık zamanlarında belirlenen ölümleri kıyaslamak olmuştur. Bu nedenle her bir larva yaşı ve insektisit dozu için tek yönlü varyans analiz yapılarak kalıcı etkinlikte herhangi bir değişim olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışmada kontrol grubundaki larva ölümleri %10'un altında (sadece az sayıdaki gözlemde %12'nin altında belirlenmiştir) olduğu için Abbot formülü uygulanmamıştır. İstatistiksel değerlendirme tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmış olup ortalamalar arasındaki farklılık post hoc analizinde Tukey HSD testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deltamethrin Uygulanmış Çelik Yüzeyde Muamele Süresinin Belirlenmesi

4.1.1 Genç ve olgun larvada uygulama süresi sonu verileri ile muamele süresinin belirlenmesi

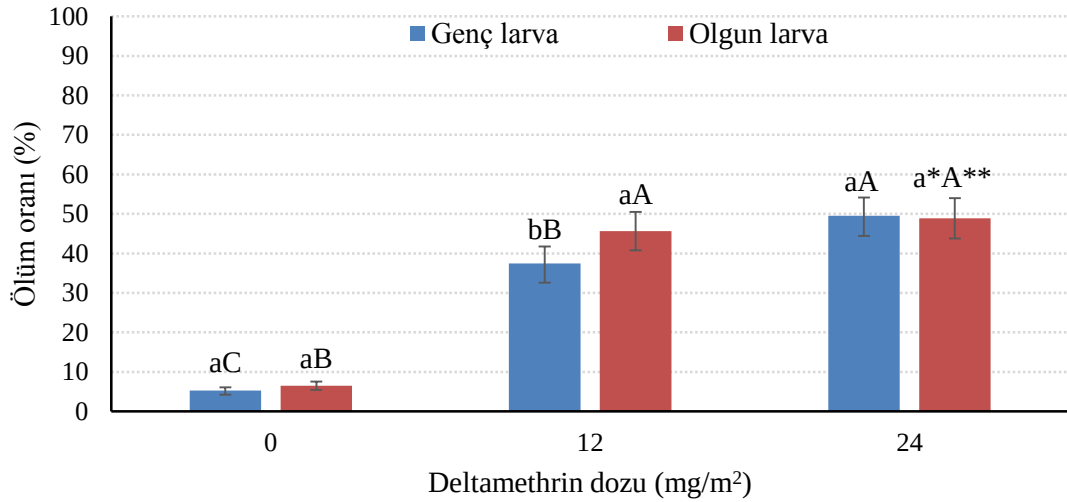
Muamele edilmemiş (kontrol) ve farklı dozlarda (12 mg/m² ve 24 mg/m²) deltamethrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde farklı muamele sürelerinde (1, 2, 3 ve 4 hafta) tez çalışması yürütülmüştür. Genç ve olgun larvalarda muamele sonunda tespit edilen ölümler, faktöriyel varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre tek başına larva yaşı, doz, muamele süresi önemli bulunurken ($P<0.05$); larva yaşı*doz, larva yaşı*muamele süresi, doz*muamele süresine ait ikili etkileşimler de önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Muamele edilmemiş (kontrol) ve deltamethrin ile farklı dozlarda (12 ve 24 mg AI/m²) muamele edilmiş çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	248862.3	1	2394.804	0.000
Larva Yaşı	511.1	1	4.919	0.028
Doz	85558.5	2	411.665	0.000
Muamele Süresi	92135.1	3	295.539	0.000
Larva yaşı*Doz	855.2	2	4.115	0.018
Larva yaşı * Muamele Süresi	829.0	3	2.659	0.049
Doz* Muamele Süresi	28095.1	6	45.060	0.000
Larva yaşı *Doz* Muamele Süresi	299.8	6	0.481	0.822
Hata	22446.2	216		

Larva yaşı*doz etkileşimini irdelenmiş ve farklı gruplar Tukey testi ile belirlenmiştir (Şekil 4.1). Kontrol grubunda genç larvada %5.25, olgun larvada ise %6.48 oranında

ölüm belirlenmiş olup aradaki farkın önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Deltamethrin 12 mg AI/m² dozunda ise genç larvada %37.48 ve olgun larvada %45.63 oranında ölüm belirlenmiş olup farkın istatistiki anlamda önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Deltamethrin 24 mg AI/m² dozunda ise genç larvada %49.50 ve olgun larvada %48.88 oranında ölüm belirlenmiş ve farkın istatistiki anlamda önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, genç larva evresinde en yüksek ölüm oranı 24 mg AI/m² deltamethrin dozunda (%49.50) tespit edilmişken, 12 mg AI/m² deltamethrin dozunda istatistiki anlamda daha düşük düzeyde (%37.48) ölüm belirlenmiştir. Fakat olgun larva evresinde 12 ve 24 mg AI/m² deltamethrin dozlarında belirlenen ölüm oranları arasındaki farkın önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Genç larvalarda kontrol ile kıyaslandığında deltamethrin dozu arttıkça ölüm oranı artarken; olgun larvada kontrol grubuna kıyasla ölüm oranı artmış, fakat düşük ve yüksek dozda gerçekleşen ölüm oranında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.1).



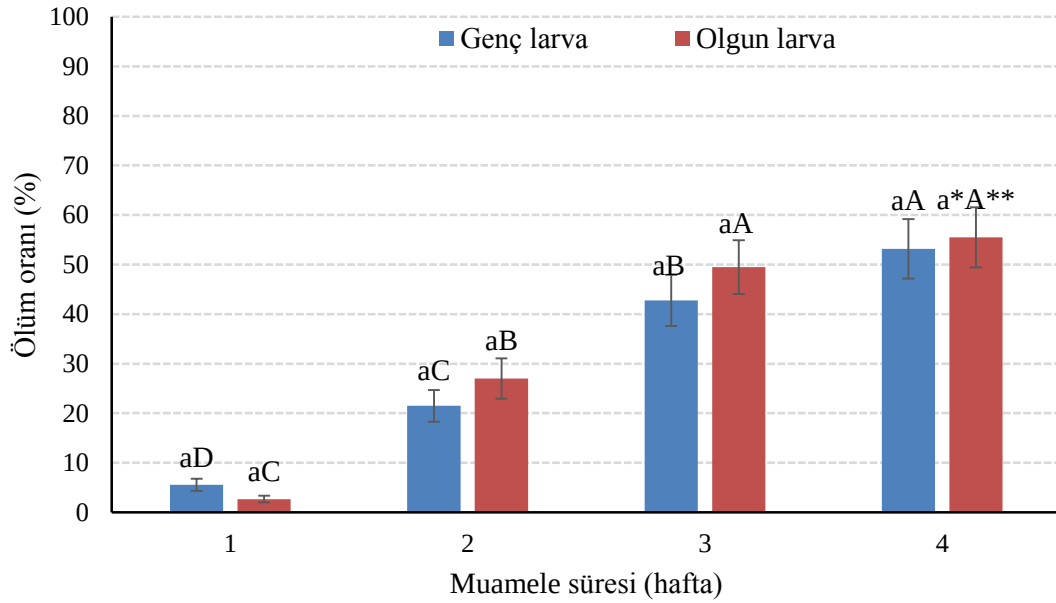
Şekil 4.1 Muamele edilmemiş (kontrol) ve deltamethrin ile farklı dozlarda muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda muamele sonucu belirlenen ölümler (%)

*: Her bir dozda genç ve olgun larvadaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

** : Her bir yaştaki larvalarda farklı dozlardaki büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

Larva yaşı*muamele süresi interaksyonu irdelenmiş ve farklı gruplar Tukey testi ile belirlenmiştir (Şekil 4.2). Genç ve olgun larvada her bir hafta için genç ve olgun larva

ölüm oranları arasında istatistikî açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir. Genç larvada maruz bırakma süresi arttıkça ölüm oranları artmış ve en yüksek düzeye %53.17 ile 4 hafta muamele sonunda tespit edilmiştir. Olgun larvada ise 1 hafta muamele süresinden 4 hafta muamele süresine kadar ölüm oranları artmışken; 3 ve 4 hafta muamele sonunda tespit edilmiş ölüm oranları arasında istatistikî açıdan bir fark tespit edilmemiştir. Üç hafta muamele sonunda %49.48; 4 hafta muamele sonunda %55.50 ölüm oranı ile en yüksek düzeyi belirlenmiştir (Şekil 4.2).



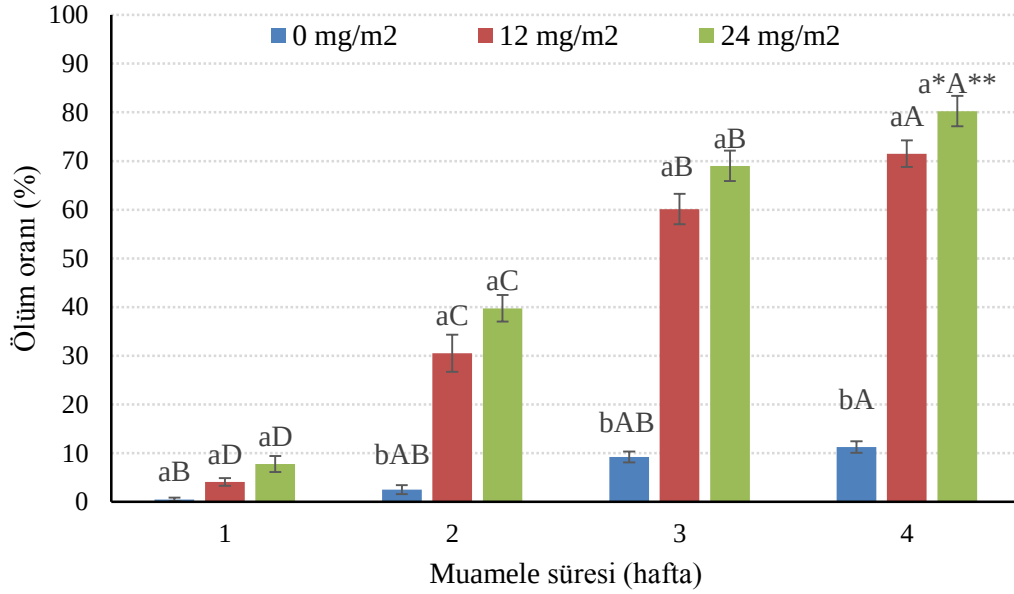
Şekil 4.2 Deltamethrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümler (%)

*: Her bir maruz bırakma süresinde, genç ve olgun larvalardaki farklı küçük harfler istatistikî anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

** : Her bir yaştaki larvalarda, farklı maruz bırakma sürelerindeki farklı büyük harfler istatistikî anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

Doz*muamele süresi interaksiyonuna ilişkin farklılıklar Tukey testi ile tespit edilmiştir. Kontrol grubunda genç larvada 1 hafta sonunda ölüm oranı % 0.5 iken 4 hafta sonunda ölüm oranı en yüksek %11.25 olarak belirlenmiş olmasına karşın muamele süreleri arasındaki ölüm oranı farkı istatistikî açıdan önemsiz bulunmuştur. Genç ve olgun larvada deltamethrin'in 4 hafta muamele sonunda 12 mg AI/m² dozunda %71.50 ve 24 mg AI/m² dozunda %80.25 oranında ölüm tespit edilmiş olup; muamele süresi arttıkça paralel olarak larva ölüm oranının arttığı belirlenmiştir. Her bir muamele süresinde

dozlar arasında anlamlı bir fark bulunamamış olup kontrole göre irdelendiğinde 4 hafta muamele sonunda hem düşük hem de yüksek dozda en yüksek oranda larva ölümleri tespit edilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele süreleri sonunda larva evresinde belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, deltamethrinin farklı dozlarındaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

** : Her bir deltamethrin dozunda, farklı muamele sürelerindeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.1.2 Genç ve olgun larvada 7-gün gecikmeli veriler ile muamele süresinin belirlenmesi

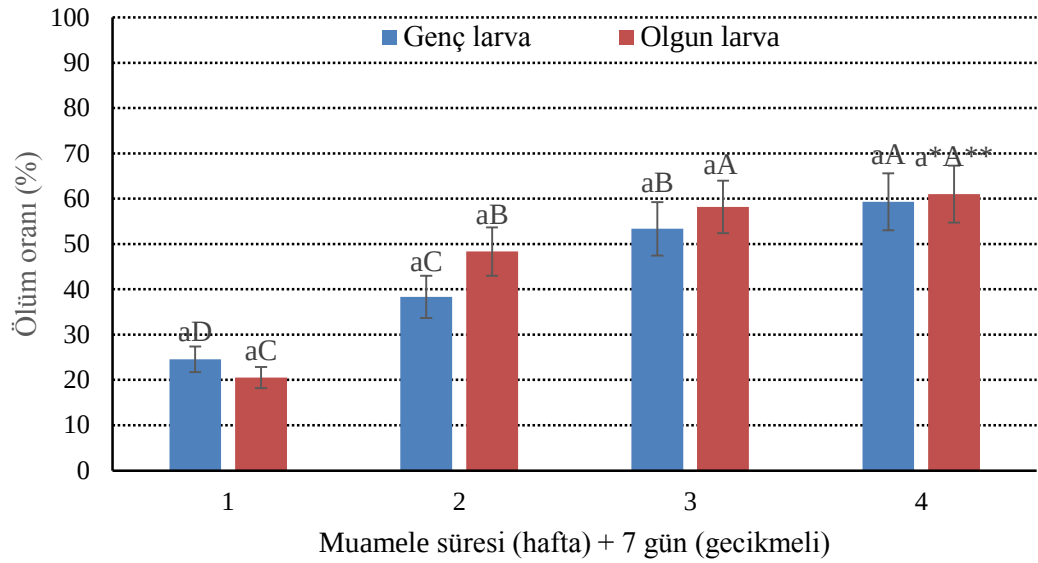
Muamele edilmemiş (kontrol) ve deltamethrin ile farklı dozlarda (12 mg AI/m² ve 24 mg AI/m²) muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda muamele sonunda 7 gün gecikmeli ölümlere ilişkin veriler, faktöriyel düzende varyans analizi ile irdelenmiştir. Varyans analizi verilerine göre tek tek larva yaşı, doz, muamele süresi ile larva yaşı*muamele süresi, doz*muamele süresine ait ikili interaksiyonlar da önemli bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 4.2).

Larva yaşı*muamele süresi interaksiyonuna ilişkin farklılıklar değerlendirildiğinde (Şekil 4.4), genç larvalarda muamele süresi arttıkça gecikmeli ölümlerin arttığı ve 4

hafta muamele süresindeki gecikmeli ölüm oranının %59.31 ile en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Olgun larvada da muamele süresi arttıkça gecikmeli ölüm oranının arttığı; ancak 3 ve 4 haftalık muamele sonundaki 7 gün gecikmeli olarak belirlenmiş ölüm oranlarında farklılık tespit edilmemişken; 4 hafta muamele sonunda %61'lik gecikmeli ölüm oranı ile en yüksek düzeye ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca her bir muamele süresinde genç ve olgun larvalarda gecikmeli ölüm oranları arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.2 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (12 ve 24 mg AI/m²) deltamethrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli tespit edilen ölümlere ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	495538.9	1	5136.49 3	0.000
Larva yaşı	584.5	1	6.058	0.015
Doz	145112.3	2	752.078	0.000
Muamele Süresi	51163.5	3	176.778	0.000
Larva yaşı *Doz	203.2	2	1.053	0.351
Larva yaşı * Muamele süresi	1552.6	3	5.364	0.001
Doz*Muamele Süresi	17090.3	6	29.525	0.000
Larva yaşı *Doz*Muamele Süresi	369.1	6	0.638	0.700
Hata	20838.4	216		



Şekil 4.4 Deltamethrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, genç ve olgun larvalardaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

**: Her bir yaştaki larvalarda, farklı muamele sürelerindeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

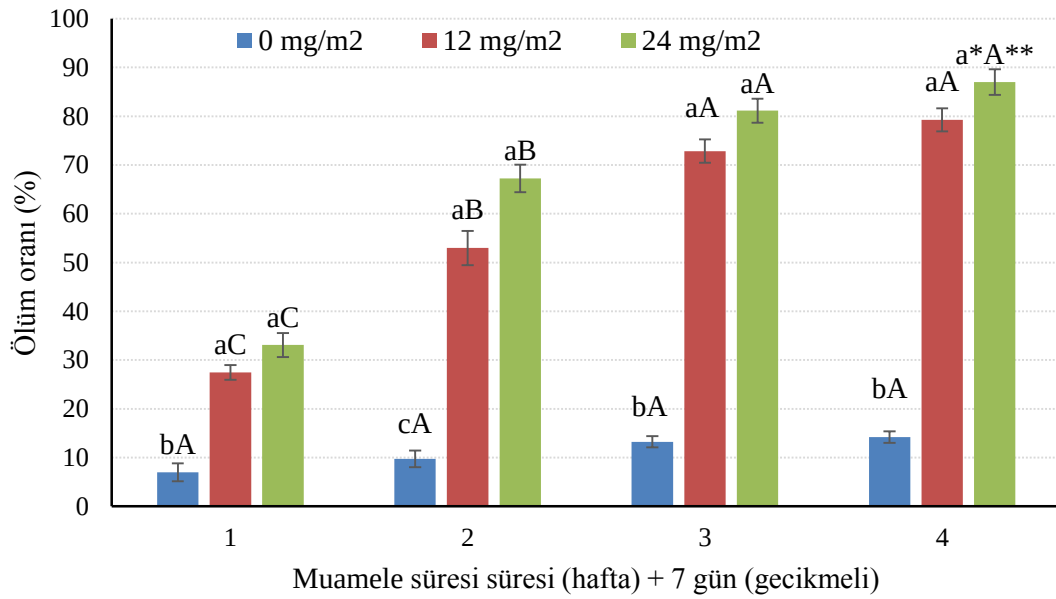
Doz*muamele süresi interaksyonu irdelendiğinde, kontrol grubu larvalarda 1 hafta muamelenin ardından 7-gün sonra belirlenen gecikmeli ölüm oranı % 7 olurken 4 hafta muamelenin sonunda belirlenen 7-gün gecikmeli ölüm %14.21 olarak belirlenmiştir. Fakat her iki muamele süresinde gerçekleşen ölümler arasında istatistiki anlamda önemli bir fark belirlenmemiştir.

Genç ve olgun larvada 12 mg AI/m² deltamethrin dozunda muamele süresi arttıkça gecikmeli ölüm oranı artmış olup, en yüksek gecikmeli ölüm oranına %79.25 ile 4 haftadaki muamele süresinde tespit edilmiştir. Üç ve 4 hafta muamelede gecikmeli ölüm oranları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Benzer şekilde genç ve olgun larvalar için 24 mg AI/m² deltamethrin dozunda maruz bırakma süresi arttıkça gecikmeli ölüm oranı artarak en yüksek düzeye (% 87) 4 haftalık

muamelede ulaştığı tespit edilmiştir. Üç ile 4 haftalık muamele süresinde tespit edilen ölümler arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir.

Her bir muamele süresinde, dozlar arası kıyaslamada (12 mg AI/m^2 ve 24 mg AI/m^2 deltamethrin için) gecikmeli ölüm oranları arasındaki farklılığın istatistiki anlamda önemsiz olduğu tespit edilmiştir (şekil 4.5).



şekil 4.5 Farklı dozlarda deltamethrin ile uygulanmış çelik yüzeyde larva evresinde farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, farklı deltamethrin dozlarındaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

***: Her bir deltamethrin dozunda, farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.2 Beta cyfluthrin Uygulanmış Çelik Yüzeyde Muamele Süresinin Belirlenmesi

4.2.1 Genç ve olgun larvalarda uygulama süresi sonu verileri ile muamele süresinin belirlenmesi

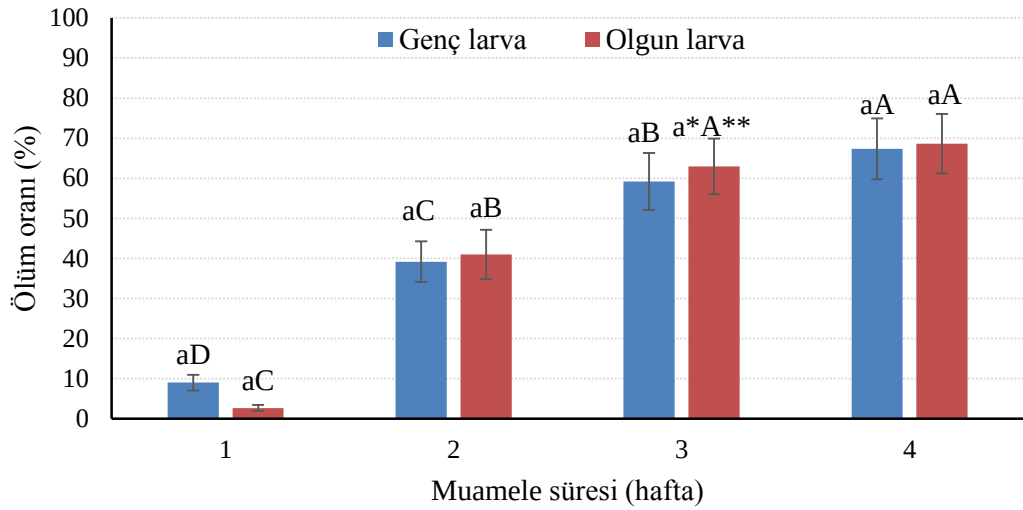
Genç ve olgun larvalarda muamele edilmemiş (kontrol) ve farklı dozlarda (10 mg/m^2 ve 20 mg/m^2) beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde uygulama süresi sonunda tespit

edilen ölümlerle varyans analizi yapılmıştır. Doz ve muamele süresi tek tek önemli bulunurken, larva yaşı*muamele süresi ile doz*muamele süresine ait ikili etkileşimler de istatistikî anlamda önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (10 ve 20 mg AI/m²) beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde, farklı muamele sürelerinde tutulan genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	459243.4	1	4630.616	0.000
Larva yaşı	1.4	1	0.014	0.905
Doz	172166.7	2	867.991	0.000
Muamele süresi	140318.1	3	471.616	0.000
Larva yaşı *Doz	65.7	2	0.331	0.718
Larva yaşı *Muamele süresi	893.3	3	3.002	0.031
Doz*Muamele süresi	48443.7	6	81.411	0.000
Larva yaşı *Doz*Muamele süresi	430.4	6	0.723	0.631
Hata	21421.9	216		

Larva yaşı*muamele süresine ait etkileşim incelendiğinde, genç ve olgun larvada muamele süresi arttıkça ölüm oranları da artmıştır. Genç larvada en yüksek ölüm oranları 4 hafta muamele sonunda %67.33 olarak belirlenirken, olgun larvada bu oran %68.65 olarak tespit edilmiştir. Olgun larvada 3 ve 4 hafta muamele sürelerinde ölüm oranlarındaki farklılık ile her bir muamele süresinde genç ve olgun larvada tespit edilen ölüm oranlarındaki farklılık istatistikî anlamda önemli bulunmamıştır (Şekil 4.6).



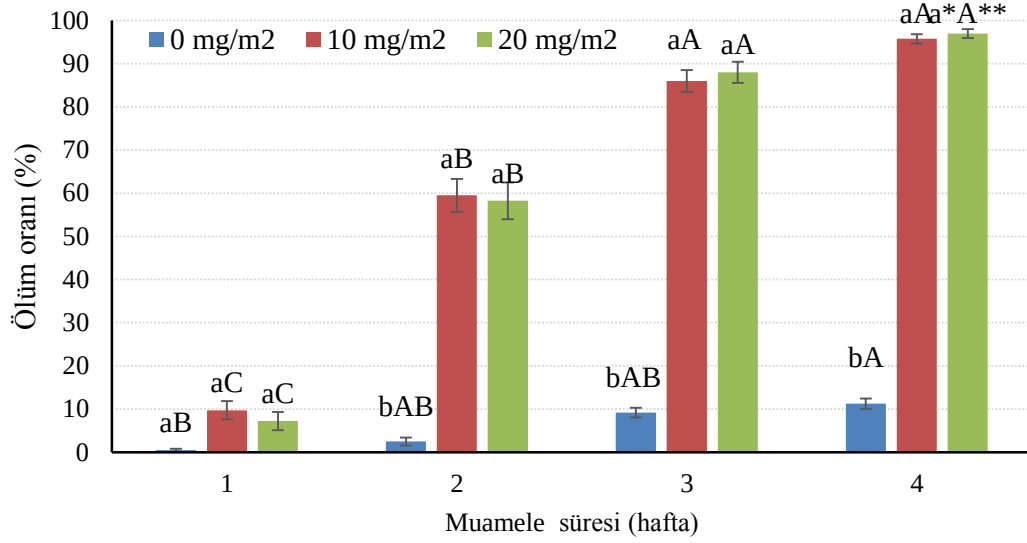
Şekil 4.6 Beta-cyfluthrin ile uygulanmış çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, genç ve olgun larvalardaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

**: Her bir yaştaki larvalarda, farklı muamele sürelerindeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

Doz*muamele süresi interaksyonunda ise kontrol grubunda larva ölüm oranı en düşük 1 hafta sonunda (%0.5), en yüksek ölüm oranı 4 hafta sonunda (%11.25) tespit edilmiştir. Muamele süresi arttıkça ölüm oranının artmış olmasına rağmen istatistiki açıdan önemli düzeyde olmamıştır. Kontrol grubuna kıyasla 10 mg AI/m² beta-cyfluthrin dozunda muamele süresine paralel olarak, larvada ölümlerin arttığı belirlenmiştir. Üç haftalık muamele süresinde %85.99 düzeyinde ölüm belirlenirken, en yüksek ölüm oranının %95.74 ile 4 hafta muamele süresinde tespit edilmiştir.

Beta-cyfluthrin'in 20 mg AI/m² dozunda muamele süresi arttıkça ölüm oranında da artış gözlemlendiği ve en yüksek ölüm oranının (%96.97) 4 haftalık muamele süresinde belirlenmiştir. Düşük ve yüksek dozlarda 3 ve 4 haftalık muamele süresinde belirlenmiş ölümler arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Her iki doz için en yüksek ölüm oranı 4 haftalık muamele süresinde belirlenmiştir. Her bir muamele süresinde, düşük ve yüksek dozda beta-cyfluthrin'de belirlenen ölümler arasındaki farklılığın istatistiki anlamda önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde larva evresinde farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, farklı beta-cyfluthrin dozlarındaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

***: Her bir beta-cyfluthrin dozunda, farklı muamele süreleri sonunda belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

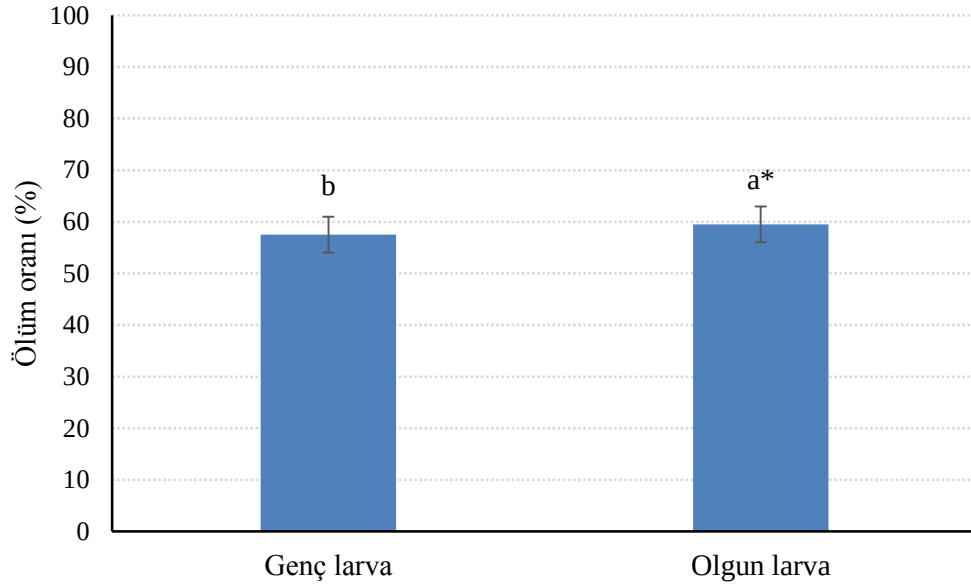
4.2.2 Genç ve olgun larvada 7-gün gecikmeli verilere ilişkin muamele süresinin belirlenmesi

Kontrol ve farklı dozlarda (10 mg/m² ve 20 mg/m²) beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde 4 ve 6 haftalık larvalarda 7-gün gecikmeli tespit edilmiş ölümlere ilişkin veriler varyans analiziyle değerlendirilmiştir. Larva yaşı, doz, muamele süresi unsurları ile doz*muamele süresi ikili interaksyonu önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Genç larvada 7 gün gecikmeli ölüm oranı %57.51 olarak tespit edilmişken, olgun larvada bu oran %59.48 olarak belirlenmiş olup; farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8).

Çizelge 4.4 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (10 ve 20 mg AI/m²) beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	821178.3	1	14462.040	0.000
Larva yaşı	232.0	1	4.090	0.044
Doz	270535.8	2	2382.250	0.000
Muamele süresi	44631.6	3	262.010	0.000
Larva yaşı *Doz	22.7	2	0.200	0.819
Larva yaşı *Muamele süresi	222.5	3	1.310	0.273
Doz*Muamele süresi	14811.5	6	43.470	0.000
Larva yaşı *Doz*Muamele süresi	575.8	6	1.690	0.125
Hata	12264.8	216		

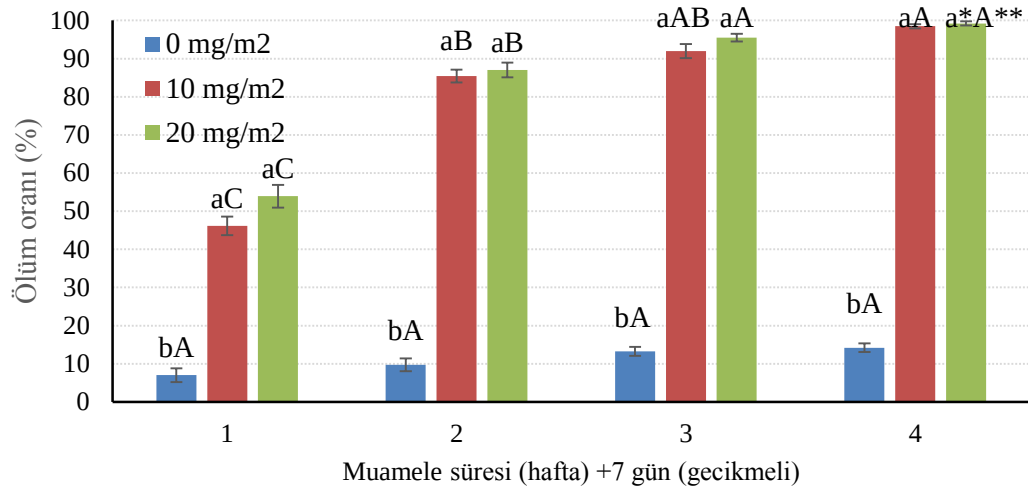


Şekil 4.8 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%)

*: Her bir larva yaşındaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

Doz*muamele süresi interaksyonuna ait farklılıklar değerlendirildiğinde, kontrol grubunda 7 gün gecikmeli larva ölümlerinde 1 hafta muamele sonrası %7 ölüm

belirlenirken; 4 hafta sonrası %14.21 oranında ölüm belirlenmiştir. Kontrol grubundaki 7 gün gecikmeli ölümler muamele süresi arttıkça artmış olmasına rağmen aradaki farklılıklar istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Şekil 4.9). Beta-cyfluthrin 10 mg/m² doz uygulamasında muamele süresi arttıkça gecikmeli ölüm oranı artmış olup 3 ve 4 hafta sonrası ölümlerde istatistiki açıdan bir fark tespit edilememiştir. En yüksek gecikmeli ölüm oranına 4 hafta muamele sonrasında % 98.5 olarak belirlenmiştir. Beta-cyfluthrin 20 mg/m² dozunda muamele süresi arttıkça 7 gün gecikmeli ölüm oranı artmıştır. En yüksek gecikmeli ölüm oranı 4 hafta muamele sonrası %99.24 olarak tespit edilmiştir. Fakat, beta-cyfluthrin 20 mg/m² dozunda 3 ve 4 hafta muamele sonrası gecikmeli ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir. Her bir muamele süresi sonrası 10 mg/m² ve 20 mg/m² beta-cyfluthrin dozlarında tespit edilen ölümler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeyde larva evresinde farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, farklı beta-cyfluthrin dozlarındaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

** : Her bir beta-cyfluthrin dozunda, farklı muamele süreleri ardından 7-gün gecikmeli ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.3 Pyriproxyfen Uygulanmış Çelik Yüzeyde Muamele Süresinin Belirlenmesi

4.3.1 Genç ve olgun larvada uygulama süresi sonu verileri ile muamele süresinin belirlenmesi

Muamele edilmemiş (kontrol) ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.3 mg/m²) pyriproxyfen ile muamele edilmiş çelik yüzeyde genç ve olgun larvada farklı muamele sürelerinde belirlenen ölümlere ilişkin varyans analizine göre larva yaşı, doz, muamele süresi unsurları ile larva yaşı*muamele süresi ve larva yaşı*doz*muamele süresine ait üçlü interaksiyon da önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.30 mg AI/m²) pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerinde tutulan genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Sabit	20415.82	1	476.981	0.000
Larva yaşı	337.81	1	7.892	0.005
Doz	1359.45	2	15.881	0.000
Muamele süresi	8415.13	3	65.535	0.000
Larva yaşı *Doz	40.94	2	0.478	0.621
Larva yaşı *Muamele süresi	733.23	3	5.710	0.001
Doz*Muamele süresi	353.91	6	1.378	0.225
Larva yaşı *Doz*Muamele süresi	599.76	6	2.335	0.033
Hata	9245.27	216		

Larva yaşı*doz*muamele süresine ait üçlü interaksiyon Tukey HSD testi ile irdelendiğinde; kontrolde genç ve olgun larvada muamele süresi arttıkça ölüm oranı artmış olmasına rağmen aradaki farklılıklar istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Genç larvalarda en yüksek ölüm oranı 4 hafta muamele sonrası % 10 iken olgun larvada % 12.50 olarak tespit edilmiş olup aradaki farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olmadığı tespit edilmiştir. Genç larvada 1.15 mg AI/m² pyriproxyfen dozunda muamele süresi arttıkça ölüm oranı artmış 3 hafta sonunda %15; 4 hafta sonunda ise %13 ölüm

tespit edilmiştir. Fakat her bir muamele süresindeki ölümler arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Olgun larvada da muamele süresi arttıkça ölüm oranı artmıştır. En yüksek ölüm %27.22 ile 4 hafta muamele sonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Genç larvada 2.3 mg AI/m² pyriproxyfen uygulamasında 3 ve 4 hafta muamele süresi sonunda tespit edilen ölümlerin istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Üç hafta muamele süresinde %15.50 iken 4 haftada %15.93 oranında ölüm belirlenmiştir. Muamele süresi arttıkça ölüm oranının arttığı belirlenmiştir.

Olgun larvada 2.3 mg AI/m² pyriproxyfen dozunda, muamele süresi arttıkça ölüm oranının arttığı belirlenmiştir. Üç hafta sonrası %15.95 ölüm oranı belirlenirken, 4 hafta sonunda ölümler %21.36 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Muamele edilmemiş (kontrol) ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.30 mg AI/m²) pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele süreleri sonunda genç ve olgun larvalarda belirlenen ölümler (%) (yaş*doz*muamele süresi)

Larva yaşı	Doz (mg/m ²)	Uygulama süresi (hafta)			
		1	2	3	4
Genç	0	1.00±0.67a*aA	2.50±1.12aaA	7.50±1.71aaA	10.00±1.67aaA
	1.15	3.05±1.36ba**A	6.50±1.83abaA	15.50±3.11aaA	13.00±2.26abbA
	2.3	3.50±1.30baA***	2.50±0.83baA	15.50±1.89aaA	15.93±3.06aaA
Olgun	0	0.00±0.00baA	2.50±1.54abaA	10.93±1.22aaA	12.50±1.71aaB
	1.15	1.50±0.76caA	9.50±3.02bcaA	12.50±1.54baA	27.22±4.01aaA
	2.3	0.50±0.50caA	10.50±2.52bcaA	15.95±2.57abaA	21.36±3.51aaAB

*: Her bir pyriproxyfen dozunda ve her bir farklı yaştaki larvalarda, farklı muamele sürelerindeki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

**: Her bir larva yaşında ve her bir muamele sürelerinde, farklı dozlardaki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

***: Her bir pyriproxyfen dozunda ve her bir muamele süresinde, farklı yaştaki larvalar arasında farklı küçük italik koyu harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

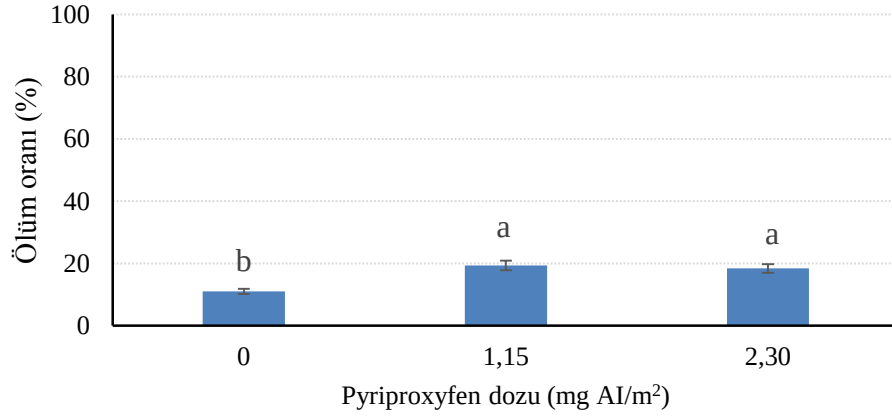
4.3.2 Genç ve olgun larvada 7-gün gecikmeli verilere ilişkin muamele süresinin belirlenmesi

Pyriproxyfen ile muamele edilmiş çelik yüzeyde farklı muamele sürelerinde genç ve olgun larvalarda 7 gün gecikmeli tespit edilmiş ölümlere ilişkin verilere ait varyans analizi çizelge 4.7’de verilmiştir. Larva yaşı, doz, muamele süresi unsurlarına ilaveten larva yaşı*muamele süresine ait ikili interaksiyon da önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Muamele edilmemiş ve farklı dozlarda (1.15 ve 2.30 mg AI/m²) pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulan genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli ölüm oranlarına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	p
Sabit	63722.66	1	629.393	0.000
Larva yaşı	1119.21	1	11.055	0.001
Doz	3357.74	2	16.582	0.000
Muamele süresi	5630.55	3	18.538	0.000
Larva yaşı *Doz	215.22	2	1.063	0.347
Larva yaşı *Muamele süresi	815.90	3	2.686	0.047
Doz*Muamele süresi	625.12	6	1.029	0.407
Larva yaşı *Doz*Muamele süresi	884.85	6	1.457	0.194
Hata	21868.86	216		

Kontrolde 7-gün gecikmeli ölümlerin %11.05, 1.15 mg AI/m² pyriproxyfen dozunda %19.38 ve 2.3 mg AI/m² pyriproxyfen dozunda ise %18.40 olduğu; sadece pyriproxyfen’in düşük ve yüksek dozu arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

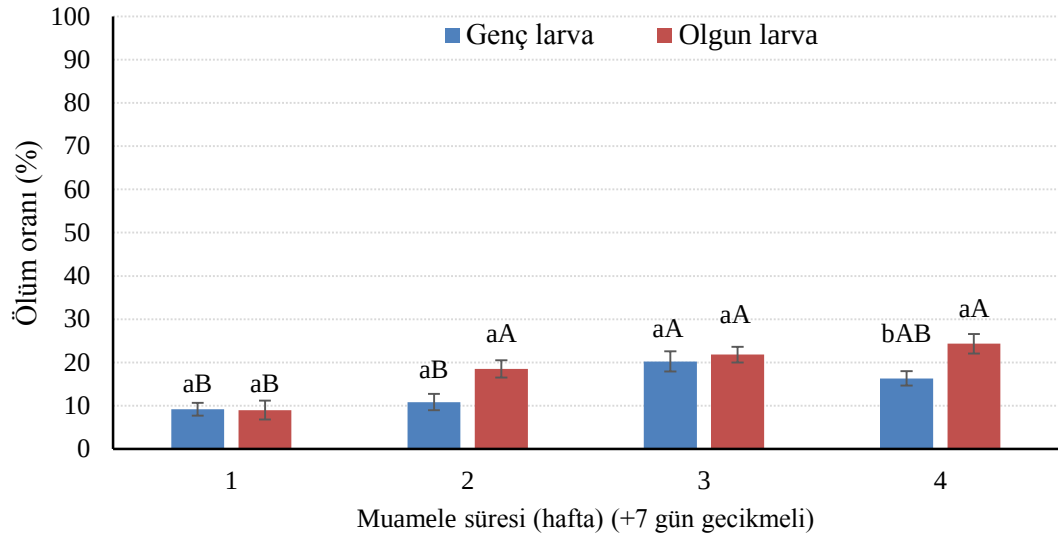


Şekil 4.10 Farklı dozlarda pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%)

*: Her bir pyriproxyfen dozundaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

Larva yaşı*muamele süresi interaksyonu irdelendiğinde (Şekil 4.11) genç larvada en yüksek gecikmeli ölüm 3 hafta muamele sonrası % 20.22 olurken; olgun larvada ölüm oranı en yüksek 4 hafta muamele sonrası % 24.33 olarak tespit edilmiştir.

Olgun larvada muamele süresi arttıkça gecikmeli ölüm oranının arttığı belirlenmiştir. Genç larvalarda 3 hafta sonrasında gecikmeli ölüm oranı % 20.22 belirlenirken, 4 hafta sonrasında ölüm oranı %16.31 olarak tespit edilmiştir. Ancak aradaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde genç ve olgun larvalarda farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler (%)

*: Her bir muamele süresinde, farklı larva yaş grupları arasında farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

** : Her bir yaş grubunda, farklı muamele sürelerince tutulmuş genç ve olgun larvalarda 7-gün gecikmeli belirlenen ölümlerdeki farklı büyük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.4 Muamele Edilmemiş Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüyel Ölümmler

4.4.1 Muamele edilmemiş çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüyel ölümler

İnsektisit uygulanmamış çelik yüzey (kontrol) bulunan petri kapları 6 ay boyunca 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki daimi karanlık ortamda tutulmuştur. Hazırlanmış bu kaplardan 0, 2, 4 ve 6 ay sonra petri kapları alınarak üzerinde *Trogoderma granarium* genç ve olgun larvalar 4 hafta boyunca tutulmuştur. Genç ve olgun larvalarda muamele sonu ile 7 gün gecikmeli belirlenen ölümler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine göre istatistiki açıdan irdelenmiştir.

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre hem genç hem de olgun larvalarda 0, 2, 4, ve 6 ay bekletilen çelik yüzeylerdeki 4 haftalık maruz bırakma sonu ölüm ile 7 gün gecikmeli ölüm verilerinin arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Genç larvalarda muamele sonu ölüm düzeyi %10'u, 7 gün gecikmeli ölüm düzeyinin ise %10.71'i geçmediği tespit edilirken olgun larvalar için muamele sonu ölüm düzeyi %5'i ve 7 gün gecikmeli ölüm düzeyinde ise %5.71'i düzeyinde kaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.9).



Çizelge 4.8 İnsektisit uygulanmamış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli rezidüyel ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

		Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Genç larva	Sabit	1728.57	1	55.314	0.000	2057.14	1	64.000	0.000
	Kalıcı etkinlik	71.43	3	0.762	0.526	71.43	3	0.741	0.538
	Hata	750.00	24			771.43	24		
Olgun larva	Sabit	200.89	1	16.875	0.000	322.32	1	25.186	0.000
	Kalıcı etkinlik	88.39	3	2.475	0.086	95.54	3	2.488	0.085
	Hata	285.71	24			307.14	24		

Çizelge 4.9 İnsektisit uygulanmamış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli olarak tespit edilen rezidüyel ölümler (%)

Evre	Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
	Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay				Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay			
	0	2	4	6	0	2	4	6
Genç larva	8.57±3.22a*	10.00±1.89a	7.14±1.49a	5.71±1.30a	9.29±2.97a*	10.71±2.02a	7.86±1.84a	6.43±1.43a
Olgun larva	0.00±0.00a*	5.00±1.89a	2.86±1.49a	2.86±1.49a	0.71±0.71a*	5.71±1.70a	2.86±1.49a	4.29±1.30a

*: Her bir rezidüyel etkinlik belirleme zamanında dört haftalık muamele sonucu tespit edilen ölüm oranları arasındaki farklı küçük harfler istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.5 Deltamethrin Uygulanmış Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüel Ölüm

4.5.1 Deltamethrin uygulanmış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel ölüm

Farklı dozlarda deltamethrin (12 mg AI/m² ve 24 mg AI/m²) uygulanmış çelik yüzey bulunan petri kapları 6 ay boyunca 30°C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki daimi karanlık ortamda tutulmuştur. Hazırlanmış bu kaplardan 0, 2, 4 ve 6 ay sonra petri kapları alınarak üzerinde *Trogoderma granarium* genç veya olgun larvaları 4 hafta boyunca tutulmuştur. Genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm ile 7 gün gecikmeli belirlenen ölümler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine göre istatistiki açıdan değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre genç ve olgun larvalarda 12 mg/m² deltamethrin dozunda muamele sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel etkinlik farklı tarihlere (bekleme sürelerine) göre istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4. 10).

Deltamethrin düşük dozunun (12 mg/m²) farklı aylarda bekletilmiş çelik yüzeylerde 4 haftalık muamele süresi sonu genç larvada ölümler en yüksek olarak % 71.43 ile 0 ay (1 gün) bekletilen çelik yüzeyde belirlenirken, 2 ay sonra çelik yüzeyde % 70.71 ile kalıcı etkinliğini koruduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11). Genç larvaların yedi gün gecikmeli ölümlerinde ise en yüksek %79.29 ile 0 (1 gün) ay bekletilen çelik yüzeyde belirlenirken %75.71 ile 2 ay bekletilen çelik yüzeyde kalıcı etkinliğini koruduğu saptanmıştır. Dört ay bekletilen çelik yüzeyde etkinin azalarak %64.29'a gerilediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Olgun larvalarda ise deltamethrin'in düşük dozunun (12 mg/m²) farklı aylarda bekletilmiş çelik yüzeylerdeki muamele süresi sonunda en yüksek %65 ile 2 bekletilen çelik yüzeyde elde edilirken (Çizelge 4.11) 4 ay bekletilen yüzeyde kalıcı etkinin %32.86'ya gerilediği belirlenmiştir. Yedi gün gecikmeli ölüm düzeyinde ise olgun larvalarda en yüksek %68.57 ile 0 ay (1 gün) bekletilen yüzeydeki gecikmeli ölümde

elde edilirken kalıcı etkinliğin %67.86 ile 2 ay bekletilen yüzeyde sürdürdüğü ve zaman geçtikçe etkisini kaybettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Deltamethrin yüksek dozunun (24 mg/m^2) genç ve olgun larvalarda farklı aylarda bekletilen çelik yüzeylerin 1 aylık muamele sonunda ölüm değerlerinin tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre genç larvada farklı tarihlerde (aylarda) muamele sonu ve 7 gün gecikmeli ölüm değerleri arasındaki fark önemsiz bulunurken olgun larvalarda önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Genç larvada deltamethrin'in yüksek dozunda (24 mg/m^2) muamele sonu en yüksek ölüm %82.14 ile 2 ay bekletilen çelik yüzeyde belirlenirken 7 gün gecikmeli ölüme ise %85 ile 0 ay (1 gün) bekletilen yüzeyde elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Deltamethrin'in yüksek dozunda (24 mg/m^2) olgun larvada muamele sonu en yüksek ölüm düzeyi %77.14 ile 2 ay bekletilen yüzeyde belirlenmiştir. Yedi gün gecikmeli ölüm düzeyi 0 (1 gün) ve 2 ay bekletilen yüzeylerde sırasıyla %79.29 ve %78.57 iken 4 aylık kalıcı etkinlik zamanla azalarak %56.43 düzeyine gerilediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10 Farklı dozlarda deltamethrin uygulanmış çelik yüzeyde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli tespit edilen ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

Yaş	Doz (mg/m ²)		Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
			Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Genç larva	12	Sabit	108750.9	1	696.006	0.000	131657.1	1	983.040	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	2174.1	3	4.638	0.011	2578.6	3	6.418	0.002
		Hata	3750.0	24			3214.3	24		
	24	Sabit	172857.1	1	1379.57 2	0.000	190575.0	1	2416.347	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	335.7	3	0.893	0.459	132.1	3	0.558	0.648
		Hata	3007.1	24			1892.9	24		
Olgun larva	12	Sabit	58514.29	1	680.305	0.000	69003.57	1	990.821	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	10121.43	3	39.225	0.000	10175.00	3	48.701	0.000
		Hata	2064.29	24			1671.43	24		
	24	Sabit	110628.6	1	1129.82 4	0.000	122232.1	1	1252.134	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	4121.4	3	14.030	0.000	4775.0	3	16.305	0.000
		Hata	2350.0	24			2342.9	24		

Çizelge 4.11 Deltamethrin ile 12 ve 24 mg AI/m² dozunda muamele edilmiş çelik yüzeyde uygulamadan sonraki farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda 4 haftalık muamele süresi sonunda ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler (%)

Doz (mg/m ²)	Evre	Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
		Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay				Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay			
		0	2	4	6	0	2	4	6
12	Genç larva	71.43±5.31a*	70.71±5.71a	55.00±4.76ab	52.14±2.40b	79.29±4.42a*	75.71±6.2 a	64.29±4.00ab	55.00±1.54b
	Olgun larva	63.57±4.97a*	65.00±1.54a	32.86±4.21b	21.43±2.10b	68.57±3.89a*	67.86±1.84a	37.14±4.21b	25.00±1.89b
24	Genç larva	81.43±5.08a*	82.14±4.06a	73.57±4.97a	77.14±2.14a	85.00±4.63a*	84.28±3.17a	80.71±3.17a	80.00±1.89a
	Olgun larva	72.14±5.10a*	77.14±1.84a	54.29±4.29b	47.86±2.86b	79.29±5.05a*	78.57±2.10a	56.43±4.46b	50.00±2.44b

*: Her bir doz ve larva yaşında muamele sonu ya da 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında farklı küçük harf alan kalıcı etkinliğin belirlendiği aydaki ölüm oranı istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.6 Beta-cyfluthrin Uygulanmış Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüel Ölüm

4.6.1 Beta-cyfluthrin uygulanmış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüel ölümler

Farklı dozlarda beta-cyfluthrin (10 mg AI/m² ve 20 mg AI/m²) uygulanmış çelik yüzey bulunan petri kapları 6 ay boyunca 30 °C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarındaki daimi karanlık ortamda tutulmuştur. Hazırlanmış petriler 0, 2, 4 ve 6 ay sonra alınarak üzerinde *Trogoderma granarium* genç ve olgun larvaları 4 hafta boyunca tutulmuştur. Beta-cyfluthrin düşük dozunda (10 mg/m²) genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm ile 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Analiz sonucuna göre farklı bekleme sürelerindeki çelik yüzeylerde 1 aylık muamele sonu genç ve olgun larvalardaki ölümler yani rezidüel etkinlik istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Genç larva için beta-cyfluthrin'in düşük dozunda (10 mg/m²) en yüksek ölüm düzeyi 2 ay bekletilen çelik yüzeyde %96.43 olarak belirlenmiş olup 4 ay bekletilen çelik yüzeyde %81.43'lük oranla kalıcı etkinliğini yüksek düzeyde koruduğunu göstermiştir. Ancak 6 ay bekletilen yüzeyde kalıcı etkinin %70'e gerilediği belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Yedi günlük gecikmeli ölümlerde de benzer şekilde 2 ay bekletilen yüzeyde %96.43 düzeyinde kalıcı etkinliğini koruduğu ancak 6 ay bekletilen yüzeyde %78.57'ye gerilediğini, yani beta-cyfluthrin'in genç larvada kalıcı etkinliğini 4 aya kadar sürdürdüğünü ve 4 aydan sonra etkisini giderek kaybettiğini istatistik sonuçlarıyla göstermiştir (Çizelge 4.13).

Olgun larvalarda ise beta-cyfluthrin'in düşük dozunda muamele sonu en yüksek ölüm düzeyi 0 ay (1 gün) bekletilen çelik yüzeyde %87.14 iken benzer şekilde 7 gün gecikmeli ölüm düzeyinde en yüksek %92.86 olarak 0 ay (1 gün) bekletilen çelik yüzeyde tespit edilmiştir. Beta-cyfluthrin düşük dozunda olgun larvalarda hem muamele

sonu (%83.57) hem de 7 gün gecikmeli ölümden (%87.86) çelik yüzeyde kalıcı etkinliğin 2 aya kadar yüksek düzeyde sürdürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Beta-cyfluthrin yüksek dozunda (20 mg/m^2) ise genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ölüm ile 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine göre değerlendirilmiş hepsi ölüm verileri arasındaki farklılıklar bakımından istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12). Beta-cyfluthrin'in yüksek dozunda (20 mg/m^2) genç larvalarda farklı aylardaki muamele sonu ölümlerde 2 ay bekletilen yüzeyde %100 ölüm düzeyine ulaşarak en yüksek kalıcı etkinlik belirlenmiş ve bu kalıcı etkinlik 6 ay bekletilen yüzeyde %96.43'lük oranla kalıcı etkinliğini yüksek düzeyde koruduğu değerlendirilmiştir. Yedi gün gecikmeli ölümlerde 6 aya kadar kalıcı etkinliğini en düşük %98.57'lik ölüm düzeyiyle sürdürdüğünü göstermiştir (Çizelge 4.13).

Olgun larvada beta-cyfluthrin'in yüksek doz (20 mg/m^2) uygulamasında ise muamele sonu en yüksek %92.86'lık ölümle 4 aya kadar kalıcı etkinliğini koruduğu 6 ay bekletilen yüzeyde ölümün %76.43'e gerilediği ancak bu farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu bulunmuştur. Yedi gün gecikmeli ölümlerde benzer şekilde kalıcı etkinin olgun larvada 4 ay bekletilen yüzeyde %95 iken gecikmeli ölüm düzeylerinde en düşük %87.86 ile 6 aya kadar kalıcı etkinlik sağladığı yönünde belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12 Farklı dozlarda beta-cyfluthrin ile muamele edilmiş çelik yüzeyde farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli olarak tespit edilen ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

			Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
			Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P
Genç larva	10	Sabit	203150.9	1	1702.21 2	0.000	223214.3	1	2205.882	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	3009.8	3	8.406	0.001	1607.1	3	5.294	0.006
		Hata	2864.3	24			2428.6	24		
	20	Sabit	267150.9	1	19947.2 7	0.000	277008.0	1	116343.4	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	52.7	3	1.31	0.294	9.8	3	1.4	0.274
		Hata	321.4	24			57.1	24		
	10	Sabit	108128.6	1	919.777	0.000	123557.1	1	1015.042	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	15150.0	3	42.957	0.000	16121.4	3	44.147	0.000
		Hata	2821.4	24			2921.4	24		
Olgun larva	20	Sabit	219657.1	1	1265.94 9	0.000	246093.8	1	2072.368	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	1378.6	3	2.648	0.072	331.3	3	0.930	0.441
		Hata	4164.3	24			2850.0	24		

Çizelge 4.13 Beta-cyfluthrin ile 10 ve 20 mg AI/m² dozunda muamele edilmiş çelik yüzeyde uygulamadan sonraki farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda 4 haftalık muamele süresi sonunda ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler (%)

Doz (mg/m ²)	Evre	Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
		Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay				Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay			
		0	2	4	6	0	2	4	6
10	Genç larva	92.86±1.49a*	96.43±1.43a	81.43±4.84ab	70.00±6.36b	96.43±0.92a*	96.43±1.43a	85.71±3.69ab	78.57±6.42b
	Olgun larva	87.14±3.06a*	83.57±3.57a	40.00±5.12b	37.86±4.34b	92.86±2.64a*	87.86±3.59a	42.86±5.65b	42.14±4.21b
20	Genç larva	97.14±1.84a*	100.00±0.00a	97.14±1.49a	96.43±1.43a	100.00±0.00a*	100.00±0.00a	99.29±0.71a	98.57±0.92a
	Olgun larva	92.86±2.14a*	92.14±1.01a	92.86±3.06a	76.43±9.17a	96.43±1.43a*	95.71±1.70a	95.00±2.89a	87.86±7.39a

*: Her bir doz ve larva yaşında muamele sonu ya da 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında farklı küçük harf alan kalıcı etkinliğin belirlendiği aydaki ölüm oranı istatistiki anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test; <0.05)

4.7 Pyriproxyfen Uygulanmış Çelik Yüzeye Uygulamadan Sonraki Farklı Tarihlerde 4 Hafta Maruz Bırakılmış Genç ve Olgun Larvalarda Belirlenen Rezidüyel Ölümler

4.7.1 Pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeylerde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7 gün gecikmeli rezidüyel ölümler

Diğer denenen insektisitlerde olduğu gibi farklı dozlarda pyriproxyfen (1.15 mg AI/m^2 ve 2.30 mg AI/m^2) uygulanmış çelik yüzey bulunan petri kapları 6 ay boyunca 30°C sıcaklık ve % 55 orantılı nem koşullarındaki daimi karanlık ortamda tutulmuştur. Hazırlanmış bu kaplardan 0, 2, 4 ve 6 ay sonra petri kapları alınarak üzerinde *Trogoderma granarium* genç ve olgun larvaları 4 hafta boyunca tutulmuştur.

Pyriproxyfen düşük dozunda (1.15 mg/m^2) genç ve olgun larvalarda muamele sonu ölüm ile 7-gün gecikmeli belirlenen ölümler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine göre değerlendirildiğinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Her bir doz ayrı ayrı olarak kalıcı etkinlik açısından değerlendirilmiştir. Genç larvada pyriproxyfen düşük dozunda (1.15 mg/m^2) muamele sonu en yüksek ölüm 0 ay (1 gün) bekletilen yüzeyde %37.14 iken 7 gün gecikmeli ölüm düzeyinin 0 ay (1 gün) bekletilen yüzeyde en yüksek %39.29 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15). Genç larvada olduğu gibi olgun larvada pyriproxyfen düşük dozunun muamele sonu en yüksek ölüm %20 ve 7 gün gecikmeli ölüm %22.14 ile 0 ay (1 gün) bekletilen yüzeyde tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Pyriproxyfen yüksek dozunda (2.3 mg/m^2) genç larvada muamele sonu ölümler tek yönlü varyans analizine göre önemli bulunurken 7 gün gecikmeli ölümler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Olgun larvada ise pyriproxyfen yüksek dozunda (2.3 mg/m^2) muamele sonu ve 7 gün gecikmeli ölümler tek yönlü varyans analizine göre önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Genç larvada pyriproxyfen yüksek dozunda muamele sonu en yüksek ölüm 0 ay (1gün) bekletilen yüzeyde %30.71 iken 7 gün gecikmeli ölüm %31.43 ile düşük düzeyde

seyretmiştir (Çizelge 4.15). Olgun larvada ise pyriproxyfen yüksek dozunda 0 ay (1 gün) bekletilen yüzeyde muamele sonu ölüm %20 olarak tespit edilirken 7 gün gecikmeli ölüm de %22.14 düzeyinde belirlenmiştir. Sonuç olarak pyriproxfen düşük ve yüksek dozu gerek genç larvada gerekse olgun larvada kalıcı etkinlik bakımından larva ölüm düzeyinde diğer insektisitlere nazaran etkisi düşük seyretmiştir (Çizelge 4.15).



Çizelge 4.14 Farklı dozlarda pyriproxyfen uygulanmış çelik yüzeyde farklı tarihlerde 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda uygulama sonu ve 7-gün gecikmeli olarak tespit edilen ölümlere ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları

		Muamele sonu				7-gün gecikmeli				
		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	F	P	
Genç larva	1.15	Sabit	18772.32	1	112.634	0.000	22008.04	1	123.657	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	1702.68	3	3.405	0.034	1745.54	3	3.269	0.039
		Hata	4000.00	24			4271.43	24		
	2..3	Sabit	12222.32	1	124.070	0.000	16032.14	1	133.007	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	1088.39	3	3.683	0.026	675.00	3	1.867	0.162
		Hata	2364.29	24			2892.86	24		
Olgun larva	1.15	Sabit	6003.571	1	62.068	0.000	8058.036	1	67.688	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	4475.000	3	15.422	0.000	5109.821	3	14.308	0.000
		Hata	2321.429	24			2857.143	24		
	2.3	Sabit	3543.750	1	65.423	0.000	4375.000	1	107.299	0.000
		Rezüdiyel etkinlik	1981.250	3	12.192	0.000	2246.429	3	18.365	0.000
		Hata	1300.000	24			978.571	24		

Çizelge 4.15 Pyriproxyfen ile 1.15 ve 2.30 mg AI/m² dozunda muamele edilmiş çelik yüzeyde uygulamadan sonraki farklı tarihlerde (ay) 4 hafta maruz bırakılmış genç ve olgun larvalarda 4 haftalık muamele süresi sonunda ve 7-gün gecikmeli olarak belirlenen ölümler (%)

Doz (mg/m ²)	Evre	Muamele sonu				7-gün gecikmeli			
		Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay				Muameleden sonra kalıcı etkinliğin belirlendiği ay			
		0	2	4	6	0	2	4	6
1.15	Genç larva	37.14±4.74a*	22.86±5.44ab	27.86±5.22ab	15.71±4.00b	39.29±5.05a*	26.43±5.53ab	29.29±5.71ab	17.14±3.59b
	Olgun larva	32.86±4.98a*	20.00±5.00a	2.14±1.49b	3.57±1.80b	35.00±5.77a*	25.00±5.12b	4.29±2.30c	3.57±1.80c
2.30	Genç larva	30.71±3.35a*	18.57±4.59ab	20.71±4.42ab	13.57±2.10b	31.43±3.89a*	22.14±4.98a	24.29±4.81a	17.86±2.40a
	Olgun larva	20.00±3.62a*	19.29±4.00a	3.57±0.92b	2.14±1.01b	22.14±2.64a*	20.71±3.52a	4.29±1.30b	2.86±1.49b

*: Her bir doz ve larva yaşında muamele sonu ya da 7-gün gecikmeli belirlenen ölüm oranları arasında farklı küçük harf alan kalıcı etkinliğin belirlendiği aydaki ölüm oranı istatistikî anlamda farklı grubu göstermektedir (Tukey HSD test;<0.05)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez çalışmasında *Trogoderma granarium*'a yönelik deltamethrin (12 mg AI/m² ve 24 mg AI/m²), beta-cyfluthrin (10 mg AI/m² ve 20 mg AI/m²) ve pyriproxyfen (1.15 mg AI/m² ve 2.3 mg AI/m²) aktif maddelerinin 2 farklı dozunun çelik yüzeyde etkinliği ile rezüdiyel etkinliğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Her bir dozda çelik yüzeyde muamele süresini belirlemek için genç (4 haftalık) ve olgun (6 haftalık) larvalar 1, 2, 3 ve 4 haftalık muamele sürelerinde araştırılmıştır. Her bir muamele süresinin sonunda ölümlü canlı birey sayımlarından sonra canlı bireyler 1 g tam arpa unu bulunan temiz kaplara alınarak 7 gün daha bekletilmiş; bunlarda 7 gün gecikmeli ölümler belirlenmiştir. Tez çalışmasında deltamethrin, beta-cyfluthrin ve pyriproxyfen'in her iki dozunda çelik yüzeyde muamele süresinde %100 veya buna yakın ölümlerin gerçekleştiği muamele süresi çalışmanın ikinci kısmının tamamlanmasında temel unsur olmuştur.

Yapılmış çalışmada deltamethrin'in (12 mg AI/m²) düşük dozunda tespit edilmiş en yüksek ölüm oranı 4 hafta muamele sonunda %71.50; yüksek (24 mg AI/m²) dozunda %80.25 olarak saptanmıştır. Yedi gün gecikmeli ölümlere ilişkin düşük ve yüksek dozda en yüksek düzeydeki ölümler 4 haftalık muamele süresinde tespit edilmiştir. Beta-cyfluthrin ile yapılan çalışmada düşük dozda (10 mg AI/m²) en yüksek ölüm %95.75 ile 4 hafta muamelede; yüksek dozda ise (20 mg AI/m²) % 96.97 olarak belirlenmiş olup yedi gün gecikmeli ölümlerde düşük ve yüksek dozda 4 haftalık muamelede tespit edilmiştir. Pyriproxyfen'in düşük dozunda (1.15 mg AI/m²) ise genç larvada en yüksek düzeydeki ölümler 3 haftalık muamele süresinde %15.50 olarak saptanmıştır. Ancak 4 haftalık muamele süresinde %13 ölüm belirlenmiş olsa da aradaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Benzer şekilde gecikmeli ölümde 3 ve 4 haftalık muamele sonrası tespit edilen ölümler arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Pyriproxyfen'in yüksek dozunda (2.3 mg AI/m²) en yüksek ölümler 4 haftalık muamele sonunda genç larvada %15.93; olgun larvada ise %21.36 olarak belirlenmiş; yedi gün gecikmeli belirlenen ölümler genç ve olgun larva için 3 ve 4 haftalık muamele sürelerinde istatistiki açıdan fark önemsiz bulunmuştur. Bu nedenle pyriproxfen düşük ve yüksek doz çalışmalarında muamele süresi daha sonraki denemeler için 4 hafta olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler ile deltamethrin, beta-

cyfluthrin ve pyriproxyfen etken maddelerinin her birinin her iki dozunda, genç ve olgun larvalarda en yüksek ölümlerin 4 hafta muamele süresinde tespit edilmiştir.

Denemenin 2. kısmında kalıcı etkinlik çalışması 0 (1 gün), 2, 4 ve 6 ay bekletilen muamele edilmiş petriye yerleştirilmiş çelik plakalarda yürütülmüştür. Çalışma genç ve olgun larvalarla 7 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve her bir denemede muamele süresi 4 hafta (28 gün) olarak uygulanmıştır. Ölü-canlı birey sayımlarında canlı olarak tespit edilen bireyler insektisit uygulanmamış, içerisinde 1 g tam arpa unu bulunan PVC kutulara nakledilmiştir. Bu işleminden 7 gün sonra tekrar ölü-canlı birey sayımı yapılarak yedi gün gecikmeli ölümler tespit edilmiştir. Samur fırça ile larvaya dokunulduğunda herhangi bir hareket olmaması ölü; koordineli hareket edemeyen ya da dokunulduğunda kısmen de olsa tepki verenler canlı olarak değerlendirmeye alınmıştır.

Rezüdel etkinliğe ilişkin çalışmada genç larvada deltamethrin düşük dozunda (12 mg AI/m²) en yüksek ölüm oranı 0. ay bekletilen yüzeyde %71.43, yüksek dozda ise (24 mg AI/m²) %82.14 ile 2 ay bekletilen yüzeyde tespit edilmiştir. Olgun larvada ise deltamethrin düşük dozda (12 mg AI/m²) 2 ay bekletilen yüzeyde en yüksek % 65 iken yüksek dozda (24 mg AI/m²) 2 ay bekletilen yüzeyde %77.14 ile en yüksek ölüm düzeyi belirlenmiştir. Beta-cyfluthrin düşük dozda (10 mg AI/m²) genç larvalarda 60 gün bekletilen yüzeyde %96.43 ile maksimum ölüm seviyesine ulaşırken; yüksek dozda (20 mg AI/m²) 2 ay bekletilen yüzeyde %100 ve 6 ay bekletilen yüzeyde %96.43 ölüm düzeyi ile 6 aya kadar kalıcı etkinliği olduğu değerlendirilmiştir. Olgun larva için beta-cyfluthrin'in düşük dozunda (10 mg AI/m²) 0 ay bekletilen yüzeyde %87.14 ile en yüksek ölüm saptanmış olup; 2 ay bekletilen yüzeyde de %83.57'lik değerle yüksek kalıcı etkinliğini sürdürdüğü belirlenmiştir. Beta-cyfluthrin yüksek dozunda (20 mg AI/m²) ise 4 ay bekletilen yüzeyde %92.86'lık ölüm düzeyiyle kalıcı etkinliği sürdürdüğü tespit edilmiştir.

Athanassiou vd. (2015), beton yüzeyde kapra böceğinin ve *Tenebrio molitor*'un ergin, küçük ve büyük boyutlu larvalarına laboratuvar ortamında alpha-cypermethrin ve thiamethoxam aktif maddeli insektisitleri denemişlerdir. Doz, muamele süresi ve formülasyon gibi faktörler göz önünde bulundurularak çalışılmıştır. Her bir muamele

süresi sonundaki ölü bireylerin yanı sıra, 7-gün gecikmiş ölüm oranı değerlendirmesi yapılmıştır. Yedi günlük muamele sonrası, alpha-cypermethrin ile muamele edilmiş kaplarda thiamethoxam ile muamele edilenden daha fazla *Trogoderma granarium* ergini öldüğü; küçük larvaların genel olarak erginlerden daha az hassas olduğu ve 7 gün sonra, küçük larvada ölüm oranı thiamethoxam için $< \%6$ iken; alpha-cypermethrin için $\% 64.4$ olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. *Trogoderma granarium*'un büyük larvaları küçüklere kıyasla daha tolerant olup *Trogoderma granarium* erginlerinin gecikmiş ölümlerinin her iki insektisit ve dozlarında genel olarak yüksek olduğu ve 7 günlük uygulamadan hemen sonra hala hayatta kalanların $\%43.3$ ile $\%63.3$ 'ü arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışma neticesinde *Tenebrio molitor*'un *Trogoderma granarium*'dan daha duyarlı olduğu ancak alpha-cypermethrin'in, thiamethoxam'dan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ghimire vd. (2016), *Trogoderma variable* ve *Trogoderma inclusum* erginleri ve larvalarına yönelik beton yüzey üzerinde deltamethrin ve beta-cyfluthrin'in farklı dozlarında ergin (1-4 günlük) veya larvalarda (son dönem larva) çalışma yürütmüşlerdir. Yüzeye 0, 0.5, 1, 2 ve 3 ay sonra bırakıldıklarından 4 gün sonra erginler, 30 gün sonra larvalarda ölüm oranı değerlendirilmiş ve maruz kalma aralığına bağlı olarak ergin ölüm oranı her iki türde 72.4 ± 6.9 ila $\%100$ arasında gözlemlenmişken larvalarda deltamethrin için $\%18.3 \pm 5.4$ ila $\%96.7 \pm 2.1$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Beta-cyfluthrin'de ise larva ölüm oranı her iki tür için $\% 20.0 \pm 4.5$ ila $\%71.7 \pm 4.8$ arasında gözlemlenmiştir. Ghimire vd. (2017), beta-cyfluthrin ve deltamethrin'in ticari formülasyonları *Trogoderma granarium* ve *Trogoderma inclusum*'un larvalarında gecikmiş ölümlerini irdelemişlerdir. Her türden 3-4 haftalık larvalar 1, 2, 3 ve 7 gün için ilaçlanmış beton yüzeylere tatbik edilmiştir. Çalışma sonunda beta-cyfluthrin, deltamethrin ve chlorfenapyr kalıntı etkisi *Trogoderma granarium* laboratuvar ve tarla ırkının ergin ve larvalarına karşı 0-12 hafta uygulama sonrası değerlendirilmeye alınmıştır. İlk çalışmada *Trogoderma granarium* ve *Trogoderma inclusum* larvaları deltamethrin ve beta-cyfluthrin ile muamele edilmiş alanlarda maruz bırakıldığında gecikmiş ölüm oranları $< \%26$ olarak belirlenmiştir. Tarla ırkı larvaların laboratuvar ırkı larvalardan daha dayanıklı olduğu ve her iki *Trogoderma granarium* ırkı larvaları erginlerden daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir. Erginlere kıyasla larvaların tam ölüm oranını sağlamak için daha uzun maruz kalma süresi gerektiği; her üç insektisit erginlerde 3 aya kadar kalıcı etkinlik sağladığı beyan edilmiştir. Shakoori vd. (2018) *Trogoderma*

granarium'un iki popülasyonunun 4. ve 6. dönem larvalarında yürütmüş oldukları çalışmada lambda-cyhalothrin'in sublethal dozunu (LC₂₀) larvalarda denemişlerdir. Bu çalışma neticesinde lambda-cyhalothrin'in lethal dozu hesaplanarak mücadele önerisinde bulunulmuştur. Arthur vd. (2019), deltamethrin ve deltamethrin ve sinerjist piperonylbutoxide ile birleştirilmiş böcek büyüme düzenleyici methoprene formülasyonlu iki insektisit *Trogoderma granarium* (3-4 haftalık) olgun larvalarına beton yüzeyde düşük ve yüksek dozda uygulamışlardır. Tüm uygulamalarda yüksek oran düşük orandan daha etkili bulunmuştur. Bağcı (2021), *Trogoderma granarium*'a beton yüzeyde insektisitlerin kalıcı etkinlik çalışmasında deltamethrin'in yüksek dozu (20 mg AI/m²) ve beta-cyfluthrin'in yüksek dozunda (20 mg AI/m²) *Trogoderma granarium* larva dönemine karşı etkili olduğunu bildirmiştir. Scheff vd. (2020), *Trogoderma granarium* larva ölümü (orta büyüklükte larva 2-3 mm, büyük larva 4-5 mm) ve ergin çıkışını gözlemlemek için deltamethrin uygulanmış torbalarda çalışma yapmışlar ve larva ölümü ve ergin çıkışı bakımından 0.33, 1, 2, 3 veya 4 gün veya sürekli olarak etkiye maruz bırakılması neticesinde 4 gün boyunca maruz kalan larvaların % 50 ölüm oranı belirlenmiş olup sürekli maruz kalırsa %97 ölüm oranına ulaştığı beyan edilmiştir. Fiaz vd. (2018), kitin sentezi engelleyici flufenoxuron, triflufenuron ve lufenuron etken maddelerini, *Trogoderma granarium* larvaları (3. dönem) üzerinde 6, 9, 12, 15 ve 18 gün aralıklarla denemişlerdir. Deneme çalışması neticesinde her bir etken maddenin en yüksek konsantrasyonu, daha düşük konsantrasyonlardan ve uzun süreli maruziyetlerin daha kısa maruziyetlerden daha fazla etkinlik göstermiş olduğu bildirilmiştir. Ghimire vd. (2016), Ali vd. (2017), Ghimire vd. (2017), Fiaz vd. (2018), Arthur vd. (2019), Scheff vd. (2020), Ali vd. (2020), Bağcı (2021), çalışmalarında da yüksek dozun düşük dozdan daha etkili olduğu ya da muamele süresi arttıkça ölüm oranına doğrusal olarak etki ettiği belirtilmiş olup tez çalışmasında deltamethrin ve beta-cyfluthrin için elde edilen verilere paralel yönde olduğu değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasında, pyriproxyfen'in düşük dozunda (1.15 mg AI/m²) genç larvalarda 0 ay bekletilen yüzeyde en yüksek % 37.14 ölüm düzeyine ulaşılırken yüksek dozda (2.3 mg AI/m²) 0 ay bekletilen yüzeyde en yüksek %30.71'lik genç larva ölüm seviyesine ulaşılmıştır. Pyriproxyfen ile düşük dozda (1.15 mg AI/m²) olgun larvalarda 0 ay

bekletilen yüzeyde en yüksek % 32.86'lık ölüm belirlenmiştir. Yüksek dozunda (2.3 mg AI/m²) ise 0 ay bekletilen yüzeyde en yüksek % 20 oranında olgun larva ölümü gerçekleşse de 2 ay bekletilen yüzeyde de %19.29'luk ölüm düzeyiyle düşük seyreden ölüm arasında istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır. Fiaz vd. (2018) yapmış oldukları çalışmadaki gibi tez çalışmasında en yüksek konsantrasyonda daha fazla ölüm hem genç hem de olgun larvada elde edilememiştir. Ancak kullanılan aktif maddenin farklılığı, insektisit uygulandığı materyalin farklılığı, tür popülasyonunun fizyolojik düzeyi gibi parametrelerin farklılıkları tez çalışması sonuçlarıyla birebir mukayeseyi zorlaştırmıştır.

Ali vd. (2017), 7 adet böcek büyüme düzenleyici pyriproxyfen, tebufenozide, methoxyfenozide, lufenuron, flufenoxuron, triflumuron, buprofezin aktif maddelerini *Trogoderma granarium* ve *Tribolium castaneum* (3. dönem larva) larvalarına karşı dört konsantrasyonda (2.5, 5, 7.5 ve 10 ppm) pirinç, mısır ve buğdaya uygulamışlardır. *Trogoderma granarium* en yüksek ölüm düzeyi için 7 ve 14 gün sonra sırasıyla flufenoxuron etkisinin %66.96 ve %73.20 iken, triflumuron uygulandığında en düşük %32.47 ve %38.72 olarak saptanmıştır. *Tribolium castaneum*'un en yüksek larva ölümünün muameleden 7 ve 14 gün sonra flufenoxuron ile (%77.30 ve %83.54) olduğu, bunu methoxyfenozide (%70.40, %76.65), pyriproxyfen (%56.61, %62.86) ve lufenuron'un (%53.16, %59.41) takip ettiği bildirilmiştir. Ayrıca denenmiş böcek gelişim düzenleyicilerin biyoaktivitelerinin doza ve maruz kalma süresine bağlı olduğu ve buğdayda uygulamanın daha etkili sonuç verdiği belirtilmiştir. Bilal vd. (2017), *Beauveria bassiana*'nın entomopatojenik fungus ve 3 adet böcek gelişim düzenleyici (lufenuron, pyriproxyfen ve methoxyfenozide aktif maddeleri) 3 farklı dozda besine karıştırılarak 7, 14 ve 21 günlük zaman aralıklarında *Tribolium castaneum* ve *Trogoderma granarium*'da ölüm düzeylerini incelemişlerdir. *Beauveria bassiana*'da 21 gün sonra 9x10⁷ daha yüksek konsantrasyonda %66.80 ölüm oranı belirlenmiş; pyriproxyfen'de %76.66'lık ölüm ile en iyi sonuç elde edilmiş ve bunu (%73.52) methoxyfenozide, ardından (%70.56) lufenuron izlemiştir. Ali vd. (2018), *Trogoderma granarium*'da sıcaklığın (20, 25 ve 30°C) ve bağıl nem seviyelerinin (%55, 65 ve 75) üç sentetik böcek büyüme düzenleyicinin (pyriproxyfen, lufenuron ve buprofezin'in) 3 konsantrasyonda yumurta verimi ve ergin çıkışını engelleme düzeyini tahmin çalışması

yapmışlardır. Farklı sıcaklık ve bağıl nem seviyelerinde böcek gelişim düzenleyicilere maruziyet sonrasında 20 °C'de F₁ ergin çıkışları sırasıyla lufenuron, buprofezin ve pyriproxyfen ile muamele edilmiş besinle maruziyet irdelendiğinde ergin çıkışında yüksek düzeyde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bağıl nem %55 ve sıcaklık 30 °C olunca lufenuron, buprofezin ve pyriproxyfen'de sırasıyla %68.51,%47.48, %68.81 oranlarında azalma belirlenmiştir. Yumurta veriminde azalış oranı 20 °C'de sırasıyla %87.95, %80.45 ve %70.55 ile en yüksek bulunmuşken % 75 bağıl nemde yumurta veriminde sırasıyla %86.73, %83.72 ve %69.11 olarak saptanmıştır. Çalışma ile sıcaklık ve bağıl nem gibi abiyotik faktörlerin böcek gelişim düzenleyicilerin aktivitesini önemli ölçüde etkilediği ortaya konulmuştur. Ali vd. (2020), *Tribolium castaneum* ve *Trogoderma granarium*'un fertilité, yumurta verimi ve ergin çıkışına karşı çeşitli böcek büyüme düzenleyicilerinden methoxyfenozide, buprofezin, flufenoxuron, triflumuron, tebufenozide, pyriproxyfen, lufenuron etken maddeleri farklı konsantrasyonlarda test etmişlerdir. Aktif maddeleri böcek besinine uygulayarak 30±2 °C sıcaklık, %65±5 nisbi nem, 16:8 (gündüz: karanlık) fotoperiyot koşullarında muamele görmüş erginlerden elde edilen 24 saatlik yumurtalarla çalışmayı yürütmüşlerdir. Elde edilen verilere göre böcek fertilitesi ve yumurta veriminde dikkate değer bir düşüş saptamışlardır. Çalışmayla ergin çıkış etkisi bakımından en düşük pyriproxyfen'de elde edilmiştir. Boukouvala ve Kavallieratos (2020), 6 farklı insektisiti beton yüzeylere uygulayarak *Trogoderma granarium*'un yumurtadan çıkışı ve larva ölümü ile gıda varlığının bu duruma etkisini incelemişlerdir. Yumurta açılma durumunda en yüksek yüzde besin ile %87.7, besinsiz %76.7 olarak chlorfenapyr'de görülürken deltamethrin'de besin ile %76.7, besinsiz %63.3, pyriproxyfen'de besinle %50.0, besinsiz %42.2 olarak sonuç elde edilmiştir. Larvalara deltamethrin'in etkisi bakımından, %100 ölüm seviyesi besin yokluğunda 7 gün ve besin varlığında 8 gün sonra gerçekleştiği belirlenmiştir. Pyriproxyfen'de besin varlığında etkiye maruziyetten 14 gün sonra ölüm %94.1'e ulaşarak tamamen ölümün gerçekleşmediği yönünde olmuştur. Boukouvala ve Kavallieratos (2020) tarafından yapılan çalışmada yumurtadan yeni çıkmış larvaya etkileri incelenmiş olmasına karşın tez çalışmasında kullanılan larva boyutu literatür çalışmasındaki larvalardan daha büyük olması neticesinde böcekteki fizyolojik hassaslık düzeyinin farklı olacağını ve elde edilen verilere yansıtacağını akla getirmiştir. Awais vd. (2020), diyatom toprağı ve iki böcek büyüme düzenleyicisi (lufenuron ve

tebufenozid) tek başına ve kombinasyonlar halinde *Trogoderma granarium* (3. dönem) larvasına karşı buğday tanesine uygulayarak laboratuvar koşullarında test etmişlerdir. En iyi sonucu diyatom toprağı ve böcek gelişim düzenleyici ile birlikte (lufenuron + DE) uygulandığında %91.6'lık ölüm ile elde etmişlerdir.

Tez çalışmasıyla literatür çalışmaları mukayese edilince Ali vd. (2017), Bilal vd. (2017), Ali vd. (2020), Boukouvala ve Kavallieratos (2020) tarafından yapılmış çalışmalarda böcek gelişim düzenleyicilerin besine karıştırılarak uygulanması yapılmışken tez çalışmasında yüzeye uygulama yapılmıştır. Ayrıca farklı materyallere (ürün, beton, ahşap, çelik, bez çuval vb.) uygulama yapılması (Athanassiou vd. 2015, Ghimire vd. 2016, Kavallieratos vd. 2017, Arthur vd. 2018, Kavallieratos ve Boukouvala 2018, Arthur vd. 2019, Boukouvala ve Kavallieratos 2020); sıcaklık, nem ve diğer abiyotik faktörlerin etkileri (Ali vd. 2018, Wilches vd. 2019, Vassilakos vd. 2019) ile uygulama dozu (Kumari vd. 2017, Alvi vd. 2018, Fiaz vd. 2018, Khan vd. 2019, Ali vd. 2020, Ameri vd. 2020, Kılıç ve Mutlu 2020) ve süresindeki (Ghimire vd. 2017, Gourgouta vd. 2021a) değişiklikler, aktif maddelerdeki farklılıklar (Fiaz vd. 2018, Arthur vd. 2019, Kavallieratos ve Boukouvala 2019) böceğin fizyolojik faaliyetlerine (Ganbalani ve Borzoui 2017, Shakoory vd. 2018, Ali vd. 2020, Feroz 2020, Raduw ve Mohammed 2020) ve morfolojik yapısına (Khan vd. 2019, Lazarević vd. 2019) etkide önemli parametreler olduğunu yansıtmaktadır. Böceğin dönemi ve boyutunun (Kavallieratos vd. 2017, Arthur vd. 2018, Gourgouta vd. 2021b) etkileri dışında uygulanan insektisitlerin tek başına uygulanması yerine kombine (Bilal vd. 2017, Riaz vd. 2019, Anwar vd. 2020, Awais 2020, Feroz 2020, Feroz vd. 2020a, b; Mantzoukas 2020a) halde denenmesi elde edilen sonuçları etkileyen diğer unsurlar olarak görülebilir.

Ayrıca alternatif mücadele yöntemlerinde denenilen nanopartiküller (diyatom toprağı, silikon oksit, alüminyumoksit, çinko oksit), bitkisel kökenli toz ve uçucu yağlar, entomopatojenik fungus, bakulovirüs, bakteri bazlı insektisitler, modifiye atmosfer veya iyonize radyasyonla kombine uygulamalar (Ganbalani ve Borzoui 2017, Kumari vd. 2017, Alvi vd. 2018, Khan vd. 2019, Naseem vd. 2019, Panezai vd. 2019, Vassilakos vd. 2019, Ameri vd. 2020, Anwar vd. 2020, Feroz 2020, Kavallieratos vd. 2020a, b;

Kılıç ve Mutlu 2020, Mantzoukas 2020a, b; Raduw ve Mohammed 2020, Gourgouta vd. 2021a, b; Zao vd. 2021) farklı sentetik kimyasallarla farklı dönem ve koşullarda ileri düzeyde mücadele çalışmaları yürütülmesinde fikir veren yaklaşımlar olarak düşünülebilir.

Sonuç olarak deltamethrin yüksek dozunda (24 mg AI/m²) 2 ay bekletilen yüzeyde genç ve olgun larvalarla mücadelede ölüm oranı bakımından kalıcı etkinliğin 2 ay yüksek düzeyde olduğu; beta-cyfluthrin yüksek dozunda (20 mg AI/m²) genç ve olgun larvalarla mücadelede kalıcılığı etkinliğin 4 ay yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Pyriproxyfen için ise düşük (1.15mg AI/m²) ve yüksek dozda (2.30 mg AI/m²) genç ve olgun larvalarda yüksek ölüm düzeyi belirlenemezken böcek gelişim düzenleyicilerde ölüm değerleri bakımından başarı yüzdesini artırmak için farklı insektisit kombinasyonları, farklı larva yaş aralıklarında depolanmış ürüne uygulayarak etkinliğinin incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Yapılan çalışmayla deltamethrin ve beta-cyfluthrin aktif maddelerinin, *Trogoderma granarium* için boş depo mücadelesinde yer alması gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ali, Q, Hasan, M, Sagheer, M. Saleem, S. Faisal, M. Naeem, A and Iqbal, J. 2017. Screening of seven insect growth regulators for their anti-insect activity against the larvae of *Trogoderma granarium* (Everts) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Pakistan Journal of Agricultural Science, 54(3), 589-595.
- Ali, Q. Hasan, M. Shakir, H.U. Anjum, N. A. Saleem, S. Iqbal, M. Y. Qasim, M. U. Rehman, H. and Faisal, M. 2018. Transgenerational effect of insect growth regulators on the *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) under different abiotic factors. Pakistan Journal of Agriculture Science, 55 (4), 897-903. DOI:10.21162/PAKJAS/18.6077.
- Ali, Q. Rasul, A. Akhtar, M. F. Aslam, A. Shakir, H. U. Rehman, M. A. Naveed, K. Rehman, H. S. Anjum, N.A and Umar, M.Y. 2020. Effect of insect growth regulators on fecundity, fertility and adult emergence of *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Trogoderma granarium* (Everts). Pakistan Journal of Agriculture Science, 57 (3), 799-805.
- Alkan, B. 1956. A statement on *Trogoderma granarium* Everst that damage in cereals grain in Turkey. Bud, 5 (60): 6-7.
- Alvi, A. M. Iqbal, N. Bashir, M. A. Rehmani, M. I. A. Ullah, Z. Saeed, Q. Latif, A. 2018. Efficacy of *Rhazya stricta* leaf and seed extracts against *Rhyzopertha dominica* and *Trogoderma granarium*. Kuwait Journal of Science, 45(3), 64-71.
- Ameri, D. T. Hamza, A. K. Hassan, B. H. and Alhasan, A. S. 2020. Effect of essential oil of colocynth, *Citrullus colocynthis* and spearmint, *Mentha spicata* against the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 553 (2020), 012045. Doi:10.1088/1755-1315/553/1/012045.
- Anonim. 2021a. Web sitesi: <https://www.tmo.gov.tr/bilgi-merkezi/dunya-hububat-ve-bakliyat-raporu>, Erişim tarihi:05.12.2021.
- Anonim. 2021b. Web sitesi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>, Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonim. 2021c. Web sitesi: <https://tim.org.tr/tr/ihracat-rakamlari>, Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonim.2021d. Web adresi: <http://www.iib.org.tr/tr/diger-duyurular-avustralyanin-khapra-bocegi-ile-ilgili-aldigi-mucadele-tedbirleri.html>. ErişimTarihi: 05.12.2021.
- Anonim. 2021e. Web adresi: https://www.eib.org.tr/tr/Sayfa.Asp?SI_Id=7D198B1084&HID=208313639202112984824. Erişim tarihi: 05.12.2021.

- Anonim. 2021f. Web adresi: <https://daib.org.tr/Page/avustralya-nin-khapra-bocegi-ile-ilgili-aldigi-mucadele-tedbirleri-hk-6333>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonim. 2021g. Web adresi: <https://www.gaib.org.tr/tr/duyurular/avustralyanin-khapra-bocegi-ile-ilgili-aldigi-mucadele-tedbirleri-hk-3426.html>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonim. 2021ğ. Web adresi: <https://denib.gov.tr/tr/duyuru-2021-236.html>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonim. 2021h. Web adresi: <https://baib.gov.tr/tr/aktuel-sirkuler-2021-yili-sirkulerleri-2021019-sirkuler-26012021.html>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonim. 2022a. Web adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Menu/115/Resmi-Tarimsal-Ilac-Istatistikleri>, Erişim tarihi: 09.06.2022.
- Anonim. 2022b. Web adresi: <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanım/TavsiyeArama>, Erişim tarihi: 09.06.2022.
- Anonim. 2022c. 2021 Dış ticaret verileri Web adresi : [https://www.tgdf.org.tr/yayinlar/tgdf-yayinlar/\(https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2022/05/TGDF-2021-Dis-Ticaret-Raporu.pdf\)](https://www.tgdf.org.tr/yayinlar/tgdf-yayinlar/(https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2022/05/TGDF-2021-Dis-Ticaret-Raporu.pdf)) Erişim tarihi: 09.06.2022.
- Anonymous. 2021a. International year of planthealth 2020-final report. Web sitesi: <https://www.fao.org/hunger/en/>, International year of planthealth-finalreprt. <https://www.fao.org/3/cb7056en/cb7056en.pdf>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonymous. 2021b. Web sitesi: <https://gd.eppo.int/taxon/TROGGA/>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonymous. 2021c. Web adresi: <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/philadelphia-cbp-finds-destructive-khapra-beetles-household-goods>. Erişim tarihi: 05.12.2021.
- Anonymous. 2021d. Web adresi: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/resources/pests-diseases/hungry-pests/the-threat/khapra-beetle>. Erişim Tarihi: 05.12.2021.
- Anonymous. 2021e. Web adresi: <https://www.awe.gov.au/biosecurity-trade/pests-diseases-weeds/plant/khapra-beetle/urgent-actions>. Erişim Tarihi: 05.12.2021.
- Anonymous. 2022. Web adresi: <https://irac-online.org/mode-of-action/> Erişim tarihi: 07.06.2022.
- Anwar, T. Hasan, M. Ranjha, M. Hand Javed, N. 2020. Efficacy of bio-pesticides against larvae of *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae) on maize. Pakistan Journal of Agricultural Science, 57 (2), 439-445.
- 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. Journal of Insects, 10, 145. Doi:10.3390/insects10050145.
- Arthur, F. H. Ghimire, M. N. Myers, S. W. and Philips, T. W. 2018. Evaluation of pyrethroid insecticides and insect growth regulators applied to different surfaces for control of *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) the khapra beetle. Journal of Economic Entomology, 111(2), 612–619. Doi: 10.1093/jee/toy040.
- Athanassiou, C. G. Kavallieratos, N. G. Boukouvala, M. C. Mavroforos, M. E. Kontodimas, D. C. 2015. Efficacy of alpha-cypermethrin and thiamethoxam against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) and *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) on concrete. Journal of Stored Products Research, 62, 101-107.
- Athanassiou, C. G.; Kavallieratos, N. G. Boukouvala, M.C. 2016. Population growth of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on different commodities. Journal of Stored Products Research, 69, 72-77.
- Athanassiou, C. G. Phillips, T. Wabdi Wakil, W. 2019. Biology and control of the khapra beetle, *Trogoderma granarium*, a major quarantine threat to global food security. Review. Journal of stored product research, 64, 131-148.
- Awais, M. Zeeshan, M. Hasan, M. Sagheer, Asif, M.U. Ali, Q. Zaman, S. 2020. Combined effect of diatomaceous earth and insect growth regulators against *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). Science Letters, 8(2), 55-60. ISSN 2345-5463.
- Bağcı, F. 2021. Bazı insektisitlerin beton yüzeyde *Trogoderma granarium* Everts'a (Coleoptera: Dermestidae) etkinliği üzerinde araştırmalar. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 144, Ankara.
- Bağcı, F. Yılmaz, A. Ertürk, S. 2014. Bitki Koruma Bülteni, 24(1); 69-78.
- Bilal, M. Ranjha, M. Hand Bashir, N. H. 2017. Comparison of *Beauveria bassiana* with IGRs against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 5(6), 113-116.
- Boukouvala, M. C. and Kavallieratos, N. G. 2020. Effect of six insecticides on egg hatching and larval mortality of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). Journal of insects, 11, 263. Doi:10.3390/insects11050263.
- Bulak, Y. Yıldırım, E. Kadej, M. Háva, J. 2013. Contribution to the knowledge of the Dermestidae (Coleoptera) fauna of Turkey, 37, 621-626.
- Burges, H. D. 1959. Studies on the dermestid beetle, *Trogoderma granarium*. III. Ecology in malt stores. Annals of Applied Biology, 47, 445-462.

- Burges, H. D. 1963. Studies on the dermestid beetle, *Trogoderma granarium*. VI. factors inducing diapause. Bulletin of Entomological Research 54, 571-587.
- Donahaye, E. J. and Messer E. 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7, The Allan Shawn Feinstein World hunger Program, Brown University, USA, 19s.
- Emekci, M. Ferizli, A. G. Tunçbilek, A. Ş. Işıkber, A. A. Akan, K. Tütüncü, Ş. 2015. Depolanmış ürün zararlılarıyla mücadele, In: Türkiye Ziraat Mühendisliği 8. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 2, 7 46-778.
- Ergül, C. Dörtbudak, N. Akülke, A. 1972. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki hububat ve mamulleri ile bakliyat anbar zararlılarının yayılışı ve zararı üzerinde araştırmalar. Bitki koruma bülteni, 12 (2), 129-143).
- Ertürk, H. 1956. An important pest, *Trogoderma granarium* on crop sensilaged. Bud, 5 (50): 16-17.
- Esin, T. 1955. Distribution, morphology, biology and control of *Trogoderma granarium* Everst. T.M.O. Publications, Kars Printing, Ankara, 24 pp. In: Öztemiz, S. Doğanlar, M. Invasive plant pests (Insecta and Acarina) of Turkey. 2015. Munis Entomology and Zoology Journal, 10 (1); 144-159.
- Faber, W. 1971. Khapra beetle, a dangerous citizen of the world. Pflanzenschutz 24, 65-68.
- Ferizli A.G., Emekci, M. 2009. Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara. Web adresi: https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/19fec2f129fbdba_ek.pdf. Erişim tarihi: 30.06.2022.
- Feroz, A. 2020. Efficacy and cytotoxic potential of deltamethrin, essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Cinnamomum camphora* and their synergistic combinations against stored product pest, *Trogoderma granarium* (Everts). Journal of Stored Products Research, 87 (2020), 101614.
- Feroz, A. Shakoory, A. R and Shakoory, F. R. 2020a. Effect of sublethal doses of bifenthrin and chlorpyrifos administered alone and in combinations on esterases of stored grain pest, *Trogoderma granarium*. Pakistan Journal of Zoology, 1-12. Doi: <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20200501083425>.
- Feroz, A. Shakoory, F. R. Riaz, T. Shakoory, A. R. 2020b. Development of resistance in stored grain pest, *Trogoderma granarium* (Everts) against deltamethrin and its effective control by synergistic toxicity of bifenthrin and chlorpyrifos. Journal of Stored Product Research, 88, 101673.
- Fiaz, M. Ali, A. Ahmad, F. Hasan, M. U. Sagheer, M. Serrao, J. E. Zancunio, J. C. Shareef, M. and Liu, J. 2018. Comparative potential of chitin synthesis inhibitors against *Trogoderma granarium* E. (Coleoptera: Dermestidae) for stored wheat management in Pakistan. Pakistan Journal of Agriculture Science, 55(4), 949-954.

- Ganbalani, G. B. Borzoui, E. 2017. Acute toxicity and sublethal effects of *Artemisia sieberi* Besser on digestive physiology, cold tolerance and reproduction of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20, 285–292.
- Ghimire, M. N. Arthur, F. H. Myers, S. W. Phillips, T. W. 2016. Residual efficacy of deltamethrin and b-cyfluthrin against *Trogoderma variabile* and *Trogoderma inclusum* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research*, 66, 6–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2015.12.002>.
- Ghimire, M. N. Myers, S. W. Arthur, F. H. Phillips, T. W. 2017. Susceptibility of *Trogoderma granarium* Everts and *Trogoderma inclusum* LeConte (Coleoptera: Dermestidae) to residual contact insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 72, 75–82.
- Gourgouta, M. Agrafioti, P. Athanassiou, C. G. 2021a. Immediate and delayed effects of short exposures to phosphine on adults and larvae of the khapra beetle, *Trogoderma granarium*. *Journal of Stored Product Research*, 90, 101737.
- Gourgouta, M. Agrafioti, P. Athanassiou, C. G. 2021b. Insecticidal effect of phosphine for the control of different life stages of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Crop Protection*, 104, 105409.
- Hadaway, A.B. 1956. The biology of the dermestid beetles, *Trogoderma granarium* and *Trogoderma versicolor*. *Bulletin of Entomological Research*, 46, 781–796.
- Hinton, H.E. 1945. A monograph of the beetles associated with stored products. Vol. 1. British Museum (Natural History), London, UK.
- Honey, S. F. Bajwa, B. Mazhar, M. S. Wakil, W. 2017. *Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae), An alarming threat to rice supply chain in Pakistan. *International Journal of Entomological Research*, 05 (01), 23–31.
- Howe, R. W. 1952. Entomological problems of food storage in northern Nigeria. *Bulletin of Entomological Research*, 43, 111–144.
- Karnavar, G. K. 1972. Mating behaviour and fecundity in *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research*, 8, 65–69.
- Kavallieratos, N. G. Athanassiou, C. G. Boukouvala, M. C. Tsekos, G. T. 2019. Influence of different non-grain commodities on the population growth of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 81, 31–39.
- Kavallieratos, N. G. Athanassiou, C. G. Diamantis, G. C. Gioukari, H. G. Boukouvala, M. C. 2017. Evaluation of six insecticides against adults and larvae of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) on wheat, barley, maize and rough rice. *Journal of Stored Products Research*, 71, 81–92.

- Kavallieratos, N. G. Boukouvala, M. C. 2018. Efficacy of four insecticides on different types of storage bags for the management of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) adults and larvae. *Journal of Stored Products Research*, 78, 50-58.
- Kavallieratos, N. G. Boukouvala, M. C. 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.
- Kavallieratos, N. G. Boukouvala, M. C. Ntalli, N. Kontodimas, D. C. Cappellacci, L. Petrelli, R. Ricciutelli, M. Benelli, G. Maggi, F. 2020a. Efficacy of the furanosesquiterpene isofuranodiene against the stored product insects *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrychidae) and *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research*, 86, 101553.
- Kavallieratos, N. G. Boukouvala, M. C. Ntalli, N. Skourti, A. Karagianni, E. S. Nika, E. P. Kontodimas, D. C. Cappellacci, L. Petrelli, R. Cianfaglione, K. Morshedloo, M.R. Taponjoui, L. A. Rakotosaona, R. Maggi, F. Benelli, G. 2020b. Effectiveness of eight essential oils against two key stored-product beetles, *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Trogoderma granarium* Everts. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 139, 111255.
- Khan, S. A. Ranjha, M. H. Khan, A. A. Sagheer, M. Abbas, A. and Hassan, Z. 2019. Insecticidal efficacy of wild medicinal plants, *Dhatura alba* and *Calotropis procera*, against *Trogoderma granarium* (Everts) in wheat store grains. *Pakistan Journal of Zoology*, 51(1), 289-294.
- Kılıç, A. Mutlu, Ç. 2020. Yerli bazı diatom topraklarının laboratuvar koşullarında khapra, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae), larvalarına karşı biyolojik etkinliği. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(1), 44-54.
- Kumari, A. Richa, K. Prabha, A. Singh, N. S. Sharma, R. Patanjali, P. K. 2017. Toxicity effects of neem oil with *Prosopis juliflora* (Leguminosae) extract against Khapra beetle *Trogoderma granarium* (Everts.) *International Journal of Entomology Research*, 2(6), 49-53.
- Lazarević, M. Kavallieratos, N. G. Nika, E. P. Boukouvala, M. C. Skourti, A. Žikić, V. Papanikolaou, N. E. 2019. Does the exposure of parental female adults of the invasive *Trogoderma granarium* Everts to pirimiphos-methyl on concrete affect the morphology of their adult progeny? A geometric morphometric approach. *Journal of Environmental Science and Pollution Research*, 26, 35061–35070. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06120-y>.
- Lowe, S. Browne, M. Boudjelas, S. DePoorter, M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: A selection from the global invasive species database. Auckland, New Zealand. The invasive species specialist group (ISSG) a specialist group of the species survival commission (SSC) of the world conservation union

(IUCN), 12pp, 6-7. Web adresi: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-126.pdf>. Erişim tarihi: 15.02.2022.

- Mantzoukas, S. Kalyvas, N. Ntoukas, A. Lagogiannis, I. Farsalinos, K. Eliopoulos, P. A and Poulas, K. 2020a. Combined toxicity of cannabidiol oil with three bio-pesticides against adults of *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica*, *Prostephanus truncatus* and *Trogoderma granarium*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17, 6664. Doi:10.3390/ijerph17186664.
- Mantzoukas, S. Korbou, G. Magita, A. Eliopoulos, P. A and Poulas, K. 2020b. Leguminous seeds powder diet reduces the survival and development of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Biology, 9 (204),1-9. Doi:10.3390/biology9080204.
- Morschel, J. R., 1972. Insect pests not known to occur in Australia. Part 1.Common wealth of Australia. Department of Health, Canberra.
- Nair, K.S.S.; Desai, A.K. 1972. Some new findings on factors inducing diapause in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). Journal of Stored Product Research, 8, 27-54.
- Naseem, M. Sadaf, S. Bibi, S. Rehman, H. Hassan, M. Aziz, S. Ullah, I. 2019. Evaluation of a NIAB Gold castor variety for biodiesel production and biopesticide. Journal of Industrial Crops & Products,130, 634–641.
- Özar, İ. Yücel, A. 1982. Güneydoğu Anadolu bölgesinde ambarlanan hububat ürün zararlıları üzerinde sürvey çalışmaları. Bitki Koruma Bülteni, 22(2).
- Özgen, İ. &Háva, J. 2018. First faunistical records of Dermestidae (Coleoptera) in Elazığ province (Turkey). Munis Entomology & Zoology, 13 (1): 282-284.
- Panezai, G. M. Javaid, M. Shaid, S. Noor, W. Bibi, Z and Ejaz, A. 2019. Effect of four plant extracts against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*. Pakistan Journal of Botanical,51(3), 1149-1153.
- Raduw, G. G. Mohammed, A. A. 2020. Insecticidal efficacy of three nanoparticles for the control of khapra beetle (*Trogoderma granarium*) on different grains. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 36, 90-100.
- Riaz, T. Shakoory, F. R. Mansoor, H. Khan, S and Saleem, M. A. 2019. Efficacy of mixture of pesticides on the mortality and energy reserves of a stored grain pest *Trogoderma granarium* Everts. Pakistan Journal of Zoology, 51 (6), 2297-2309.
- Scheef, D. S. Arthur, F. H. Myers, S. W and Domingue, M. J. 2020. Efficacy determination of commercial deltamethrin-treated storage bags on *Trogoderma granarium* Everts adults and larvae. Journal of Agronomy, 10, 814. Doi.org/10.3390/agronomy10060814.

- Shakoori, F. R. Feroz, A. Gondal, A. Akram, S. and Riaz, T. 2018. Impact of λ -cyhalothrin on carbohydrate metabolizing enzymes and macromolecules of a stored grain pest, *Trogoderma granarium*. Pakistan Journal of Zoology, 50 (4), 1467-1474. DOI:<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.4.1467-1474>.
- Singh, A. Chand, P. Vishwakarma, Rand Singh, C. K. 2017. Khapra beetle (*Trogoderma granarium* Everts): a food security threat (review article). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 6 (11), 14-19. ISSN 2277-1808.
- Tezcan, S. Karsavuran, Y. Pehlivan, E. Háva, J. 2004. Contribution to the Dermestidae (Coleoptera) fauna of Turkey along with new records. Türkiye Entomoloji Dergisi, 28 (1): 27-37.
- Vassilakos, T. N. Riudavets, J. Castañé, C. Iturralde-Garcia, R. D. And Athanassiou, C. G. 2019. Efficacy of modified atmospheres on *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Economic Entomology, 112 (5), 2450–2457. Doi:10.1093/jee/toz139.
- Wilches, D. W. Laird, R. A. Floate, K. D. and Fiels, P. G. 2019. Control of *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) using high temperatures. Journal of Economic Entomology, 112(2), 963–968. doi: 10.1093/jee/toy379.
- Zengin, E. Karaca, İ. 2019. Uşak ilinde depolanmış buğdaylarda bulunan zararlı ve yararlı böcek türleri ve yaygınlıklarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23 (3); 738-742.
- Zhao, Q.Y. Li, T. X. Song, Z. J. Sun, T. Liu, B. Han, X. Li, Z. H. and Zhan, G. P. 2021. Combination of modified atmosphere and irradiation for the phytosanitary disinfestation of *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). Journal of insects, 12, 442. <https://doi.org/10.3390/insects12050442>.

EKLER

EK 1 Türkiye’de Depolanmış Ürünlerde Görülen Belli Başlı Önemli Entomolojik Zararlılar

Bilimsel adı	Türkçe adı	Takım : Familya	Ana konukçu
<i>Sitophilus granarius</i> (L.)	Buğday biti	Coleoptera : Curculionidae	Tahıl
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)	Pirinç biti	Coleoptera : Curculionidae	Tahıl
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky)	Mısır biti	Coleoptera : Curculionidae	Mısır
<i>Tribolium confusum</i> (JacquelinuVal)	Kırma biti	Coleoptera : Tenebrionidae	Tahıl
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Un biti	Coleoptera : Tenebrionidae	Tahıl
<i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	Ekin kambur biti	Coleoptera : Bostrychidae	Tahıl
<i>Trogoderma ganarium</i> (Everts)	Kapra böceği	Coleoptera : Dermestidae	Tahıl
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Testereli böcek	Coleoptera : Silvanidae	Tahıl,kuru meyve
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	Küçük kırma biti	Coleoptera : Cucujidae	Tahıl
<i>Carpophilus hemipterus</i> (L.)	Ekşilik böceği	Coleoptera : Carpophilidae	Kuru incir
<i>Lasioderma serricorne</i> (F.)	Tatlı kurt	Coleoptera : Anobiidae	Tütün
<i>Sitotraga cerealella</i> (Olivier)	Arpa güvesi	Lepidoptera : Gelechiidae	Tahıl
<i>Ephestia kuehniella</i> (Zeller)	Değirmen güvesi	Lepidoptera : Pyralidae	Tahıl (Un fabrikaları)
<i>Ephestia cautella</i> (Walker)	İncir kurdu	Lepidoptera : Pyralidae	Kuru incir
<i>Ephestialutella</i> (Hübner)	Tütün güvesi	Lepidoptera : Pyralidae	Tütün
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)	Kuru meyve güvesi	Lepidoptera : Pyralidae	Tahıl , kuru meyve
<i>Liposcelis bostrychophila</i> Badonnel	-	Psocoptera : Liposcelidae	Tahıl
<i>Acarus siro</i> (L.)	Un akarı	Acari : Acaridae	Tahıl
<i>Lepidoglyphus destructor</i> (Schränk)	-	Acari : Glycyphagidae	Tahıl
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schränk)	Küf akarı	Acari : Acaridae	Tahıl

(Emekci vd. 2015)

EK 2 Dünya Çapında *Trogoderma granarium*'un Ülkelere Göre Dağılım Çizelgesi

<i>Trogoderma granarium</i> Everts	Var olmayan, sürveyle doğrulanan	Var olmayan, yakalanmış	sadece	Var olmayan, edilmiş	eradike	Var olmayan, zararlı artık yok	Var olmayan, güvenilir olmayan kayıt	Var, detay olmayan	Var, sınırlandırılmış dağılım	Var, yaygın
Amerika kıtası	Uruguay	-		Amerika Birleşik Devletleri (Arizona, California, Maryland, Michigan, New Jersey, New Mexico, New York, Pennsylvania, Texas)		Meksika, Venezuela	-	-	-	-
Avrupa kıtası	İspanya	Avusturya, Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, İtalya, Polonya, Portekiz, Slovakya, İsviçre, İsveç,		Almanya, Macaristan		Belçika, Danimarka, İrlanda, Lüksemburg, Hollanda, Rusya, Birleşik Krallık, İngiltere	İtalya (Sicilya), Sırbistan	-	Türkiye	Kıbrıs
Afrika kıtası	-	-		Güney Afrika		Kenya, Sierra Leone, Tanzanya	Angola, Fildişi Sahili, Gine, Mozambik, Reunion	Burkina Faso, Libya, Mali, Moritanya, Nijer, Senegal, Somali, Sudan, Zambiya	Mısır, Nijerya	Cezayir, Fas, Tunus, Zimbabve
Asya kıtası	-	-		Japonya, Malezya		Tayvan, Endonezya	Çin, Malezya (Batı), Filipinler, Tayland	Afganistan, Hindistan, Irak, İran, Kore, Lübnan, Myanmar, Nepal, Pakistan, Suudi Arabistan, Sri Lanka	Bangladeş, (Rajasthan), İsrail, Yemen	Suriye
Okyanusya kıtası	-	Avustralya		-		Yeni Zelanda	-	-	-	-

(Anonymous 2021b)

EK 3 Avustralya’da İhracatta Yüksek Riskli Olarak Bildirilen Bitkisel Ürünler

Ürün adı	Latince adı
Pirinç	<i>Oryza sativa</i>
Nohut	<i>Cicer arietinum</i>
Kabakgiller tohumu	<i>Cucurbita spp.</i> , <i>Cucumis spp.</i> ve <i>Citrullus spp.</i>
Kimyon tohumu	<i>Cuminum cyminum</i>
Aspir tohumu	<i>Carthamus tinctorius</i>
Fasulye tohumu	<i>Phaseolus spp.</i>
Soya fasulyesi	<i>Glycine max</i>
Maş fasulyesi, börülce	<i>Vigna spp.</i>
Mercimek	<i>Lens culinaris</i>
Buğday	<i>Triticum aestivum</i>
Kişniş tohumu	<i>Coriandrum sativum</i>
Kereviz tohumu	<i>Apium graveolens</i>
Yer fıstığı	<i>Arachis hypogaea</i>
Kuru biberler / kırmızı biber	<i>Capsicum spp.</i>
Bakla fasulyesi	<i>Vicia faba</i>
Güvercin bezelye	<i>Cajanus cajan</i>
Bezelye tohumu	<i>Pisum sativum</i>
Rezene tohumu	<i>Foeniculum spp.</i>

(Anonim 2021d, e, f, g, ğ, h)

EK 4 Bitki Koruma Ürünü Olarak Depo Zararlılarında Tavsiye Edilen İnsektisitler

Etkili Madde	Tahıl ve mamülleri	Kuru Meyve	Baklagil	Tütün (ambar)	Depo/Ambar
Kahcı Etkili Pestisitler					
50 g/lt Deltamethrin EC	20 ml / ton mahsül (1 Lt suya)	-	-	-	20 ml /1 00 m ² (en fazla 10 lt su ile) Tahta yüzey:14 gün Beton yüzey:21 gün
50 g/ltDeltamethrin SC	-	-	-	-	30 ml/100 m ² (en fazla 5 lt su ile)
500 g/lt Pirimiphos methyl EC	-	-	-	-	300 ml / 100 m ² alana ürün depoya konulmadan 20-25 gün evvel
250 g/lt Piperonyl Butoxide +25 g/lt Deltamethrin EC	6 ay için:10 ml ilaç + 1 L su/ton 12 ay için: 20 ml ilaç + 1 L su/ton mahsül uygulama şekli : mahsül üzerine direk spreyleme	-	-	-	40 ml ilaç / 100 m ² Uygulama şekli:yüzey spreyi uygulaması
650 g/lt Malathion EC	-	-	-	-	200 ml / 100 m ² alana
190 g/lt Malathion EC	-	-	-	-	650 ml / 100 m ² alana boş ambar ilaçlaması ürün depoya konulmadan 20-25 gün evvel
%25 Malathion WP	-	-	-	-	500 g / 6 lt su /100 m ² alana ürün depoya konulmadan 20-25 gün evvel
Fümigantlar					
%57Aluminium fosfit tablet (TB) / toz (DP)	1 poşet (34 g)/ 3,6 ton / 4 m ³ /60-150 çuval	1-3 adet (3-9 g) / m ³ ya da 1 poşet (34 g) / 11 m ³	1 ad. (3g) / m ³	1 ad. (3g)/m ³	-
%2 Fosfin gazı	-	-	-	-	1000 ppm (fosfin gazı) / m ³
%98 Methyl Bromide	35 g/m ³	-	35 g/m ³	-	-
%99,8 Sulphuryl fluoride	-	100g/ m ³	-	-	-

(Anonim 2022b)