

**FARKLI DİATOM PREPARATLARININ ALTLIK BÖCEĞİ, *Alphitobius diaperinus*
(Coleoptera: Tenebrionidae) ERGİN VE LARVALARINA KARŞI ETKİNLİĞİ**

SEMA GÖKCE

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

2024

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



FARKLI DİATOM PREPARATLARININ ALTLIK BÖCEĞİ, *Alphitobius diaperinus*
(Coleoptera: Tenebrionidae) ERGİN VE LARVALARINA KARŞI ETKİNLİĞİ

SEMA GÖKCE

ORCID: 0009-0009-6258-1617

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

TEMMUZ-2024
Her hakkı saklıdır.

ÖZET

FARKLI DIATOM PREPARATLARININ ALTLIK BÖCEĞİ, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) ERGİN ve LARVALARINA KARŞI ETKİNLİĞİ

Sema GÖKCE

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

Bu çalışmada önemli bir zararlı olan *Alphitobius diaperinus* ergin ve larvalarına karşı Detech[®], Detech[®] WP 95 ve Silicosec[®] ticari diatom toprağı formülasyonların insektisidal etkinliği araştırılmıştır. Detech[®] ve Silicosec[®]'in 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 6 ve 9 g/m², Detech[®] WP 95 1, 3, 6 ve 9 g/m² konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Plastik kutuların 17x12x6 cm ebatlarındaki tabanına çimento karışımı dökülmüş ve kurutulmuştur. Toz uygulamada diatomlar belirlenen konsantrasyonlarda fırça ile yüzeye dağıtılmıştır. Islanabilir toz formülasyonda belirlenen konsantrasyonlarda hazırlanarak Airbrush sprayer ile yüzeye püskürtülmüştür. Her bir uygulamada 15'er adet birey kullanılmış, her denemede 0,2 g kepek parçası besin olarak konulmuştur. Biyolojik testler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup, uygulamayı takip eden 1., 3., 5., 7., 9. ve 14. günlerde ölü canlı birey sayımları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Detech[®] larva toz denemesinde 1.günden itibaren tüm konsantrasyonlarda ölüm görülürken 0,25 g/m²'de 1.günde %22, 1,5 g/m²'de 3.günde %100 ölüm elde edilmiştir. Ergin dönemde ise 3 g/m² konsantrasyonunda erginlerin 3. günde %100 oranında ölüm elde edilmiştir. Silicosec toz uygulamasına larvaların tamamını 2 g/m² konsantrasyonda 3.günde, erginlerde ise 6 g/m² konsantrasyonda 5.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Detech WP 95 uygulamasında ise larvalarla yapılan denemede 6 g/m²'de 3.günde %100 ölüm oranı gözlenirken erginlerde %100 ölüme 9.günde ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Sonuçlara genel olarak bakıldığında diatomun *A.diaperinus* larva ve erginlerine karşı oldukça etkili olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada Detech'in *A.diaperinus* larva ve erginlerine karşı Silicosec'e göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Diatomun organik bir ürün olması, kimyasal kullanımını sınırlayacağı ve bu türün mücadelesindeki etkileri ele alındığında kimyasallara alternatif olarak kullanılabileceği yönünde umut vadeden bir ürün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Alphitobius diaperinus*, Detech[®], Detech[®] WP 95, Silicosec[®], beton yüzey

ABSTRACT

EFFICACY OF DIFFERENT DIATOMOCEUS EARTH PREPARATION AGAINST LARVAE AND ADULTS OF LESSER MEALWORM, *Alphitobius diaperinus* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

Sema GÖKCE

Plant Protection Department

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

In this study, insecticidal efficacy of Detech[®], Detech[®] WP 95 and Silicosec[®] commercial diatomaceous earth formulations were investigated against *Alphitobius diaperinus* adults and larvae, which is an important pest. Detech[®] and Silicosec[®] were used at concentrations of 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 6 and 9 g/m², Detech[®] WP 95 at concentrations of 1, 3, 6 and 9 g/m². The cement mixture was poured on the bottom of the plastic boxes with 17x12x6 cm and dried. Wettable powder formulation was prepared at the concentrations determined in the formulation and sprayed on the surface with an airbrush sprayer. In each treatment, 15 individuals were used and 0,2 g of bran pieces were used as food in each experiment. Biological tests were carried out in 3 replicates and dead individuals were counted on the 1st, 3rd, 5th, 7th, 9th and 14th days following the application. According to the results obtained; in the Detech powder experiment, larval mortality was observed at all concentrations starting from the 1st day. 0,25 g/m² 22% mortality was observed on the 1st day and at 1,5 g/m² 100% mortality was observed on the 3rd day and 100% mortality was obtained on the 3rd day at 3 g/m² concentration for adults. In Silicosec[®] powder treatment, 100% mortality of the larvae was observed on the 3rd day at a concentration of 2 g/m², whereas 100% mortality of the adults was obtained on the 5th day at a concentration of 6 g/m². In Detech[®] WP 95 application, 100% mortality of the larvae was observed on the 3rd day at 6 g/m² in the experiment, whereas 100% mortality of the adults was observed on the 9th day. Detech[®] was found to be more effective than Silicosec[®] against *A.diaperinus* larvae and adults. In conclusion, diatomaceous earth is a promising product that can be used as an alternative to the chemicals for the control of *A.diaperinus* since it is an organic product and effective against *A.diaperinus* larvae and adults.

Keywords: *Alphitobius diaperinus*, Detech[®], Detech[®] WP 95, Silicosec[®], concrete surface

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
TEŞEKKÜR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	3
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	10
2. MATERYAL VE METOT	11
2.1 Materyal	11
2.1.1 Altlık böceği, <i>Alphitobius diaperinus</i> Panzer, 1797	11
2.1.1.1 <i>Alphitobius diaperinus</i> 'un sistematikteki yeri.....	11
2.1.2 <i>Alphitobius diaperinus</i> 'un ergin özellikleri	11
2.1.3 <i>Alphitobius diaperinus</i> 'un larva özellikleri	12
2.1.4 <i>Alphitobius diaperinus</i> , Altlık böceği böcek kültürü.....	12
2.1.5 Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprağı preparatları.....	13
2.2 Metot	13
2.2.1 Biyolojik Denemeler	13
2.2.1.1 <i>Detech</i> [®] ve <i>Silicosec</i> [®] Toz Uygulamaları	13
2.2.1.2 <i>Detech</i> [®] WP 95 Suda Islanabilir Toz Uygulama	14
2.2.1.3 Verilerin Değerlendirilmesi ve Analizi	16
3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	17
3.1 <i>Detech</i> [®] toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvaları ile yürütülen biyolojik testler.....	17
3.2 <i>Detech</i> [®] toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> erginleri ile yürütülen biyolojik testler	19
3.3 <i>Silicosec</i> [®] toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvaları ile yürütülen biyolojik testler.....	20
3.4 <i>Silicosec</i> [®] toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> erginleri ile yürütülen biyolojik testler	22
3.5 <i>Detech</i> [®] WP 95 (Suda Islanabilir Toz) sulu uygulamaların farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvaların ölüm oranları	23

3.6 Detech® WP 95 (Suda Islanabilir Toz) sulu uygulamaların farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> erginlerin ölüm oranları.....	25
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	37



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Detech® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvalarının ölüm oranları.....	17
Çizelge 3.2. Detech® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> erginlerinin ölüm oranları.....	19
Çizelge 3.3. Silicosec® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvalarının ölüm oranları.....	21
Çizelge 3.4. Silicosec®'in farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> erginlerinin ölüm oranları	22
Çizelge 3.5. Detech® WP 95 uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvalarının ölüm oranları.....	24
Çizelge 3.6. Detech® WP 95 uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Alphitobius diaperinus</i> erginlerinin ölüm oranları.....	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Denemelerde kullanılan <i>Alphitobius diaperinus</i> ergininin görüntüsü.....	11
Şekil 2. 2. Denemelerde kullanılan <i>Alphitobius diaperinus</i> larvasının görüntüsü	12
Şekil 2. 3. Denemelerde kullanılan <i>Alphitobius diaperinus</i> kültürünün görüntüsü	12
Şekil 2. 4. Denemelerde kullanılan Silicosec [®] , Detech [®] ve Detech [®] WP 95 preparatlarının görüntüsü	13
Şekil 2. 5. Detech [®] ve Silicosec [®] toz uygulaması yapılan kutuların görüntüsü.....	14
Şekil 2. 6. Hazırlanan Detech [®] WP 95 sulu çözeltisinin görüntüsü.....	15
Şekil 2. 7. Biyolojik testlerde yüzey ilaçlaması için kullanılan Airbrush kompresörünün görüntüsü	15
Şekil 2. 8. Yüzey uygulaması yapılan kutuların kuruduktan sonraki görüntüsü.....	16
Şekil 2. 9. Denemelerde ölü olarak kabul edilen <i>Alphitobius diaperinus</i> larva (a) ve erginlerinin (b) görüntüsü	16

SİMGELER DİZİNİ

+	Artı
±	Artı veya eksi değeri ifade etmektedir
>	Büyüktür
-	Eksi
=	Eşittir
γ	Gama
<	Küçüktür
(Parantez
®	Registered Mark



KISALTMALAR DİZİNİ

Abbott	Ölüm Oranları Düzeltme Formülü
Al ₂ O ₃	Alüminyum Oksit
ANOVA	Varyans Analizi
CaO	Kalsiyum Oksit
CM	Santimetre
DE	Diatom Toprağı
EC	Emülsiyon Konsantre
Fe ₂ O ₃	Demir (III) Oksit
G	Gram
K ₂ O	Potasyum Oksit
KG	Kilogram
LC	Lethal Konsantrasyon
M ²	Metrekare
MgO	Magnezyum Oksit
ML	Mililitre
MM	Milimetre
Na ₂ O	Sodyum Oksit
pH	Bir Çözeltinin Asitlik veya Bazlık Derecesi
PH ₃	Fosfin
Ppm	Milyonda Bir Birime Verilen İsim
SH	Standart Hata
SiO ₂	Silisyum Dioksit
TiO ₂	Titanyum Dioksit
Tukey	En Küçük Önemlilik Fark Testi
WP	Islanabilir Toz

TEŞEKKÜR

Beni her zaman her konuda destekleyen üzerimde emeği çok büyük olan başta saygıdeğer danışmanım, Prof. Dr. Özgür SAĞLAM olmak üzere eğitimim süresince bana destek olan Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ndeki bütün hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Değerli arkadaşlarım Aslı TANI, Şeyda Nur PALA, Betül TUNCA, Burcu UYSAL'a ayrıca laboratuvar ekibimizdeki tüm arkadaşlarıma verdikleri yardım ve desteklerden dolayı teşekkür ederim. Her süreçte sabırla yanımda olan ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sema GÖKCE

Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Tahıllar insanların ve hayvanların beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tahıllar günlük enerji ihtiyacının %55-65'ini karşılamaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamasının yanı sıra ucuz olması, kolay temin edilmesi, dayanıklı olması ve doyurucu özellikleri nedeniyle de oldukça fazla tercih edilmektedir (Köse ve Mut, 2018). Günümüzde hızla artan nüfus ve hastalıklar nedeniyle de tahılların önemi her geçen gün giderek artmaktadır. Tarım yapılan alanların azalması nedeniyle birim alandan elde edilen tahıl ürünleri miktarlarının maksimum seviyeye çıkarılması istenmekte ve ürün kaybının minimum seviyede tutulması büyük önem taşımaktadır.

Tahılların kaybını etkileyen birçok faktör olmakla birlikte en önemli kayıplardan biri, tahılların taşınması ve depolanması sırasında oluşan kayıplardır. Depolama sırasında meydana gelen kayıpların en önemli sebebi ise depo zararlılarının oluşturduğu kayıplardır. Zararlılar uygun koşullar altında hızla çoğalarak tahıl ürünleri ile beslenmekte ve ağırlık kaybı oluşturmakta hem de tahıl ürünlerini kirletmektedirler (Keskin ve Özkaya, 2013). Dolayısıyla ürünlerin kalitesini etkilemektedirler. Sağlıklı depolama koşulları oluşturulurken tahıllardaki böcek istilasının erken tespiti istilanın ekonomik boyutlara ulaşmasını önlemekte ve mücadeleyi kolaylaştırmaktadır (Athanassiou ve Buchelos, 2001).

Altık böceği (*A.diaperinus*) tahıl işleme ve depolama tesislerinde önemli kayıplara yol açan bir zararlıdır. Altık böceği depolarda buğday, arpa, mısır, pirinç gibi tahıllarla sekonder olarak beslenmektedir (Rumbos, Pantazis ve Athanassiou, 2020). Bu ürünlerle beslenmesi sırasında mikroorganizma faaliyetlerini arttırdığı için ürünlerin nemlenmesine ve kızıışmasına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla tahıl ürünleri küflenmekte ve ürün kayıpları meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda bu zararlının önceleri sadece tahıl ürünleriyle ilişkilendirilmiş olduğunu, ilerleyen çalışmalara bakıldığında ise kümeslerde de büyük problemlere yol açtığı bildirilmiştir (Rumbos, Karapanagioditis, Mente, Athanassiou, 2019).

A.diaperinus kanatlıların beslenmesi için yem olarak kullanılan tahıl ve tahıl ürünleriyle kanatlı üretim tesislerine giriş yapmakta ve uygun koşullar altında buradaki altık materyalinde hızlıca çoğalabilmektedir (Schroeckenstein, Meier-Davis, Graziano, Falomo ve Bush, 1988). Kanatlı üretim tesislerinde bulunduğu, kanatlıların kanatları altına girerek bu bölgeleri ısırarak tahriş etmekte ve hayvanların refah seviyesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca kanatlıların da altık böceği ile beslendikleri görülmüştür. Hatta kanatlıların, altık böceklerinin hareket etmesinden dolayı yeme kıyasla daha fazla tercih ettikleri görülmüştür (Despins ve

Axtell, 1994, 1995). Kanatlılar, altlık böcekleri ile beslendiğinde yeme kıyasla daha yavaş kilo aldıkları, bağırsak duvarları boyunca mikroskobik lezyonların oluştuğu görülmüştür (Nguyen, Yang, Lee, Yoon ve Hong, 2019). Bu da özellikle kanatlı üretim tesislerinde önemli verim kaybına neden olmaktadır. Altlık böceklerinin kinon ve benzokinon gibi bileşikler ürettiği yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir. Bu bileşiklere uzun süreli maruz kalındığında ciltte kızarıklık ve tahriş neden olabilmektedir. Bu sebeple de özellikle kanatlı üretim tesislerinde çalışan kişiler bundan büyük oranda etkilenebilmektedir (Schroeckenstein vd., 1988).

Altlık böceklerinin hem larvaları hem de erginleri bakteri (*Escherichia*, *Salmonella*, *Bacillus*, *Streptococcus* *Campylobacter*), mantar, virüs (McAllister, Steelman, Newberry ve Skeeles, 1995) gibi bazı patojenleri taşıyarak da zararlı olabilmektedir (Chernaki-Leffer, Biesdorf, Almeida, Leffer ve Vigne, 2002; Goodwin ve Waltman, 1996). Yapılan bir çalışmada *Salmonella* ile enfekte edilmiş altlık böcekleri ile beslenen civcivlerin karaciğer, dalak ve çekumlarına bakıldığında larvaların daha yüksek oranda patojen taşıdığı bildirilmiştir (Leffer vd., 2010). Bu patojenler hem kanatlı hayvanları hastalandırarak onların zayıflamasına hatta ölmesine sebep olabilmekte hem de kontamine olan tavuk eti, tavuk yumurtası gibi ürünlerle dolaylı yollarla bizlere zarar vererek halk sağlığı açısından büyük problemlere neden olabilmektedir. Örneğin bu zararlılar kanatlı üretim tesislerinde bulduklarında, kanatlı yumurtalarını kirletmektedirler. Yumurta yıkanmadan tüketilmesi gereken bir ürün grubu olduğu için doğrudan soframıza gelmekte ve bu hastalıkları da beraberinde getirmektedir. Bu patojenler insanlarda ateş, ishal ve kusma gibi ciddi semptomlara neden olabilmektedir (Kavallieratos, Nika, Skourti, Filintas, Goumenou, 2022). Altlık böceğinin oluşturduğu verim kayıpları, ekonomik kayıplar gibi etkiler göze alındığında bu zararlının mücadelesi büyük önem taşımaktadır. Depolanan ürünlerde böcek kontrolünde akla ilk gelen yöntemlerden birisi kimyasal mücadeledir ve genellikle organofosfat, piretroid, fumigant gibi maddeler kullanılmaktadır (Cogan, Webb ve Wakefield, 1996; Gazoni, Flores, Bampi, Silveira, Bouffleur ve Lovato, 2012; Kaufman, Strong ve Rutz, 2008; Steelman, 2008). En çok tercih edilen yöntem ise fosfin kullanımudur ancak kimyasalların birçok dezavantajı olduğu unutulmamalıdır (Agrafioti vd., 2023). Kimyasal maddelerin kullanımı çevre kirliliği, ozon tabakasının incilmesi, gıdalarda kalıntı bırakması, kimyasalların hedef olmayan canlılarada etki etmesi, kansere sebep olması gibi nedenlerle halk sağlığı açısından endişe yaratmakta ve zarar oluşturmaktadır (Fields ve Korunic, 2000). Ayrıca altlık böceğinin kuytu alanlara gizlenmesi gibi eğilimlerinden dolayı Altlık böceğine karşı yapılan mevcut mücadele yöntemlerinin yetersiz kaldığı ve bu zararlının kimyasal bir madde olan insektisitlere karşı direnç geliştirdiği

yapılan birçok çalışmada belirtilmektedir (Bartelt, Zilkowski, Cosse, Steelman ve Singh, 2009; Hamm, Kaufman, Reasor, Rutz ve Scott, 2006; Lambkin, 2005; Lambkin ve Rice, 2006, 2007, 2010; Kaufman vd., 2008).

Günümüzde kimyasalların zararı göze alındığında kimyasallara alternatif mücadele yöntemlerinin önemi daha da ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda fiziksel mücadele yöntemlerinde yer alan inert tozların kullanımı (zeolit, atapulgit, grafen, odun külü ve diatom toprağı gibi) çok sayıda depolanmış ürün zararlılarına karşı mevcut mücadele yöntemlerine karşı umut vadeden alternatiflerdir. En iyi alternatiflerden biri ise tahıl koruyucu ve güçlü bir insektisidal etkiye sahip olan diatom toprağı preparatının kullanılmasıdır. Diatom toprağı tamamen organik bir ürün olup fosilleşmiş alg birikintilerinin öğütülmesiyle meydana gelmektedir. Bu alglerin hücre çeperleri amorf silisyum dioksit (SiO_2) içermektedir (Korunic, 1997). Diatom toprağının etkinliği; uygulama konsantrasyonuna, maruz kalma süresine, partikül boyutuna, ortamın sıcaklığına, ortamın bağıl nemine, uygulanan yüzeye ve böceğin yaşam evresi gibi etmenlere bağılı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Korunic, 1997; Athanassiou vd., 2011). Diatom toprağı nem çekici özelliğe sahiptir ve böceğin kütikulasına tutunarak koruyucu mumsu tabakadaki yağ moleküllerini absorbe etmektedir. Dolayısıyla böceğin kütikulasında çiziklere sebep olmakta ve bu noktalardan su kaybına bağılı olarak böceğin ölümüne neden olmaktadır (Alves, Oliveira ve Neves, 2008).

Bu zararlıya karşı yapılan mevcut mücadele yöntemlerinin yetersiz olduğu, depolarda ve kanatlı üretim tesislerinde yer alan ciddi problemlere yol açan bu zararlının mücadelesinin önem taşıdığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında farklı diatom toprağı preparatlarının *A.diaperinus* larva ve erginlerine karşı etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.1 Literatür Özeti

Vaughan ve Turner (1984) yedi farklı insektisit *A.diaperinus*'a karşı etkisini belirlemek amacıyla denemeler yapmışlardır. Tetrachlorvinphos, Permethrin, Carbaryl'in polistiren ve boyasız kontrplak üzerindeki kalıntı aktivitesini karşılaştırmışlardır. Polistiren paneller üzerinde erginlerle yaptıkları denemede Tetrachlorvinphos WP'nin, Carbaryl ve Permetrin'den daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Polistiren paneller üzerinde larvalarla yapılan denemede ise üç insektisit de larvalar karşı etkili olduğu ve larvaların erginlere kıyasla daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Tetrachlorvinphos WP'nin her iki yüzeyde de %100 ölüm oranına ulaştığı, etkili bir şekilde kontrol sağladığı belirtilmiştir. Permethrin,

Famphur, Tetrachlorvinphos her iki yaşam evresi içinde son derece toksik bileşikler olduğu belirtilmiştir. Erginlerin Tetrachlorvinphos, Dimethoate, Carbaryl, Propoxur bileşiklerini larvalara göre daha iyi metabolize ve detoksifiye ettiklerini gözlemlemişlerdir.

Geden, Axtell ve Brooks (1985) yaptıkları bir çalışmada *A.diaperinus*'un mücadelesinde *Steinernema feltiae*, *Steinernema glaseri* ve *Heterorhabditis heliothidis* türlerini denemişlerdir. Denemede en yüksek uygulama konsantrasyonunda, tavuk altlığına uygulandığında *S.feltiae*'nin *A.diaperinus* larvalarının %97,9, erginlerinin ise % 87,8 ölüm oranına ulaştığı gözlenmektedir. Yapılan çalışmada *A.diaperinus*'a karşı en yüksek etkiyi *S.feltiae* gösterdiği en düşük etkiyi ise *S.glaseri*'nin gösterdiği belirtilmiştir.

Steinkraus ve Cross (1993) yaptıkları bir çalışmada *Acarophenax mahunkai*'nin, *A.diaperinus* yumurtalarına zarar verdiğini bildirmişlerdir. *A.mahunkai*'nin beslendiği yumurtayı öldüren, konakçıya özgü bir parazitoit olduğunu ve dişi akarların Altlık böceği yumurtalarının %51'ine zarar verdiğini tespit etmişlerdir. Zarar görmüş yumurtalardan, zarar görmemiş yumurtalara kıyasla önemli ölçüde daha az altlık böceği yumurtadan çıktığı ve bu oranın %24 olduğu belirtilmiştir. *A.mahunkai*'nin gelişim süresinin altlık böceğine göre daha hızlı olmasıyla da altlık böceğinin kontrol edilmesinde avantajlıdır. Altlık böceğinin kontrol altına alınmasında *A. mahunkai*'nin kullanımının mümkün olabileceği belirtilmiştir.

Geden ve Carslon (2001) yaptığı bir çalışmada Polietilen Tereftalat reçine bantlarından oluşan mekanik bariyerleri denenmişler ve bu bariyerlerin *A.diaperinus* larvalarına karşı etkinliğini incelemişlerdir. Ahşap direklere lateks kalafat yapıştırıcısı ve zımbalarla tutturulan mekanik bariyerlerin altlık böceği larvalarının geçişini önlemede %100 etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu bariyeri yumurta üretimi yapılan bir kümeste de denenmişler, 3 ay boyunca altlık böceğine karşı etkisini kaybetmediğini gözlemişlerdir. Yine farklı bir kümeste kolonlara yerleştiren Polietilen Tereftalat bariyerler, kurulumundan 6 ay sonra altlık böceğinin doğal popülasyonlarına karşı %92 oranında etkili olduğunu ve bariyerlerin aynı zamanda kümeste bulunan diğer zararlılara (*Dermestes maculatus*) karşı da etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Salin, Delettre ve Vernon (2003) *A.diaperinus*'un kontrolü için bir yıl boyunca tarla koşullarında, kümeslerde denemeler yürütmüşlerdir. İnsektisit (piretroid: Cyfluthrin) ile larvisitin (Triflumuron) birlikte uygulanması farklı etlik piliç yetiştirme dönemleri boyunca *A. diaperinus*'un ergin ve larva popülasyonunu büyük ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Watson, Denning, Zurek, Stringham ve Elliott (2003)'un yaptıkları çalışmada kümes altlığına sulu kireç uygulamalarının *A.diaperinus* ve fungal bir patojen olan *Aspergillus* üzerindeki etkilerini incelenmişlerdir. Sulu kireç uygulamaları m² başına 22,6, 45,4, 56,7 ve 90,7 kg olarak yapılmıştır. En yüksek larva ölüm oranının 93 kg/m² ve %68 nemde %100 olduğu gözlenirken erginlerde bu oranın %58,8 olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda ölüm oranlarının larvalarda erginlere göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Sulu kireç uygulamasının *A.diaperinus* ve patojenler üzerindeki etkisinin artan pH seviyesinden kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Lambkin (2005)'in yaptığı çalışmada *A.diaperinus*'un Fenitrothion'a duyarlılık durumu test edilmiştir. Bu çalışma kapsamında 13 farklı kanatlı üretim tesisinden toplanan böcekler insektisite duyarlı bir referans popülasyonu ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda genel olarak Fenitrothion'a karşı yüksek bir direnç olduğu yönünde ve en yüksek dirence sahip popülasyonların genelde uzun süreli Fenitrothion kullanılan kümeslerde olduğu gözlemlenmiştir. Avustralya'daki kümeslerde Fenitrothion uygulamasının altlık böceği kontrolünde artık durdurulduğu belirtilmiştir.

Lambkin ve Rice (2006), tarafından Avustralya'da yapılan bir çalışmada *A.diaperinus*'un, Cyfluthrin'e karşı direncini test etmişlerdir. 11 farklı kanatlı üretim tesisinden toplanan böcekler insektisite duyarlı bir referans popülasyonla karşılaştırılmıştır. 11 popülasyonunda tam olarak ölüm göstermediği ve ölüm oranlarının %2-%98 oranında değiştiği belirtilmiştir. Cyfluthrin direncinin, Cyfluthrin uygulamalarının sayısına bağlı olarak değiştiği ve Avustralya'da *A.diaperinus*'un kontrolü için Cyfluthrin kullanımının şu anda inceleme altında tutulduğu belirtilmiştir.

Hamm, Kaufman, Reasor, Rutz ve Scott (2006) yaptıkları çalışmada kanatlı hayvan tesislerinde önemli bir zararlı olan *A.diaperinus*'un Cyfluthrin ve Tetrachlorvinphos'a karşı direncini test etmişlerdir. *A.diaperinus*'un beş popülasyonu, duyarlı bir laboratuvar popülasyonu ile karşılaştırılmıştır. Testler hem larva hem de erginlere karşı gerçekleştirilmiştir. Cyfluthrin direncinin, LC₉₅'de larvalar için 0,5 ila 29 kat, erginlerde ise 1,7 ila 9,5 kat arasında değiştiği belirtilmiştir. Tetrachlorvinphos direncine bakıldığında hem larvaların hem de erginlerin Tetrachlorvinphos'a karşı yüksek dirence sahip oldukları ancak hala hassas bireylerinde var olduğu belirtilmiştir. Hassas tür için, erginlerde Cyfluthrin ve Tetrachlorvinphos benzer toksisiteye sahip olurken Cyfluthrin'in larvalara karşı Tetrachlorvinphos'a göre 5 kat daha toksik olduğu belirtilmiştir.

Rohde vd. (2006) bu çalışmada Entomopatojenik mantar izolatlarının (*Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* izolatları) *A.diaperinus* larva ve erginlerine karşı kontrol ajanı olarak kullanılması potansiyellerini araştırmışlardır. Bu çalışma genel olarak değerlendirildiğinde larvalar bu mantar izolatlarına, erginlere göre daha duyarlı ve *B.bassiana*'nın etkinliğinin, *M.anisopliae* göre daha yüksek olduğunu gözlemişlerdir.

Alves, Buzarello, Oliveira ve Alves (2006) Diatom toprağın *A. diaperinus* üzere etkisini incelemişlerdir. Deneme için diatom toprağı tavuk yemine (1, 2 ve 3g DE /kg tavuk yemi) ve kümes hayvanı altlığına (86 ve 172g DE/m²) karıştırılmıştır. Denemede ergin böcekler kullanılmış ve 10 gün boyunca 26-32°C' ye maruz bırakılmıştır. Yeme uygulandığında ölüm oranları 26°C'de sırasıyla %70, 83 ve 90 olarak bulunmuştur. 32°C'de ise sırasıyla %69, 80 ve 85 olarak bulunmuştur. Diatom toprağı altlığa uygulandığında 86-172g/m² uygulama konsantrasyonunda 26°C'de ölüm oranları sırasıyla %49 ve %78 olarak bulunmuştur. Diatom toprağının bu türün kontrolünde kullanılma potansiyeli olduğu belirtilmiştir.

Lambkin ve Rice (2007) broiler kümeslerinde *A.diaperinus*'un mücadelesinde kullanılan Cyfluthrin yerine potansiyel bir kimyasal olarak Spinosad'a duyarlılığının test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 13 farklı kümeden alınan Cyfluthrin-Fenitrothion duyarlı böcek populasyonlarının Spinosad'a duyarlılığı belirlenmiş ve insektisite duyarlı bir referans populasyonunun duyarlılığı ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda Fenitrothion ve Cyfluthrin'e karşı direncini doğrulayan dirençli referans populasyon da dahil olmak üzere alınan tüm örnekler Spinosad'a karşı çapraz dayanıklılık göstermediği belirtilmiştir. Spinosad'ın *A.diaperinus*'un kontrolünde kullanımının etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kaufman, Strong ve Rutz (2008) *A. diaperinus*'un Cyfluthrin ve Tetrachlorvinphos'a karşı duyarlılıklarını işlenmiş kontrplak panellere maruz bırakarak test etmişlerdir. Cyfluthrin uygulamasında larvaların %88 oranında öldüğü gözlenirken erginlerin %100 oranında öldüğünü gözlemişlerdir. Tetrachlorvinphos uygulamasında ise larvalar % 55, erginler %74 ölüm oranı gösterirken farklı bir populasyonda bu oranın neredeyse %100'e ulaştığını belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucunda uzun süre kullanılan Tetrachlorvinphos'un hala etkili olmasına rağmen bazı kümeslerde *A.diaperinus*'a karşı etkinliğini yitirmiş olabileceği belirtmişlerdir.

Alves, Oliveira ve Neves (2008)'in yapmış oldukları çalışmada *A.diaperinus* erginlerinin kontrolünde diatom toprağınının aktivitesini etkileyen faktörler incelenmiştir.

Diatom toprağı m²' ye 86 ve 172 g gelecek şekilde uygulandığında, sırasıyla 26°C'de %19-64, 32°C' de ise %53-84 oranında ölüme ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Diatom toprağı, kümeslerde kullanılan altlığa uygulandığında %4 oranında ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken yemlere uygulandığında ise %95 oranında ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Diatomun kaçırıcı özelliğine bakıldığında; diatom içeren tuzaklarda bulunan böcek sayısının, yalnızca besin içeren tuzaklarla kıyaslandığında önemli ölçüde az olduğu ve diatom içeren tuzaklarda ki tuzak yakalama oranında yem içeren tuzaklara göre yaklaşık %50 oranında bir fark olduğu tespit edilmiştir. Diatom toprağının kanatlı üretim tesislerinde *A.diaperinus*'un kontrolünde potansiyel bir alternatif olarak kullanılabilereği belirtilmiştir.

Lambkin, Rice ve Furlong (2010) Avustralya'daki kümeslerde *A.diaperinus*'un kontrolü için Gamma-Cyhalothrin'in etkilerinin araştırmışlar ve Cyfluthrin ile test etmişlerdir. Avustralya'daki kümeslerde sık ve yaygın Cyfluthrin kullanımı, Cyfluthrin'in *A.diaperinus*'ta γ-cyhalotrin'e çapraz dayanıklılık gösterdiğini ve duyarlılığın azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda Gamma-Cyhalotrin'in *A. diaperinus* kontrolü için hala kullanılabilereğini ancak çapraz direnç sorunu nedeniyle kümeslerde kullanımının benimsenmesi için dikkatli bir direnç yönetimi gerektireceği belirtilmiştir.

Gazoni vd. (2012) farklı sıcaklık derecelerinden yararlanarak laboratuvar koşullarında *A.diaperinus*'a karşı ölüm oranlarını değerlendirmişlerdir.45°C'de talaş yokluğunda larva ve erginlerin sırasıyla 36-38 dakika maruz kaldığında %100 oranında öldüğu gözlenirken talaş varlığında ölüm olmadığı gözlenmiştir. 45°C'de talaş varlığında veya yokluğunda 42-57 dakika maruz kaldıktan sonra larva ve erginlerin sırasıyla tamamının öldüğu bildirilmiştir. Soğuk uygulamalarında ise -10°C' de talaş yokluğunda larva ve erginlerin sırasıyla 57-60 dakikada %100 oranında öldüğu gözlenirken talaş varlığında larvaların %65 erginlerin ise %75 oranında öldüğu gözlemlenmiştir. -10°C' de tüm larva ve erginlerin, sırasıyla yaklaşık 70 - 75 dakika maruz kaldıktan sonra tamamının öldüğu bildirilmiştir. Soğuk uygulamalarında -13 ve -18°C'de sıcak uygulamalarında ise 55 ve 60°C'de daha hızlı sonuç aldıklarını bildirmişlerdir. Veriler genel olarak değerlendirildiğinde sıcaklığın düşmesine ve artmasına bağlı olarak ölüm oranı süresinin kısaldığı görülmüştür. Ayrıca talaş olmayan plakalarda, talaş olan plakalara göre ölüm süresinin kısaldığı görülmüştür.

Alagöz (2016) laboratuvar koşulları altında AGN-1, ACN-1, FB2N-1, CCN-1, Silicosec® diatom toprağı preparatlarının, *S. oryzae* ve *T.confusum*'a karşı insektisidal etkinliği belirlemeyi amaçlamıştır. Yaptığı çalışmada AGN-1, ACN-1 ve CCN-1 isimli Türk diatom

toprağı preparatlarının Silicosec®'e karşı daha yüksek oranda insektisidal etki gösterdiği tespit edilmiş ve çeltik üzerinde *S.oryzae*, *T.confusum*'un mücadelesinde kullanılabilme potansiyelinin olduğu belirtilmiştir.

Oliveira, Bonini ve Alves (2017) Brezilya'daki ticari kümeslerde ilk kez diatom toprağının (DE) altlık böceği kontrolünde etkisinin belirlenmesini ve altlık böceği mücadelesinde kullanılmasına yönelik bir strateji geliştirilmesini amaçlamışlardır. Kümeslere minimum konsantrasyon olarak belirlenen, m²'ye 280 g diatom toprağı gelecek şekilde diatom uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda DE uygulanan kümeslerde altlık böceği popülasyonunun %80 oranında azaldığı ve kimyasal mücadele yöntemleriyle kıyaslanabilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. Böylece diatom toprağının altlık böceğini kontrol altına aldığını ve kümes hayvanının altlığı yüzeyine uygulandığında, 280 g/m² konsantrasyonunda uygulanması tavsiye edilmiştir.

Arena vd. (2018) yaptıkları çalışmada *Dysphania ambrosioides* ve *Tagetes minuta*'dan elde edilen uçucu yağların *A.diaperinus*'un erginlerine karşı toksisitesini belirlemeyi amaçlamışlardır. Her iki bitkiden elde edilen uçucu yağlar altlık böceğine karşı yüksek uygulama aktivitesi gösterirken, Cypermethrin tek başına uygulandığında altlık böceği için düşük toksisite göstermiştir. *D.ambrosioides* yağının toksisitesi, *T.minuta* yağından 6 kat daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Cypermethrin, düşük konsantrasyonlarda bu uçucu yağlar ile birlikte uygulandığında toksisitesinin önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.

Sağlam vd. (2022) yapmış oldukları bu çalışmada Detech®'in pirinç biti (*Sitophilus oryzae*), kırma biti (*Tribolium confusum*), ekin kambur biti (*Rhyzopertha dominica*) gibi depolanmış tahıl zararlılarının erginlerine karşı etkinliğini test etmişlerdir. Yapılan çalışmada *S.oryzae*'de 600 ppm uygulama konsantrasyonunda 7.gün %82 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken 14.gün bu oranın %97'ye yükseldiği gözlenmiştir. 900 ppm de % 92 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken 14.günde bu oranın %100'e ulaştığı gözlenmiştir. Her iki konsantrasyonda da *S.oryzae*'nin yeni nesil ergin çıkışını tamamen veya tamamına yakınının engellediği bildirilmiştir. Sonuç olarak, Detech®'in, tahıllarda umut verici bir koruyucu insektisit olarak depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkin bir şekilde kullanım potansiyeline sahip olabileceği belirtilmiştir.

Kavallieratos, Nika, Skourti, Filintas ve Goumenou (2022) *A. diaperinus*'un mücadelesinde Etofenproks, Deltamethrin ve Piperonil butoksit+Acetamiprid+d-Tetrametrin

kombinasyonunu denemişlerdir. Etofenproks uygulanan besin olmayan beton yüzeylerde, maruz kaldıktan 7 gün sonra genç larvaların %97,8'inin, olgun larvaların ise %80'inin öldüğünü gözlemlenmişlerdir. Deltamethrin uygulanan beton yüzeydeki genç larvalar besin olmayan yüzeye maruz kaldıktan 3 gün besin varlığında 5 gün sonra tamamının öldüğü gözlenmiştir. Piperonil bütoksit + Acetamiprid + d-tetrametrin, kombinasyonuna maruz bırakılan besin olmayan petri kaplarındaki tüm genç larvaların 5 gün sonra öldüğü gözlenirken besin olan petri kaplarında ise %85 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda genel olarak Deltamethrin'in *A.diaperinus* larvarının mücadelesinde en etkili aktif madde olduğu bildirilmiştir. Etofenproks ve Piperonil butoksit+Acetamiprid+d-tetrametrin yüksek ölüm oranlarına neden olmuş ancak etkinliklerinin besin varlığına veya yokluğuna, larvaların boyutuna bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir.

Özcan ve Tunaz (2022) yerel bir diatom toprağı olan BGN-1'in, Alman hamam böceklerine (*Blatella germanica* (L.)) karşı farklı yüzeyler üzerindeki (beton, seramik ve parke) insektisidal etkinliği araştırmışlardır. En düşük uygulama konsantrasyonunda seramik ve parke yüzeyde 4.gün %100 ölüm oranı gözlenirken beton yüzeyde 6.gün %100 ölüm oranına ulaşıldığı saptanmıştır. En yüksek uygulama konsantrasyonunda uygulama yapılan tüm yüzeylerde 1.gün %100 ölüme ulaşıldığı gözlenmiştir. BGN-1 diatom toprağının *B. germanica*'ya karşı oldukça etkili olduğunu ve üç yüzeyde de etkilerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Agrafioti vd. (2023)'nin yaptıkları çalışmada Silicid, Celatom® MN-23 ve Silicosec® olmak üzere diatom toprağı preparatlarının buğdayda *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*, *Rhyzopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis* ve *Alphitobius diaperinus*'a karşı etkinliğini değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda toz formülasyonların, test edilen böcek türlerinin çoğunun kontrolünde etkili olduğu bulunmuştur. Silicid uygulamasında *T.castaneum* ve *T. confusum*'un 14 günlük maruziyetten sonra tamamen öldüğü görülmüştür. Silicid uygulaması için *A.diaperinus*'un ölüm seviyeleri, en yüksek doz oranına maruz kaldıktan 3, 7, 14, 21 gün sonra sırasıyla %59,4, %95, %99,5 ve %100 olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada *T.confusum*, *T.castaneum*, *O.surinamensis* ve *A.diaperinus*'ta yeni nesil çıkışının tamamen baskılandığı gözlenmiştir. *S.oryzae*, *S.granarius* ve *R.dominica* açısından en düşük yeni nesil çıkışının Silicid ile muamele edilen buğdayda gözlemlendiği bildirilmiştir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışmada önemli bir zararlı olan Altlık böceği, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) ele alınmıştır. Bu böcek özellikle gıda kaynaklarının bol olduğu tahıl işleme-depolama tesislerinde ve sıcak koşullara sahip kanatlı üretim tesislerinde karşılaşılan zararlı bir türdür. Bu türün mücadelesinde uluslararası alanda “tahıl koruyucu (grain protectant)” olarak kullanılan ve doğal bir ürün olan diatom toprağı ele alınmıştır. Bu çalışma kapsamında TÜBİTAK 1512 Teknogirişim projesi sonucunda geliştirilen ilk yerli, %100 doğal diatom toprağı preparatı Detech® ve Detech® WP 95 (Entoteamarge Ltd. Şti.-Türkiye)’ in depolarda-kanatlı üretim tesislerinde ciddi bir problem kaynağı olarak karşılaşılan Altlık böceğine (*A.diaperinus*) karşı etkisi belirlenmiştir. Denemelerde yerli diatom toprağı (Detech®) Uluslararası alanda ruhsatlı Silicosec® (Biofa GmbH, Almanya) markalı ticari diatom toprağı ile karşılaştırılmıştır. Ele alınan türün larva ve erginlerine karşı etkili dozlar belirlenerek kimyasal mücadeleye alternatif bir yöntemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ele alınan tür ile aynı familyadan olan diğer zararlılara karşı etkinlik durumu hakkında da bir fikir oluşturulması planlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

2.1.1 Altlık böceği, *Alphitobius diaperinus* Panzer, 1797

2.1.1.1 *Alphitobius diaperinus*'un sistematikteki yeri

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Familiya: Tenebrionidae

Cins: *Alphitobius*

Tür: *Alphitobius diaperinus* Panzer, 1797

Yaygın ismi (Common name): Altlık böceği (Lesser mealworm, Litter beetle, Buffalo worm)

2.1.2 *Alphitobius diaperinus*'un ergin özellikleri

Bu türün erginleri yaklaşık 7 mm uzunluğundadır. Uzun, oval şekilli vücutları, parlak siyah renktedir. Kısa antenleri, geniş pronotumları ve uzunlukları boyunca sıra sıra küçük delikleri olan elytraları vardır. Elytra üzerinde boyuna çizgiler bulunmaktadır (Şekil 2.1). Baş prognathous'tur, öne doğru uzamış bir biçimdedir. Ağız parçaları ısırıcı çiğneyicidir. Bacak yürüyücü tipte ve bir çift tırnağa sahip olduğu için yüzeylere sıkıca tutunabilmektedir. Ergin bir dişinin yaklaşık 200 ila 400 yumurta bıraktığı, ancak 2000'e kadar yumurta ürettiği bilinmektedir (Rumbos vd., 2019).



Şekil 2. 1. Denemelerde kullanılan *Alphitobius diaperinus* ergininin görüntüsü

2.1.3 *Alphitobius diaperinus*'un larva özellikleri

Larvalar 4-7 gün içerisinde yumurtadan çıkmakta ve yumurtadan yeni çıkan larvalar beyazdır. Daha sonraki dönemlerde açık sarı-kahverengi ve kahverengiyeye dönmektedirler. Larvaların vücut yapıları yumuşak ve üzerinde ufak tüyler mevcuttur (Şekil 2.2). Larvalarda 6-11 larva dönemi görülmekte ve larvalar yaklaşık olarak 1cm boyutlarına ulaşmaktadır. Larvaların gelişimi için optimum sıcaklık 27°C ve bağıl nem %30-40 arasındadır. Larvalar pupa olmak için ahşap, yalıtım malzemeleri gibi korunaklı alanları tercih etmekte ve pupa evresi sıcaklığa bağlı olarak 4 - 14 gün sürmektedir (Dunford ve Kaufman, 2006; Rumbos vd., 2019).



Şekil 2. 2. Denemelerde kullanılan *Alphitobius diaperinus* larvasının görüntüsü

2.1.4 *Alphitobius diaperinus*, Altlık böceği böcek kültürü

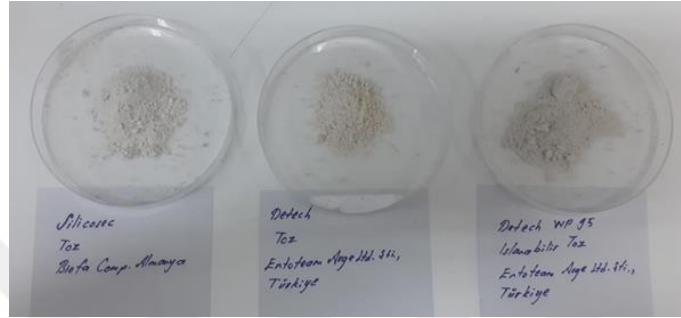
Biyolojik testlerde kullanılacak *A.diaperinus* böcek üretimi Ankara Canlı Yem A.Ş. ticari bir firmadan temin edilmiştir. Böcek kültürlerin devamlılığını sağlamak için un, kepek, mısır unu karışımı kullanılmış ve bu oran sırasıyla 2:1:1 şeklindedir. Ayrıca böceklerin su ihtiyacını karşılamak için elma, havuç gibi besinler besin diskleri halinde ilave edilmiştir. Böcek kültürleri 25°C'de ve %55 nispi nemdeki laboratuvar koşullarında karanlık ortamda saklanmıştır. Bu şekilde yetiştirilen böceklerden elde edilen erginler ayrı bir kaba alınarak yumurtlamaları sağlanmıştır. Böylece yeni larva ve erginler elde edilmiş ve bu ortamdan elde edilen böcekler denemelerde kullanılmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2. 3. Denemelerde kullanılan *Alphitobius diaperinus* kültürünün görüntüsü

2.1.5 Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprağı preparatları

Biyolojik testlerde, %100 doğal yerli ve ticari diatom preparatları olan Detech® (Entoteam Arge Ltd.-Türkiye) ve uluslararası pazarda bulunan ticari diatom preparatı olan Silicosec® (Biofa GmbH, Almanya) toz formülasyonları uygulanmıştır. Ayrıca ıslanabilir toz formülasyonda olan Detech® WP 95 (Entoteam Arge Ltd.-Türkiye) su ile karıştırılıp püskürtülerek test edilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2. 4. Denemelerde kullanılan Silicosec®, Detech® ve Detech® WP 95 preparatlarının görüntüsü

Detech®, Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan üç farklı DE rezervlerinden toplanan açık gri renkli ve tatlı su kökenli bir topraktır. Toz formülasyonu %100 amorf diatomlu toprak partiküllerinden oluşmaktadır. Detech® WP 95 ıslanabilir toz formülasyonu (WP) %95 amorf diatomlu toprak partikülleri ve %5 surfektant içermektedir. Detech®'in atomik absorpsiyon spektroskopisi ile yapılan toplam kantitatif kimyasal analizine göre %80,6 SiO₂, %4,75 CaO, %4,7 Al₂O₃, %1,5 Fe₂O₃, %0,85 MgO, %0,5 K₂O, %0,4 Na₂O ve %0,01'den az oranda TiO₂ içerdiği tespit edilmiş ve partikül çapı 14,061 µm'dir (Kılıç, 2022). Silicosec® toz formülasyonu ise %85,7 oranında SiO₂ içermekte ve partikül çapı 12,51 µm'dir (Alagöz ve Sağlam, 2022).

2.2 Metot

2.2.1 Biyolojik Denemeler

2.2.1.1 Detech® ve Silicosec® Toz Uygulamaları

Diatom toprağı preparatları 100°C' de 2 saat etüvde tutularak nem içeriği %3-5 oranına kadar düşürülmüştür. Etüvden alınan diatom toprağı preparatları bir süre desikatörde bekletilerek soğuması sağlanmıştır. Daha sonra 100 ml'lik küçük cam kavanozlara alınarak denemede kullanılmaya hazır hale getirilmiştir.

Biyolojik testlerde depo ve tavuk kümeslerindeki geniş beton yüzeye uygun bir ortam oluşturmak istenmiştir. Beton yüzeyin pürüzsüz olması için hazır yapıştırma harcı (Kalekim Seramik Yapıştırma Harcı Beyaz C1TE 1052) 0.280 mm çapındaki elekten elenmiş ve 500 g tartılmıştır. Üzerine 160 ml su ilave edilerek homojen bir kıvam elde edilene kadar iyice karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 17x12x6 cm ebatlarındaki plastik kutulara dökülmüş ve bir gün bekletilerek kurutulmuştur. Beton yüzeyle kaplanan kutuların kenarlarına sıvı teflon (Polytetrafluoroethylene preparation, PTFE (Teflon®), Sigma Aldrich) çözeltisi şerit halinde sürülerek böceklerin kutuların kenar kısımlarına tırmanması engellenmiştir. Her bir plastik kutudaki beton yüzeye Detech® ve Silicosec® preparatları m²'ye 0,25, 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 6 ve 9 g toz gelecek şekilde tartılmış ve fırça yardımıyla homojen biçimde dağıtılmıştır (Şekil 2.5). Daha sonra üzerine larva ve erginlerin ağızdan ölmemesi için 0.2 g kepek un karışımı besin olarak konulmuştur.



Şekil 2. 5. Detech® ve Silicosec® toz uygulaması yapılan kutuların görüntüsü

Detech® ve Silicosec® toz uygulamalarının her birinde 15 adet 0.7 mm boyutlarındaki son dönem larvalar ve 2 haftalık erginler kullanılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kontrol uygulamalarına sadece besin konulmuştur. Denemeler kutuların kapakları kapatılarak 25±1°C sıcaklıkta ve %55±5 nispi otomatik nem sensörlü inkübatörde (Jeotest JÇ-009, Ankara, Türkiye) karanlık ortamda saklanarak yürütülmüştür. Denemeyi izleyen 1, 3, 5, 7, 9 ve 14. günde yumuşak uçlu fırça yardımı ile ölü larva ve erginler sayılmıştır. Hareket etmeyen, renkleri koyulaşan ve ters dönen böcekler ölü olarak kabul edilmiştir.

2.2.1.2 Detech® WP 95 Suda Islanabilir Toz Uygulama

Biyolojik testlerde depo ve tavuk kümeslerindeki geniş beton yüzeye uygun olarak; 500 g çimento + 160 g su karıştırılarak çimento harcı, 17x12x6 cm ebatlarındaki plastik kutulara dökülmüş ve kuruması için bir gün bekletilerek kurutulmuştur.

Beton yüzeyle kaplanan kutuların kenarlarına sıvı teflon (Polytetrafluoroethylene preparation, Merck) çözeltisi şerit halinde sürülerek böceklerin kutuların kenar kısımlarına tırmanması engellenmiştir. Her bir plastik kutudaki beton yüzey için başlangıç dozu olarak 3-6-9 g/m² dozu hesaplanmıştır. Bu aşamada sadece Detech® WP 95 preparatı kullanılmıştır. Daha sonra hesaplanan dozlar tartılarak 100 ml cam kavanozlara alınmıştır. Her bir cam şişeye 20 ml saf su eklenmiş ve iyice çalkalanarak çözünmesi sağlanmıştır. Hazırlanan çözeltide bir miktar tortu oluşabileceği için çözelti pipetle alınmadan önce çalkalanmıştır. (Şekil 2.6).



Şekil 2. 6. Hazırlanan Detech® WP 95 sulu çözeltisinin görüntüsü

Çözeltiden pipetle 2 ml alınarak Airbrush kompresörün haznesine konulmuş ve homojen olacak şekilde beton yüzey kaplanmıştır. Yüzey püskürtme uygulamaları için HSENG Airbrush AS18 marka (Ningbo Haosheng Pnömatik Machinery Co., Zhejiang, Çin) kompresör kullanılmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2. 7. Biyolojik testlerde yüzey ilaçlaması için kullanılan Airbrush kompresörünün görüntüsü

Beton yüzeye püskürtmede, hazırlanan çözelti yüzeyi tamamen ıslatacak şekilde püskürtülmüştür. Kontrol kutularına sadece aynı miktarda saf su püskürtülmüştür.

Püskürtme uygulaması yapılan kutular kuruması için 1 gün bekletilmiştir (Şekil 2.8). Daha sonra üzerine böceklerin açlıktan ölmemesi için 0,2 g kepek un karışımı besin olarak ilave edilmiştir. Detech® WP uygulamalarının her birinde 15 adet larva ve ergin kullanılmıştır.



Şekil 2. 8. Yüzey uygulaması yapılan kutuların kuruduktan sonraki görüntüsü

Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kutuların kapakları kapatılarak $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%55\pm 5$ nispi nemdeki inkübatörde karanlık ortamda saklanarak yürütülmüştür. Denemeyi izleyen 1, 3, 5, 7, 9 ve 14. günde yumuşak uçlu fırça yardımı ile ölü larva ve erginler sayılmıştır. Hareket etmeyen böcekler ölü kabul edilmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2. 9. Denemelerde ölü olarak kabul edilen *Alphetobius diaperinus* larva (a) ve erginlerinin (b) görüntüsü

2.2.1.3 Verilerin Değerlendirilmesi ve Analizi

Yapılan biyolojik denemelerde 1, 3, 5, 7, 9 ve 14. günde ölen birey sayılarından yararlanılarak Excel tabloları oluşturulmuştur. Kontrolde ölüm olan uygulamalarda Abbott'un düzeltme formülü kullanılarak uygulama konsantrasyonuna ait ölüm oranları düzeltilmiştir (Abbott, 1925). Diatom uygulamalarına ait 1, 3, 5, 7, 9 ve 14. günlerde ölüm oranlarına ayrı ayrı Arcsin transformasyonu uygulandıktan sonra SPSS 19 istatistik programı (SPSS, 2009) kullanılarak veriler tek yönlü varyans analizine (One-way ANOVA) tabi tutulmuştur. Ölüm sayılarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar $\%5$ önem seviyesinde Tukey HSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Detech® toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* larvaları ile yürütülen biyolojik testler

Detech® toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *A.diaperinus* larvalarının ölüm oranları Çizelge 3.1’de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda konsantrasyonların ($F_{7,96}=166,26$, $P <0,0001$), maruz bırakma sürelerinin ($F_{5,96} =255,77$, $P <0,0001$) ölüm oranları üzerindeki etkisine bakıldığında istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu iki faktör (konsantrasyon x maruz bırakma süresi) arasındaki interaksiyonun ise ($F_{35,96}=31,02$, $P <0,0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.1’de Detech®’in *A.diaperinus* larvaları üzerine etkinliğine bakıldığında uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Detech® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* larvalarının ölüm oranları

% Ölüm oranı (Ort. ± S.H)							
Konsantra syon	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün	14. gün	F ve P değeri
0,25 g/m ²	22,22±2,22 Fd*	57,78±5,88 Cc	73,33±7,70 Bbc	82,22±5,88 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=54,314$ $P<0,0001$
0,5 g/m ²	48,89±4,44 Ec	84,44±2,22 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=231,257$ $P<0,0001$
1 g/m ²	68,89±2,22 DEc	91,11±2,22 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=184,130$ $P<0,0001$
1,5 g/m ²	82,22±2,22 CDb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=209,664$ $P<0,0001$
2 g/m ²	93,33±0,00 BCa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=-$
3 g/m ²	95,56±2,22 ABb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=4,000$ $P0,034$
6 g/m ²	97,78±2,22 ABa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=1,000$ $P0,458$
9 g/m ²	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=-$
Kontrol	0,00±0,00	0,00±0,00	4,44±2,22	8,89±2,22	11,11±2,22	11,11±2,22	$F_{5,12}=12,912$ $P<0,0001$
F ve P değeri	$F_{7,16}=57,96$ $P<0,0001$	$F_{7,16}=97,99$ $P<0,0001$	$F_{7,16}=535,27$ $P<0,0001$	$F_{7,16}=25,40$ $P<0,0001$	$F_{7,16}=-$	$F_{7,16}=-$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre analiz edilmiştir. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.

Çizelge 3.1’de 1 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında 1.günde bile %68,89 ölüm oranı ile oldukça yüksek bir ölüm oranına ulaşıldığı gözlemlenmiştir. *A.diaperinus* larvaları üzerinde yapılan biyolojik testlerde 1,5, 2, 3, 6 ve 9 g/m² uygulama konsantrasyonlarına bakıldığında; 1.günde sırasıyla %82,22, %93,33, %95,56, %97,78 ve %100 oranında ölüm oranlarına ulaşıldığı saptanmıştır. Yapılan biyolojik testlerde 3, 6, 9 g/m² uygulama konsantrasyonlarına bakıldığında 1.günde istatistiksel açıdan fark olmadığı ve aynı grupta yer aldıkları görülmektedir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²’de 1.günden itibaren %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlemlenmiştir. *A.diaperinus* larvaları ile yürütülen biyolojik testlerde uygulama konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak *A.diaperinus* larvalarının ölüm oranlarında arttığı görülmektedir. Örneğin 3.gün 0,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda %84,44 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken diğer uygulama konsantrasyonlarında sırasıyla 1 g/m²’de %91,11, 1,5 g/m²’de %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir (Çizelge 3.1).

Detech[®]’in *A.diaperinus* larvaları üzerinde etkinliğine bakıldığında maruz bırakma sürelerine bağlı olarak ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. *A.diaperinus* larvaları üzerinde yapılan biyolojik testlerde, 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün %68,89 oranında ölüm oranı gözlenirken 3.günde bu oranın %91,11’e ve 5.günde ise %100’e ulaştığı yani larvaların tamamının öldüğü görülmüştür. Çizelge 3.1’e bakıldığında 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda, 1., 3., 5. günler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu ve farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir. Ayrıca uygulama günlerinin artmasına bağlı olarak *A.diaperinus* larvaları ile yürütülen biyolojik testlerde larvaların ölüm oranlarında arttığı görülmektedir. Çizelge 3.1’de 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında 1.gün %82,22 oranında ölüm oranı gözlenirken 3.günde bu oranın %100’e yükseldiği görülmektedir. Buna bağlı olarak 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1. ve 3. gün arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.1’de 3 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün %95,56 ölüm oranı gözlenirken 3.günde bu oranın %100’e yükseldiği görülmektedir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²’ye bakıldığında ise 1.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmekte ve uygulama konsantrasyonu diğer günlerle kıyaslandığında uygulama günleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Detech[®] toz uygulamasından elde edilen veriler doğrultusunda *A.diaperinus* larvalarının mücadelesinde Detech[®]’in oldukça etkili olduğu görülmekte ve larvaların tamamının ölmesi için gerekli en düşük dozun 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda 3 gün olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

3.2 Detech® toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* erginleri ile yürütülen biyolojik testler

Detech® toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *A. diaperinus* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 3.2’de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizler sonucunda konsantrasyonun ($F_{5,72}=224,44$, $p < 0,0001$) ve maruz bırakma süresinin ($F_{5,72}=117,56$, $p < 0,0001$) böceğin ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu iki faktör (konsantrasyon x maruz bırakma süresi) arasındaki interaksiyonun ise ($F_{25,72}=21,59$, $p < 0,0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.2. Detech® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* erginlerinin ölüm oranları

% Ölüm oranı (Ort. ± S.H)							
Konsantrasyon	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün	14. gün	F ve P değeri
1 g/m ²	0,00±0,00 Ce*	31,11±2,22 Dd	57,78±4,44 Bc	73,33±3,85 Bc	86,67±3,85 Bb	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=219,057$ $P < 0,0001$
1,5 g/m ²	6,67±3,85 BCa	71,11±2,22 Cb	97,78±2,22 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=88,180$ $P < 0,0001$
2 g/m ²	15,56±2,22 ABc	82,22±4,44 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=331,186$ $P < 0,0001$
3 g/m ²	17,78±4,44 ABb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=410,786$ $P < 0,0001$
6 g/m ²	26,67±3,85 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=552,161$ $P < 0,0001$
9 g/m ²	35,56±4,44 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=388,460$ $P < 0,0001$
Kontrol	0,00±0,00	0,00±0,00	2,22±2,22	4,44±2,22	6,67±0,00	17,78±4,44	$F_{5,12}=----$
F ve P değeri	$F_{5,12}=15,65$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=224,94$ $P < 0,0001$	$F_{6,14}=49,96$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=152,03$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=39,08$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=----$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre analiz edilmiştir. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.

A.diaperinus erginleri üzerinde yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Detech® uygulama konsantrasyonlarına ait *A.diaperinus* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.2’de 1.güne bakıldığında en düşük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²’de ölüm görülmezken 1,5, 2, 3, 6 ve 9 g/m² uygulama konsantrasyonlarında sırasıyla %6,67, %15,56, %17,78, %26,67, %35,56 ölüm oranlarına ulaşıldığı gözlenmiştir. Çizelge 3.2’de 3.güne bakıldığında 1, 1,5, 2 ve 3 g/m² uygulama konsantrasyonlarında sırasıyla %31,11, %71,11, %82,22, %100 ölüm oranlarına ulaşıldığı gözlenmiştir.

Yapılan biyolojik testlerde 1, 1,5, 2, 3 g/m² uygulama konsantrasyonlarının farklı gruplarda yer aldığı ve uygulama konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir. En yüksek uygulama konsantrasyonları olan 6 ve 9 g/m²'de sırasıyla 1.gün %26,67, %35,56 ölüm oranı gözlenirken her iki uygulama konsantrasyonunda da 3.günde bu oranların %100'e yükseldiği yani *A.diaperinus* erginlerinin tamamının öldüğü görülmüştür. Uygulama konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak *A.diaperinus* ergin ölümlerinin daha kısa sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.2).

A.diaperinus erginleri üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Detech® uygulama günlerine bağlı olarak *A.diaperinus* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.2'ye bakıldığında en düşük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de 1.gün ölüm olmazken bu oranın 3., 5., 7., 9. ve 14. günde sırasıyla %31,11, %57,78, %73,33, %86,67, %100 olduğu görülmüştür. Ayrıca 1 g/m² uygulama konsantrasyonu uygulama günlerine bağlı olarak incelendiğinde 1., 3., 5., 14. günler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu ve farklı gruplarda yer aldıkları tespit edilmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda 5., 7. ve 9. günler arasında istatistiksel açıdan benzerlik olduğu, aynı grupta yer aldıkları tespit edilmiştir. Çizelge 3.2'de 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında 1., 3., 5., ve 7. gün sırasıyla %6,67, %71,11, %97,78, %100 ölüm oranlarına ulaşıldığı gözlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda (1,5 g/m²) uygulama günlerine bağlı olarak 3.gündeki farkın istatistiksel açıdan diğer uygulama günlerine göre önemli olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.2'de 3 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün %17,78 ölüm oranı gözlenirken 3.günde bu oranın %100'e yükseldiği görülmüş ve bu uygulama konsantrasyonunda 1.gündeki ölüm oranı arasındaki farkın istatistiksel açıdan diğer uygulama günlerinden önemli olduğu tespit edilmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda (3 g/m²) 3., 5., 7., 9., 14.günler arasındaki farkın istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı ve aralarındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir. *A.diaperinus* erginleri ile yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda *A.diaperinus* erginlerinin tamamını en hızlı şekilde öldürmek için gerekli konsantrasyonun, 3 g/m² uygulama konsantrasyonunda 3 gün süreyle maruz bırakmak gerektiği belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

3.3 Silicosec® toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* larvaları ile yürütülen biyolojik testler

Silicosec®'in toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *A. diaperinus* larvalarının ölüm oranları Çizelge 3.3'de verilmektedir.

Yapılan çift yönlü varyans analizler sonucunda uygulama konsantrasyonu ($F_{7,96}=1058,01$, $p < 0,0001$) ve maruz bırakma süresi ($F_{5,96}= 647,44$, $p < 0,0001$) *A. diaperinus* larvalarının ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (konsantrasyon x maruz bırakma süresi) ise ($F_{35,96}= 57,72$, $p < 0,0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.3. Silicosec® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* larvalarının ölüm oranları

% Ölüm oranı (Ort. ± S.H)							
Konsantra syon	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün	14. gün	F ve P Değeri
0,25 g/m ²	0,00±0,00 Cd*	0,00±0,00 Dd	13,33±3,85 Cc	31,11±2,22 Cbc	57,78±4,44 Cb	91,11±4,44 Ba	$F_{5,12}=73,859$ $P < 0,0001$
0,5 g/m ²	0,00±0,00 Cf	11,11±2,22 Ce	37,78±2,22 Bd	60,00±3,85 Bc	91,11±2,22 Bb	100±0,00 Aa	$F_{5,12}= 415,285$ $P < 0,0001$
1 g/m ²	51,11±2,22 Bc	77,78±2,22 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}= 579,056$ $P < 0,0001$
1,5 g/m ²	64,44±4,44 Bc	84,44±4,44 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}= 67,978$ $P < 0,0001$
2 g/m ²	80,00±3,85 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}= 88,953$ $P < 0,0001$
3 g/m ²	84,44±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=181,705$ $P < 0,0001$
6 g/m ²	91,11±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}= 63,296$ $P < 0,0001$
9 g/m ²	91,11±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}= 63,296$ $P < 0,0001$
Kontrol	0,00±0,00	0,00±0,00	4,44±2,22	8,89±2,22	11,11±2,22	24,44±2,22	$F_{5,12}= ----$
F ve P Değeri	$F_{7,16}= 255,14$ $P < 0,0001$	$F_{7,16}= 460,86$ $P < 0,0001$	$F_{7,16}= 495,64$ $P < 0,0001$	$F_{7,16}= 576,62$ $P < 0,0001$	$F_{7,16}= 151,67$ $P < 0,0001$	$F_{7,16}= 4,00$ $P < 0,0001$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre analiz edilmiştir. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.

Silicosec®'in toz formülasyonunun *A.diaperinus* larvaları üzerine etkinliğine bakıldığında uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.3'te 1.günde 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda %51,11 ölüm oranı gözlenmiştir. 1.günde 1,5, 2, 3 g/m²'de sırasıyla %64,44, %80, %84,44 ölüm oranı gözlenirken en yüksek uygulama konsantrasyonu olan 6 ve 9 g/m² 'de ise bu oranın %91,11'e ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca 1.günde en yüksek ölüm oranının 6 ve 9 g/m² uygulama konsantrasyonunda gözlemiş ve her iki dozda istatistiksel açıdan aynı grupta yer almaktadır. Çizelge 3.3'te 3.günde 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda %77,78, 1,5 g/m²'de %84,44 ve 2 g/m²'de %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken 5.günde 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda bu oranın %100'e ulaştığı gözlenmiştir (Çizelge 3.3).

Silicosec® toz formülasyonunun *A.diaperinus* larvaları üzerinde maruz bırakma sürelerine bağlı olarak etkisine bakıldığında, 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1. gün %51,11 oranında ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken 3.gün %77,78, 5.gün bu oranın %100'e ulaştığı ve 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1., 3., 5. günler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir. Yapılan biyolojik testlerde 2 g/m² uygulama konsantrasyonunda larvaların 1.günde %80, 3.günde %100 ölüm oranına ulaştığı tespit edilmiş ve 1.günün diğer uygulama günlerinden istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Silicosec® uygulamasında, larvaların tamamının ölmesi için gerekli olan tavsiye dozunun 2 g/m² uygulama konsantrasyonunda 3 günün yeterli olacağı belirlenmiştir (Çizelge 3.3).

3.4 Silicosec® toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* erginleri ile yürütülen biyolojik testler

Silicosec®'in toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *A.diaperinus* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 3.4'de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizler sonucunda uygulama konsantrasyonu ($F_{5,72}=123,53$, $p < 0,0001$) ve maruz bırakma süresi ($F_{5,72}=866,79$, $p < 0,0001$) böceğin ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (konsantrasyon x maruz bırakma süresi) ise ($F_{25,72}=8,39$, $p < 0,0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.4. Silicosec®'in farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* erginlerinin ölüm oranları

% Ölüm oranı (Ort. ± S.H)							
Konsantra syon	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün	14. gün	F ve P değeri
1g/m ²	0,00±0,00 Ce*	26,67±2,22 Dd	48,89±2,22 Dc	73,33±3,85 Cb	82,22±2,22 Bb	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=527,544$ $P < 0,0001$
1,5 g/m ²	0,00±0,00 Ce	42,22±0,00 CDd	68,89±4,44 CDcd	80,00±3,85 Cbc	93,33±3,85 ABab	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=77,770$ $P < 0,0001$
2 g/m ²	4,44±2,22 BCd	55,56±8,01 BCc	77,78±5,88 BCb	91,11±2,22 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=104,978$ $P < 0,0001$
3 g/m ²	8,89±2,22 ABc	71,11±4,44 ABb	93,33±3,85 ABa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=108,048$ $P < 0,0001$
6 g/m ²	11,11±2,22 ABc	77,78±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=723,866$ $P < 0,0001$
9 g/m ²	17,78±4,44 Ac	84,44±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=314,906$ $P < 0,0001$
Kontrol	0,00±0,00	0,00±0,00	2,22±2,22	4,44±2,22	6,67±0,00	17,78±4,44	$F_{5,12}=---$
F ve P değeri	$F_{5,12}=14,30$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=30,67$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=32,39$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=65,50$ $P < 0,0001$	$F_{6,14}=14,91$ $P < 0,0001$	$F_{5,12}=---$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre analiz edilmiştir. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.

Silicosec® toz formülasyonunun farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *A.diaperinus* erginlerinin ölüm oranlarına bakıldığında; 1.gün 1 ve 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda erginlerde ölüm olmadığı gözlenirken uygulama konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak ölüm oranlarında arttığı görülmüştür. Buna bağlı olarak 2, 3, 6, ve 9 g/m² de sırasıyla %4,44, %8,89, %11,11, %17,78'e yükseldiği görülmektedir. Çizelge 3.4'te 5.günde 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda %48,89 ölüm oranına ulaşıldığı gözlemlenmiş ve bu da erginlerin yaklaşık yarısının öldüğünü göstermektedir. *A.diaperinus* erginleriyle yürütülen biyolojik testlerde 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda 5.günde %68,89 ölüm oranı gözlenirken diğer uygulama konsantrasyonlarında sırasıyla 2 g/m²'de %77,78, 3 g/m²'de %93,33, 6 ve 9 g/m²'de ise %100 ölüm oranına ulaştığı tespit edilmiştir. Bunun yanında en düşük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de 14.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3.4).

Silicosec® toz formülasyonuna maruz kalma süresine bağlı olarak *A.diaperinus* erginleri üzerinde yürütülen biyolojik test sonuçları değerlendirildiğinde çizelge 3.4'e göre *A.diaperinus* erginlerinin ölüm oranları arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. En düşük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda, erginlerde 1.gün ölüm oranı gözlenmezken 3. gün %26,67, 5. gün %48,89, 7.gün %73,33, 9.gün %82,22 ve 14. gün sonunda %100 yani erginlerin tamamının öldüğü gözlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de 1., 3., 5., 7. ve 14.günler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunurken 7. ve 9.günler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Çizelge 3.4'te 3 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında 5.günden itibaren %93,33 oranında yüksek bir ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Çizelge 3.4'te 6 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında ise uygulama günlerine bağlı olarak 1., 3. ve 5. günler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ve 5.günden itibaren %100 ölüm oranına ulaşıldığı belirlenmiştir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün %17,78, 3.gün %84,44 ve 5.gün %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir (Çizelge 3.4.).

3.5 Detech® WP 95 (Suda Islanabilir Toz) sulu uygulamaların farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* larvaların ölüm oranları

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *A.diaperinus* larvalarının ölüm oranları Çizelge 3.5'de verilmektedir.

Yapılan çift yönlü varyans analizler sonucunda uygulama konsantrasyonu ($F_{3,48}=83,55$, $p < 0,0001$) ve maruz bırakma süresi ($F_{5,48}=541,10$, $p < 0,0001$) böcek ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun (konsantrasyon x maruz bırakma süresi) ise ($F_{15,48}=18,72$, $P < 0,0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.5. Detech® WP 95 uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* larvalarının ölüm oranları

% Ölüm oranı (Ort. ± S.H)							
Konsantrasyon	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün	14. gün	F ve P değeri
1 g/m ²	0,00±0,00 Cd*	24,44±2,22 Dc	71,11±5,88 Bb	95,56±2,22 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=196,77$ $P<0,0001$
3 g/m ²	4,44±2,22 BCc	40,00±3,85 Cb	93,33±6,67 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=64,34$ $P<0,0001$
6 g/m ²	8,89±2,22 Bc	77,78±2,22 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=765,12$ $P<0,0001$
9 g/m ²	28,89±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	$F_{5,12}=1709,45$ 0 $P<0,0001$
Kontrol	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	$F_{4,10}=---$
F ve P değeri	$F_{3,8}=23,76$ $P<0,0001$	$F_{3,8}=299,52$ $P<0,0001$	$F_{3,8}=10,10$ $P<0,0001$	$F_{3,8}=4,00$ $P=0,05$	$F_{5,12}=---$	$F_{5,12}=---$	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre analiz edilmiştir. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* larvalarıyla yürütülen biyolojik testler uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak değerlendirildiğinde; 1.günde 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda larvalarda ölüm gözlenmezken 3, 6 g/m² uygulama konsantrasyonunda bu oranın sırasıyla %4,44, %8,89'a yükseldiği ve bu konsantrasyonların istatistiksel açıdan aynı grupta yer aldığı görülmektedir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²'de ise 1.günde bu oranın %28,89'a yükseldiği ve istatistiksel açıdan bu farkın önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5'te 3.güne bakıldığında uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak bu oranın 1 g/m²'de %24,44, 3 g/m²'de %40, 6 g/m²'de %77,78 ve 9 g/m²'de %100'e yükseldiği görülmüştür. Ayrıca 3.günde uygulama yapılan tüm konsantrasyonlar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu ve farklı gruplarda yer aldığı gözlenmiştir. *A.diaperinus* larvalarıyla yürütülen biyolojik testlerde 5.günde en küçük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de dahil %71,11 gibi oldukça yüksek bir ölüm oranına ulaşıldığı ve bu oranın uygulama

konsantrasyonlarına bağılı olarak sırasıyla 3 g/m²'de %93,33, 6 ve 9 g/m²'de ise %100'e ulaştığı görülmüştür. Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* larvalarıyla yürütülen biyolojik testlerde uygulama konsantrasyonlarının artmasına bağılı olarak larvaların ölüm oranlarının arttığı gözlenmiştir (Çizelge 3.5).

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* larvalarıyla yürütülen biyolojik testler uygulama günlerine bağılı olarak değerlendirildiğinde; 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün larvalarda ölüm olmadığı gözlenirken 3.günde %24,44, 5.günde %71,11, 7.günde %95,56 ve 9.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. 1 g/m²'de 7., 9., ve 14. günler arasında istatistiksel açıdan farkın önemli olmadığı gözlenirken, 1., 3. ve 5.günler arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²'de 1.günde %28,89 ölüm oranı gözlenirken 3.günde bu oranın %100'e ulaştığı gözlenmiştir. *A.diaperinus* larvalarıyla yürütülen biyolojik testlerde maruz bırakma sürelerine bağılı olarak larvaların ölüm oranlarında arttığı görülmüştür. Detech® WP 95 uygulamasında larvaların tamamının ölmesi için gerekli konsantrasyonun 9 g/m²'de 3 gün gibi kısa bir sürenin yeterli olacağı belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

3.6 Detech® WP 95 (Suda Islanabilir Toz) sulu uygulamaların farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* erginlerin ölüm oranları

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *A.diaperinus* erginlerinin ölüm oranları Çizelge 3.6'da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizler sonucunda uygulama konsantrasyonu ($F_{3,48}=40,14$, $p < 0,0001$) ve maruz bırakma süresi ($F_{5,48}=1185,96$, $P < 0,0001$) böceğin ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu iki faktör arasındaki interaksyonun (konsantrasyon x maruz bırakma süresi) ise ($F_{15,48}=4,54$, $p < 0,0001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* erginleriyle yürütülen biyolojik testler değerlendirildiğinde; uygulama konsantrasyonlarına bağılı olarak konsantrasyonlar arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir. Çizelge 3.6'da 1.güne bakıldığında en yüksek ölüm oranı %4,44 ile 9 g/m² uygulama konsantrasyonunda gözlenmiş ve 1.günde diğer uygulama konsantrasyonlarına bakıldığında ölüm olmadığı, bu konsantrasyonlar arasında istatistiksel olarak fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 3.6'da 5.güne bakıldığında en küçük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de %17,78 ölüm oranı gözlenmiş ve diğer uygulama konsantrasyonlardaki ölüm oranları ile arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur. Yapılan biyolojik testler doğrultusunda 5.günde sırasıyla 3 g/m²'de %35,56, 6 g/m²'de %40, 9 g/m²'de %42,22 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli fark olmadığı görülmektedir. Yapılan biyolojik test sonuçlarında, tüm konsantrasyonlarda 14.günde ölüm oranının %100'e yükseldiği görülmektedir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Detech® WP 95 uygulamasının farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5, 7, 9 ve 14 gün süreyle maruz bırakılan *Alphitobius diaperinus* erginlerinin ölüm oranları

% Ölüm oranı (Ort. ± S.H)							
Konsantrasyon	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün	9. gün	14. gün	F ve P değeri
1 g/m ²	0,00±0,00 Ad	0,00±0,00 Bd	17,78±2,22 Bc	51,11±2,22 Cb	95,56±2,22 Aa	100±0,00 Aa	F _{5,12} =308,22 P < 0,0001
3 g/m ²	0,00±0,00 Ae	8,89±2,22 Ad	35,56±2,22 Ac	62,22±2,22 Bb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	F _{5,12} =1023,83 P < 0,0001
6 g/m ²	0,00±0,00 Ae	13,33±3,85 Ad	40±0,00 Ac	68,89±2,22 ABb	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	F _{5,12} =608,50 P < 0,0001
9 g/m ²	4,44±4,44 Ae	17,78±2,22 Ad	42,22±2,22 Ac	75,56±2,22 Ab	100±0,00 Aa	100±0,00 Aa	F _{5,12} =121,17 P < 0,0001
Kontrol	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	2,22±2,22	17,78±4,44	20±3,85	
F ve P değeri	F _{3,8} =1,00 P=0,44	F _{3,8} =25,48 P < 0,0001	F _{3,8} =32,25 P < 0,0001	F _{3,8} =20,84 P < 0,0001	F _{3,8} =4,00 P=0,052	F _{3,8} =----	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre analiz edilmiştir. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5 önem seviyesine göre istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır.

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* erginleriyle yürütülen biyolojik testler uygulama günlerine bağlı olarak değerlendirildiğinde; en küçük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de 1.gün ve 3.günde ölüm olmadığı gözlenmiştir. Bu oranın 5. günde %17,78, 7. günde %51,11, 9.günde %95,56 ve 14.günde %100'e ulaştığı gözlenmiştir. Çizelge 3.6'ya bakıldığında 3 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün ölüm olmadığı gözlenirken 3.gün %8,89, 5.gün %35,56, 7. gün %62,22 ve 9. günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda 9. ve 14.gün hariç diğer uygulama konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²'ye bakıldığında 1.günde %4,44, 3.günde %17,78, 5.günde %42,22, 7. günde %75,56 ve 9.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir. *A.diaperinus* yürütülen çalışmada erginlerin ölüm oranlarının maruz bırakma sürelerine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Çizelge 3.6).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde toplam tahıl üretiminin %10 ila 20'si hasat sonrası depolanan tahıl ürünlerindeki böcek istilası, bakteri ve küf kaynaklı bozulmalar nedeniyle kayba uğramaktadır. Uygun olmayan taşıma ve depolama koşulları gibi bazı durumlarda tahıl kayıplarının, hasadın %40'ına kadar ulaşabildiği bildirilmiştir (Agrafioti vd., 2023). Bu durum üreticiler için ciddi maddi kayıplara yol açmaktadır. Bu nedenle böcek istilasının kontrol altına alınması ve sağlıklı depolama koşulları oluşturularak ürünlerin etkin bir şekilde korunması gerekmektedir. *A.diaperinus* depolarda ve kanatlı üretim tesislerinde büyük problemlere yol açan önemli zararlılardan biridir. Birçok araştırmacı bu zararlının mücadelesinde yeni alternatifler aramışlardır.

Bu çalışmada da depolarda ve kümeslerde zararlı olan Altlık böceğine karşı farklı diatom toprağı preparatlarının etkisi denenmiştir. Yapılan çalışmada Detech® toz uygulamasında larvalarla yürütülen biyolojik testlerde 0,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.günden itibaren larvaların %48,89 oranında yani yaklaşık yarısının öldüğü gözlenirken larvaların ölüm oranlarının 3.günde %84,44 ve 5.günde ise %100'e ulaştığı görülmektedir. 2, 3, 6, 9 g/m² uygulama konsantrasyonlarında larvaların ölüm oranlarının 1.günden itibaren çok yüksek oranda ve sırasıyla %93,33, %95,56, %97,78, %100 oranında olduğu gözlenmiştir. Detech® toz uygulamasında erginlerin ölüm oranlarına bakıldığında 1g/m² uygulama konsantrasyonunda 14.günde erginlerin tamamının öldüğü gözlenirken uygulama dozlarının artmasına bağlı olarak erginlerin tamamının ölmesi için gereken sürenin 1,5 g/m²'de 7 gün, 2 g/m²'de 5 gün ve 3, 6, 9 g/m²'de 3 günün yeterli olduğu görülmektedir. Detech® toz uygulamasında *A.diaperinus* larvalarının tamamının ölmesi için 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonu ve 3 günün yeterli olduğu görülürken erginlerin tamamının ölmesi için ise 3 g/m² uygulama konsantrasyonu ve 3 günün yeterli olduğu görülmektedir. Bu veriler doğrultusunda Detech® toz uygulamasının *A.diaperinus* larva ve erginlerinin mücadelesinde oldukça etkili olduğunu, kısa sürede etkili sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir. Alves vd. (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada *A.diaperinus* kontrolünde diatom toprağınınin aktivitesini etkileyen faktörler incelenmiş ve *A.diaperinus*'un kontrolünde diatom toprağının büyük bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Agrafioti vd. (2023)'nin yaptıkları çalışmada diatom toprağı preparatlarının (Silicid, Celatom® MN-23 ve Silicosec®) çeşitli depo böcek türlerinin kontrolüne yönelik etkinliği değerlendirilmiş ve *A.diaperinus*'ta Silicid uygulamasında, en yüksek doz olan 1000 ppm

konsantrasyona maruz kaldıktan 3, 7, 14, 21 gün sonra sırasıyla %59,4, %95, %99,5, %100 ölüm oranına ulaşıldığı görülmektedir. Yapılan bu denemede yumuşak buğday üzerinde 1000 ppm uygulama konsantrasyonundan elde edilen sonuçlara bakıldığında; Silicosec® uygulamasının 21 gün sonunda %17 ölüm oranına ancak ulaştığı görülmektedir. Tez çalışması kapsamında ise Silicosec® toz uygulamasında, *A.diaperinus* erginleriyle yürütülen biyolik testlerde 3 g/m² uygulama konsantrasyonundan elde edilen sonuçlara bakıldığında; 7 gün sonunda erginlerin %100 ölüm oranına ulaştığı ve Silicosec®'in yüzey uygulamalarında oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Bu farkın deneme yönteminin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yapılan bu çalışma ve araştırmalardan elde edilen veriler kıyaslandığında; diatom kullanımının *A.diaperinus* erginlerinin mücadelesinde oldukça etkili olduğu görülmektedir.

Detech® ve Silicosec® toz uygulamasında, *A.diaperinus* larvalarıyla yürütülen biyolojik testler karşılaştırıldığında; 1.gün Detech® toz uygulamasında 0,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda %48,89 oranında ölüm oranı gözlenirken Silicosec® toz uygulamasında ölüm oranına rastlanmadığı gözlenmiştir. Detech®'te aynı konsantrasyonda uygulama günlerine bağlı olarak bu oranların sırasıyla 3.gün %84,44 ve 5.günde %100'e ulaştığı bulunmuştur. Silicosec®'te ise aynı konsantrasyonda bu oranların sırasıyla 3.gün %11,11, 5. gün %37,78, 7.gün %60, 9.gün %91,11 ve 14. günde %100'e ulaştığı görülmüştür. En yüksek uygulama konsantrasyonu 9 g/m²'de *A.diaperinus* larvalarının ilk günden itibaren %100 oranında öldüğü gözlenirken Silicosec® toz uygulamasında bu orana 3 günde ulaşıldığı görülmektedir. Detech® ve Silicosec® toz uygulamasında, erginlerle yürütülen biyolojik testler karşılaştırıldığında; 1,5 g/m² uygulama konsantrasyonunda Detech® toz uygulamasında erginlerin tamamının ölmesi için 7 gün gerekirken Silicosec® toz uygulamasında erginlerin tamamının ölmesi için 14 gün gerekmektedir. 3 g/m² uygulama konsantrasyonunda Detech®'te 1.gün %17,78 ölüm oranı gözlenirken 3.günde erginlerin tamamının öldüğü belirlenmiştir. Silicosec®'te aynı uygulama konsantrasyonuna bakıldığında 1.gün %8,89, 3.gün %71,11, 5. gün %93,33 ve 7.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Yapılan biyolojik testlerde 3 g/m² uygulama konsantrasyonunda, Detech® toz uygulamasında erginlerin tamamının ölmesi için 3 gün yeterli olduğu gözlenirken Silicosec® toz uygulamasında 7 gün gerekli olduğu görülmektedir. Detech® yapısı, içeriği bakımından Silicosec®'ten farklılık göstermekte ve bu sebeple etkinlikleri arasında fark ortaya çıkmaktadır. Yapılan bu biyolojik testler doğrultusunda Detech®'in *A.diaperinus* larva ve erginleri üzerinde etkisinin Silicosec®'e oranla daha yüksek olduğu, daha kısa sürede sonuç verdiği görülmektedir.

Detech® toz uygulamasında, ergin ve larvaların ölüm oranı kıyaslandığında; 1g/m² uygulama konsantrasyonunda erginlerde 1.gün ölüm gözlenmezken larvalarda bu oranın %68,89 olduğu görülmektedir. Biyolojik testlerde 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda erginlerde 14.günde %100 ölüm oranı yani tamamının öldüğü gözlenirken larvalarda %100 ölüm oranına 5.günde ulaşıldığı saptanmıştır. Detech® toz uygulamasında en yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında; erginlerde 1.gün %35,56, 3.gün %100 ölüm oranı gözlenirken larvalarda 1.günden itibaren %100 ölüm oranına ulaşıldığı saptanmıştır. Silicosec® toz uygulamasında ergin ve larvaların ölüm oranı kıyaslandığında; 1g/m² uygulama konsantrasyonunda 1.gün erginlerde ölüm gözlenmezken larvalarda 1.günden itibaren %51,11 oranında yani yaklaşık olarak larvaların yarısının öldüğü gözlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda erginlerde 14.günde tamamının öldüğü gözlenirken larvalarda %100 ölüme 5.günde ulaşıldığı saptanmıştır. Silicosec® toz uygulamasında en yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında; erginlerde 1.gün %17,78, 3.gün %84,44 ve 5.gün %100 ölüme ulaşıldığı gözlenirken larvalarda 1.gün %91,11 ve 3.gün %100 ölüme ulaşıldığı tespit edilmiştir. Diatom preparatlarının sulu uygulanmasına ilişkin çok az literatür bulunmaktadır. Tez kapsamında elen alınan Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz formülasyonunda bir preparattır. Bu ürünün uygulamasında larva ve erginlerin ölüm oranları kıyaslandığında; en düşük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de erginlerde 1. ve 3.gün ölüm olmadığı gözlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda larvalarda 1.gün ölüm gözlenmezken 3.gün bu oranın %24,44'e yükseldiği görülmektedir. Detech® WP 95 uygulamasında 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda erginlerde 14.günde %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken larvalarda bu orana 9.günde ulaşıldığı saptanmıştır. Detech® WP 95 uygulamasında en yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m² uygulama konsantrasyonuna bakıldığında erginlerde 1.gün %4,44 ölüm oranı gözlenirken larvalarda bu oranın %28,89 olduğu gözlenmiş ve larvaların erginlere oranla yaklaşık 7 kat daha fazla oranda öldüğü tespit edilmiştir. 9 g/m² uygulama konsantrasyonunda erginlerde tamamının ölmesi için gerekli sürenin 9 gün olduğu gözlenirken larvalarda bu orana 3 günde ulaşıldığı tespit edilmiştir. Uygulamalardan elde edilen sonuçlara genel olarak bakıldığında larvalarda daha kısa sürede ve daha yüksek oranda ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken erginlerdeki ölüm oranlarına daha uzun sürede ulaşıldığı gözlenmiştir. Bunun sebebinin larvaların vücut yapısının yumuşak ve kısa tüylü olmasından dolayı diatom partiküllerine, erginlerin sert yapıdaki vücut yapısına göre daha duyarlı olduğu görülmektedir.

Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* larvalarıyla yapılan denemeye bakıldığında; en düşük uygulama konsantrasyonu olan 1 g/m²'de larvaların 9 günde öldüğü gözlenirken konsantrasyonun ve uygulama günlerinin artmasına bağlı olarak ölüm oranlarında arttığı görülmektedir. Örneğin; 3 g/m²'de larvaların tamamının ölmesi için 7 gün, 6 g/m²'de 5 gün ve en yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²'de 3 günün yeterli olduğu görülmektedir. Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında *A.diaperinus* erginleriyle yapılan denemeye bakıldığında; en düşük uygulama konsantrasyonu olan 1g/m²'de erginlerin %100 yani tamamının ölmesi için 14 gün gerekirken 3, 6 ve 9 g/m²'de ise 9 günün yeterli olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak Detech WP® 95 uygulamasının *A.diaperinus* larva ve erginlerine karşı oldukça etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca Detech WP® 95 suda ıslanabilir toz olarak uygulandığında; diatom toprağının yüzeye daha iyi tutunması, homojen bir şekilde dağılımı, kalıcılığının daha uzun süreli olması ve uygulama kolaylığı gibi avantajları bulunmaktadır.

Detech® toz ve Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulaması karşılaştırıldığında, 1 g/m² uygulama konsantrasyonunda *A.diaperinus* larvalarıyla yapılan denemeye bakıldığında; Detech® toz uygulamasında 1.gün %68,89 ölüm oranı gözlenirken ıslanabilir toz uygulamasında 1.gün ölüm oranına rastlanmadığı gözlenmiştir. Aynı uygulama konsantrasyonunda larvalarla yapılan denemede Detech® toz uygulamasında %100 ölüm oranına 5.günde ulaşıldığı, Detech® WP 95 uygulamasında ise bu orana 9.günde ulaşıldığı gözlenmiştir. En yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²'de larvalarla yapılan denemeye bakıldığında; Detech® toz uygulamasında ilk günden itibaren %100 ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken Detech® WP 95 uygulamasında bu orana 3.günde ulaşıldığı gözlenmiştir. Detech® toz ve Detech® WP 95 suda ıslanabilir toz uygulamasında, en yüksek uygulama konsantrasyonu olan 9 g/m²'de *A.diaperinus* erginleriyle yapılan denemeye bakıldığında; Detech® toz uygulamasında 1.gün %35,56 ölüm oranı gözlenirken Detech® WP 95'te bu oranın %4,44 olduğu görülmektedir. Yapılan biyolojik testlerde 9 g/m² uygulama konsantrasyonunda erginlerin tamamının ölmesi için Detech® toz uygulamasında 3 gün gerekirken Detech® WP 95'te 9 gün gerekli olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak Detech® toz uygulamasının etkinliğinin *A.diaperinus* larva ve erginlerine karşı Detech® WP 95'e oranla daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Diatom toprağı toz olarak uygulandığında diatom partikülleri böceğin vücuduna direkt temas etmekte ve böceğin diatom partiküllerine maruz kalma süresine de bağlı olarak böceğin ölümünü hızlandırmaktadır.

Diatom partikülleri böceğin vücuduna temas ettiğinde; böceğin kütikulası üzerindeki mumsu tabakanın emilmesi ve eklem aralarında aşındırıcı etkisi dolayısıyla böceğin su kaybına bağlı olarak fiziksel yolla ölmesine neden olmaktadır. Fields vd. (2000)'nin yaptığı çalışmada diatomun toz halde uygulanmasının spreyci (sulu) uygulamaya göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Athanassiou vd. (2011)'nin yaptığı çalışmada diatomun toz olarak uygulanmasının, *S.oryzae* ve *T.confusum*'a karşı püskürtme yönteminden daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Vaughan ve Turner (1984) yaptıkları çalışmada yüzey spreyleme ile uygulanan yöntemlerin böceğin kazma alışkanlıkları nedeniyle etkili olamayabileceğini ayrıca WP formülasyonların emülsiyon konsantre formülasyonlara göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu verilerden elde edilen bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada Detech® WP 95 (suda ıslanabilir toz formülasyonu) yüzeye uygulandığında böceğin diatoma temas etme süresinin toz uygulamaya göre daha uzun sürede gerçekleştiği görülmektedir. Dolayısıyla diatomun böceğin vücuduna temasının daha uzun sürede gerçekleşmesine bağlı olarak böceğin daha geç sürede öldüğü saptanmıştır.

Yapılan birçok çalışmada diatomun uygulandığı yüzeylere bağlı olarak farklı etkilere neden olduğu görülmektedir. Alves vd. (2008)'nin yapmış oldukları çalışmada *A.diaperinus* kontrolünde diatom toprağının etkinliği incelenmiştir. Diatom toprağı, kümeslerde kullanılan altlığa uygulandığında %4 oranında ölüm oranına ulaşıldığı gözlenirken yemlere uygulandığında ise %95 oranında ölüm oranına ulaşıldığı gözlenmiştir. Alves vd. (2006) diatom toprağının *A.diaperinus* üzere etkisini incelemişlerdir. Deneme için diatom toprağı tavuk yemine (1, 2 ve 3g DE /kg tavuk yemi) ve kümes hayvanı altlığına uygulanmıştır. Yeme uygulandığında ölüm oranları sırasıyla %70, 83 ve 90 olarak bulunmuştur. Diatom toprağı 86-172 g/m² uygulama konsantrasyonunda altlığa uygulandığında ölüm oranları sırasıyla %49 ve %78 olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda diatom yeme uygulandığında altlık uygulamalarına göre daha yüksek oranda etkili olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin kümes altlığının çeşitli faktörlerden dolayı örneğin; altlığın nemlenmesine, kanatlı hayvanların altlığın üzerinde gezinerek diatomu dağıtmasına ve yüzeyin diatomu absorbe etmesi gibi nedenlere bağlı olarak bir miktar azalabileceği düşünülmektedir. Yem olarak kullanılan tahılların kuru olmasına bağlı olarak diatomun yüzeye daha iyi tutunduğu ve kalıcılığının daha fazla olmasına bağlı olarak daha etkili olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada da diatom beton yüzeye sulu olarak uygulandığında diatomun beton yüzey tarafından bir miktar absorbe edildiği, yüzeye yapıştığı ve buna bağlı olarak yüksek konsantrasyonlarda bile etkinin bir miktar azalabileceği belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, test edilen diatom toprağı preparatlarının Altlık böceğinin mücadelesinde kimyasallara alternatif bir ürün olarak kullanılabilceği yönünde umut vadeden bir ürün olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, elde edilen bilgiler doğrultusunda diatom preparatlarının Altlık böceğine karşı etkinliğinin belirlenmesinde, laboratuvar koşullarında belirli bir alanda yürütülen testlerden elde edilen veriler ışığında depolarda ve tavuk çiftliklerinde gerçek saha denemelerinin yapılması gerekmektedir. Benzer Şekilde tavuk çiftliklerinde yemlere, yemliklere ve altlık materyaline uygulanarak saha koşullarındaki etkinliğine ilişkin verilerin toplanması kimyasal alternatifi doğal bir ürünün piyasa tarafından daha fazla tercih edilir hale gelmesi bakımından oldukça önemlidir. Bu diatom toprağı preparatlarının *A.diaperinus*'un mücadelesinde alternatif bir yöntem olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler ışığında, ele alınan bu zararlı ile aynı familyadan benzer türlere karşıda diatom toprağı preparatlarının etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18(1), 265-267.
- Agrafioti, P., Vrontaki, M., Rigopoulou, M., Lampiri, E., Grigoriadou, K., Ioannidis, P. M., Rumbos, C. I., Athanassiou, C. G. (2023). Insecticidal Effect of Diatomaceous Earth Formulations for the Control of a Wide Range of Stored-Product Beetle Species. *Insects*, 14, 656. <https://doi.org/10.3390/insects14070656>
- Alagöz, V., (2016). Çeşitli Türk Diatom Topraklarının Çeltik ve Pirinç Üzerinde Pirinç Biti (*Sitophilus oryzae* L.) Ve Kıрма Bitine (*Tribolium confusum* Du Val.) Karşı İnsektisidal Etkinliği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 48s.
- Alagöz, V., Sağlam, O. (2022). Bazı Türk diatomlu toprak yataklarının çeltik böceği, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae)'ne karşı insektisidal etkinliği. *J. Tekirdağ Tarım Fakültesi* 19, 446-455.
- Alves, L. F. A., Buzarello, G. D., Oliveira, D. G. P., Alves, S. B. (2006). Ação da terra de diatomáceas contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) *Arquivos do Instituto Biológico*, 73(1), 115-118.
- Alves, L. F. A., Oliveira, D. G. P., Neves, P. M. (2008). Factors affecting diatomaceous earth effectiveness in the control of *Alphitobius diaperinus* (Panzer)(Coleoptera: Tenebrionidae) adults. *Neotropical Entomology* 37, 716-722.
- Athanassiou, C. G. and Buchelos, C. T. (2001). Detection of stored-wheat beetle species and estimation of population density using unbaited probe traps and grain trier samples Laboratory of Agricultural Zoology and Entomology, Agricultural University of Athens, *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98, 67-78.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Vayias, B. J., Tomanovic, Z., Petrovi, C. A., Rozman, V., Adler, C., Korunic, Z., Milovanovic, D. (2011). Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and Southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. 30, 329-339.
- Arena, J.S., Omarini, A. B., Zunino, M. P., Peschiutta, M. L., Defago, M. T., Zygadlo, J. A. (2018). Essential oils from *Dysphania ambrosioides* and *Tagetes minuta* enhance the toxicity of a conventional insecticide against *Alphitobius diaperinus*. *Industrial Crops & Products* 122: 190–194.
- Bartelt R. J., Zilkowski, B.W., Cosse, A. A., Steelman, C. D., Singh, N. (2009). Male-produced aggregation pheromone of the lesser mealworm beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Journal of Chemical Ecology* 35, 422–434.
- Chernaki-Leffer, A. M., Biesdorf, S. M., Almeida, L. M., Leffer, E.V.B. and Vigne, F. (2002). Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no Oeste do estado do Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Avícola* 4, 243-247.

- Cogan, P., Webb, D. and Wakefield, M. (1996). A comparison of four residual insecticides for the control of the lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus* Panzer) in turkey broiler houses in the UK. *International Pest Control*, 38, 52–55.
- Despins, J.L., Turner, E.C. Jr., Ruszler, P.L. (1987). Construction profiles of high rise caged layer houses in association with insulation damage caused by the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) in Virginia. *Poult. Sci.* 66, 243-250.
- Despins, J. L., Axtell, R. C. (1994). Feeding behavior and growth of turkey poults fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science* 73,1526–1533.
- Despins, J. L., Axtell, R. C. (1995). Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science* 74, 331–336.
- Dunford, J. C. and Kaufman P. E. (2006). Lesser Mealworm, Litter Beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) Erişim adresi: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN66200.pdf> Erişim tarihi: 15.04.2022
- Fields, P. G. and Korunic, Z. (2000). The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored product beetles. *Journal of Stored Products Research.* 36, 1-13. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(99\)00021-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(99)00021-1)
- Gazoni, F. L., Flores, F., Bampi, R. A., Silveira, F., Bouffleur, R., Lovato, M. (2012). Avaliação Da Resistência Do Cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) A Diferentes Temperaturas. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, 79 (1), 69-74.
- Geden, C. J., Axtell, R. C., Brooks W.M. (1985). Susceptibility Of The Lesser Mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) To The Entomogenous Nematodes *Steinernema feltiae*, *Steinernema glaser* (*Sterinernematidae*) and *Heterorhabditis heliothidis* (*Heterorhabditidae*) *Journal of Entomological Science*, 20 (3), 331-339.
- Geden, C. J. ve Carlson D. A. (2001). Mechanical barrier for preventing climbing by lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) and hidde beetle (Coleoptera: Dermestidae) larvae in poultry houses, *Journal of Economic Entomology*, 94 (6), 1610-1616.
- Goodwin, M. A. and Waltman, W. D. (1996).Transmission of Eimeria, Viruses, and Bacteria to Chicks: Darkling Beetles (*Alphitobius diaperinus*) as Vectors of Pathogens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 5(1), 51–55. <https://doi.org/10.1093/japr/5.1.51>
- Hamm, R. L., Kaufman, P. E., Reasor, C. A., Rutz, D. A. ve Scott, J. G. (2006). Resistance to cyfluthrin and tetrachlorvinphos in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*, collected from the eastern United States. *Pest Manag Sci.* 62 (7), 673-7. <https://doi.org/10.1002/ps.1230>
- Kaufman, P. E., Strong C. and Rutz, D. A. (2008). Susceptibility of lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) adults and larvae exposed to two commercial insecticides on unpainted plywood panels. *Pest Manag. Sci.* 64 (2), 108–111.

- Kavallieratos, N. G., Nika, E.P., Skourti, A., Filintas, C.S., Goumenou, T.D. (2022). Short- and Long-Term Mortalities of Small and Large Larvae of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) on Concrete Surfaces Treated with Three Insecticides: Impact of Food. *Insects*, 13, 366. <https://doi.org/10.3390/insects13040366>
- Keskin, Ş., Özkaya, H. (2013). Tahılların Depolanması Sırasında Böcek Üremesi ve Etkileri. *Akademik Gıda*, 11 (3-4), 101-105.
- Kılıç, N. (2022). Efficacy of Dust and Wettable Powder Formulation of Diatomaceous Earth (Detech®) in the Control of *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) *Insects*, 13 (10), 857.
- Korunic, Z. (1997). Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research*, 33, 219-229. [https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(97\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(97)00004-0)
- Köse, Ö. D. E., Mut, Z. (2018). Tahıl Ve Tahıl Ürünlerinin İnsan Beslenmesi ve Sağlık Açısından Önemi, Yozgat'ta Tahılların Durumu. III. Uluslararası Bozok Sempozyumu, 03-05. <http://bozoksempozyumu3.bozok.edu.tr>
- Lambkin, T. A. (2005). Baseline responses of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to fenitrothion and susceptibility status of populations in Queensland and New South Wales, Australia. *Journal of Economic Entomology* 98, 938-942. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.938>
- Lambkin, T. A., Rice, S. J. (2006). Baseline responses of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to cyfluthrin and detection of strong resistance in field populations in eastern Australia. *Journal of Economic Entomology*, 99 (3), 908-913. <http://www.bioone.org/doi/full/10.1603/0022-0493-99.3.908>
- Lambkin, T. A., Rice, S. J. (2007). Baseline responses of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to spinosad, and susceptibility of broiler populations in eastern and southern Australia. *Journal of Economic Entomology*, 100, 1423-1427.
- Lambkin, T. A., Rice, S. J., Furlong, M. (2010). Responses of susceptible and Cyfluthrin-resistant broiler house populations of Lesser Mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) to γ -Cyhalothrin, *Journal of Economic Entomology*, 103 (6) 2155-2163. <https://doi.org/10.1603/EC09403>
- Leffer, A. M., Kuttel, J., Martins, L. M., Pedroso, A. C., Astolfi-Ferreira C.S., Ferreira, F., Ferreira, A. J. (2010) Vectorial competence of larvae and adults of *Alphitobius diaperinus* in the transmission of *Salmonella enteritidis* in poultry. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 10 (5) 481-7. <https://doi.org/10.1089/vbz.2008.0089>
- McAllister, J. C., Steelman, C. D., Newberry, L. A., Skeeles, J. K. (1995). Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). *Poultry Science*, 74, 45-49.
- Nguyen, N., Yang, B. K., Lee, J. S., Yoon, J. U., Hong, K. J., (2019). Infestation of darkling beetle in broiler chicken houses. *Korean Journal of Applied Entomology*, 58 (3), 189-196.

- Oliveira, D. G. P., Bonini, A. K., Alves, L. F. A. (2017). Field Assessments to control the Lesser Mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) using diatomaceous earth in poultry houses, *Journal of Economic Entomology*, 110 (6), 2716-2723. <https://doi.org/10.1093/jee/tox287>
- Özcan, K. ve Tunaz, H. (2022). BGN-1 kodlu Türk Diatom Toprağının Alman Hamam böceği (*Blatella germanica* L.)'nın Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. *Tarım Ve Doğa Dergisi*, 25 (5), 1061-1067. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.995153>
- Rohde, C., Alves, L. F., Neves, P. M., Alves, S. B., Da Silva, E. R., ve De Almeida, J. E. (2006). Selection of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. isolates against *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Neotropical Entomology* 35 (2), 231–240.
- Rumbos, C. I., Karapanagiotidis, L. T., Mente E. and Athanassiou C. G. (2019). The lesser mealworm *Alphitobius diaperinus*: a noxious pest or a promising nutrient source? *Reviews in Aquaculture* 11, 1418–1437. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1111/raq.12300>
- Rumbos, C. I., Pantazis, I. ve Athanassiou, C. G. (2020). Population growth of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) on various commodities. *J. Econ. Entomol.* 113 (2), 1001–1007. <https://doi.org/10.1093/jee/toz313>
- Sağlam, Ö., Bayram, A., Işıkber, A. A., Şen, R., Bozkurt H. ve Henteş, S. (2022). Insecticidal and repellency effects of a Turkish diatomaceous earth formulation (Detech®) on adults of three important pests of stored grain. *Turkish Journal of Entomology*, 46 (1), 75-88. <https://doi.org/10.16970/entoted.1032262>
- Salin, C., Delettre Y. R., Vernon P. (2003). Controlling the Mealworm *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Broiler and Turkey Houses: Field Trials with a Combined Insecticide Treatment: Insect Growth Regulator and Pyrethroid. *Journal of Economic Entomology*, 96, 126–130, Erişim adresi: <https://doi.org/10.1093/jee/96.1.126>
- Schroekenstein, D. C., Meier-Davis, S., Graziano, F. M., Falomo, A. and Bush, R. K. (1988). Occupational sensitivity to *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (lesser mealworm). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 82 (6), 1081–1088.
- SPSS, (2009). PASW® Statistics 18 for Windows Version 18.00, Chicago, USA.
- Steinkraus, D. C., Cross, E. A. (1993). Description and life history of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Tarsonemina: Acarophenacidae), an egg parasite of the Lesser Mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 86 (3), 239–249. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1093/aesa/86.3.239>
- Vaughan, J. A. ve Turner, E. C. (1984). Residual and topical toxicity of various insecticides to the Lesser Mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Economic Entomology*, 77, 216–220. <https://doi.org/10.1093/jee/77.1.216>
- Watson, D. W., Denning, S. S., Zurek, L., Stringham, S. M. and Elliott, J. (2003). Effects of lime hydrate on the growth and development of darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *International Journal of Poultry Science*. 2, 91-96.