



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**YERLİ DİATOM TOPRAĞININ PİRİNÇ BİTİ [*SITOPHILUS ORYZAE*
(LINNAEUS, 1763) (COLEOPTERA: DRYOPHTHORIDAE)] VE KIRMA
BİTİ [*TRIBOLIUM CONFUSUM* JAQCQUELIN DU VAL, 1868
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)]'NE ETKİSİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR**

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Nazlı Sena ERBİR DOĞAN

Danışman: Prof. Dr. Turgut ATAY

TOKAT- 2025

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Turgut ATAY danışmanlığında hazırlamış olduğum “Yerli Diatom Toprağının Pirinç Biti [*Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera:Dryophthoridae)] ve Kırma Biti [*Tribolium confusum* Jaqcquelin Du Val, 1868 (Coleoptera:Tenebrionidae)]’ne Etkisi Üzerine Araştırmalar” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

12.08.2025

Nazlı Sena ERBİR DOĞAN

JÜRİ KABUL VE ONAY

Nazlı Sena ERBİR DOĞAN tarafından “Yerli Diatom Toprağının Pirinç Biti [*Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera:Dryophthoridae)] ve Kıрма Biti [*Tribolium confusum* Jaqcuelin Du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae)]’ne Etkisi Üzerine Araştırmalar” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 12.08.2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye (Başkan):

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteklerinden ve yol göstericiliğinden dolayı sayın hocam Prof. Dr. Turgut ATAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında bana destekçi olan ve emeğini esirgemeyen hocam Arş. Gör. Betül TARHANACI'ya, deneme kurma aşamasında her zaman yanımda olan Ziraat Mühendisi Elif PINAR, Ziraat Mühendisi Deniz BAHÇACI, Ziraat Mühendisi Aleyna ÖZARSLAN, Ziraat Mühendisi Ahmet Gökalp SOLMAZ'a ve lisansüstü eğitim sürecimdeki arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda yanımda olan ve desteğini hiç esirgemeyen annem, babam, ablam Banu, kardeşim Cansel ve eşim Ferhat'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu süreçteki emekleri ve katkıları benim için paha biçilmezdir.

Bu tezi sevgili annem Emine ERBİR ve canım babam Naci ERBİR'e ithaf ediyorum.

ÖZET

“YERLİ DIATOM TOPRAĞININ PİRİNÇ BİTİ [*SITOPHILUS ORYZAE* (LINNAEUS, 1763) (COLEOPTERA: DRYOPHTHORIDAE)] VE KIRMA BİTİ [*TRIBOLIUM CONFUSUM* JAQCQUELIN DU VAL, 1868 (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)]’NE ETKİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR”

Erbir Doğan, Nazlı Sena
Yüksek Lisans, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Turgut Atay
Ağustos 2025, xii+35 sayfa

2023-2025 yılları arasında yürütülmüş olan bu çalışmada yerli diatom toprağı Diaterra®’nın farklı yüzey (beton ve tahta) ve besin uygulamaları ile iki önemli depolanmış hububat zararlısı Pirinç Biti [*Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Dryophthoridae)] ve Kıрма Biti [*Tribolium confusum* Jaqcquelin Du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae)] erginlerine karşı etkinliği araştırılmıştır. Yüzey denemeleri $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $\%60\pm 5$ orantılı nemde, 4 farklı dozda (0.50, 1, 2 ve 4 g/m^2) kurulmuştur. Tahta ve beton yüzeyde yapılan uygulamalarda, iki zararlı türe karşı doz ve süreye bağlı olarak önemli düzeyde etki görülmüştür. Tahta yüzeydeki 4 g/m^2 doz uygulamasında, *S. oryzae* ve *T. confusum* bireylerinde 72. saatte $\%100$ ölüm oranı elde edilmiştir. Beton yüzeydeki uygulamalarda ise, 4 g/m^2 dozdaki 72 saat sonrasındaki ölüm oranları *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerinde sırasıyla $\%84.71$ ve $\%100$ olarak belirlenmiştir. Her iki yüzeyde de 120. saat itibarıyla tüm dozlarda hedef zararlılara karşı gözlemlenen etki oranı $\%96$ ’nın üzerine çıkmıştır. Besin uygulamalarında ise kırık buğday ve tam buğday üzerine 100, 250 ve 500 ppm dozları kullanılmıştır. Besin uygulamalarındaki etki yüzeye göre daha düşük bulunmuş olup 500 ppm dozda 21. günde *T. confusum* erginleri üzerindeki etki $\%50$ ’ye ulaşmazken aynı dozun *S. oryzae* erginleri üzerindeki 14. gündeki etkisi $\%84.31$ olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler Diaterra® diatom toprağının özellikle yüzey uygulamalarında *S. oryzae* ve *T. confusum*’a karşı kullanılabilme potansiyelinin olabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Diaterra®, Tahta, Beton, Besin, Etki, Depolanmış Hububat Zararlıları

ABSTRACT

” RESEARCH ON THE EFFECT OF NATIVE DIATOM SOIL ON RICE LOUSE
[*SITOPHILUS ORYZAE* (LINNAEUS, 1763) (COLEOPTERA:
DRYOPHTHORIDAE)] AND CRUSHING LOUSE [*TRIBOLIUM CONFUSUM*
JAQCQUELIN DU VAL, 1868 (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)]”

Erbir Doğan, Nazlı Sena
Master's Degree, Department of Plant Protection
Advisor: Prof. Dr. Turgut Atay
August 2025, xii+ 35 pages

In this study, which was carried out between 2023 and 2025, the efficacy of Diaterra®, a native diatomaceous earth, against two significant stored grain pests, rice weevil [*Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Dryophthoridae)] and red flour beetle [*Tribolium confusum* Jaqcquelin Du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae)] adults with different surface (concrete and wood) and food applications was investigated. The surface trials were conducted at 25±2°C and 60±5% relative humidity at 4 different doses (0.50, 1, 2 and 4 g/m²). In the applications on wood and concrete surfaces, a significant effect was observed against two pest species depending on the increasing dose and duration. In the 4 g/m² dose application on the wooden surface, 100% mortality rates were obtained at 72 hours for *S. oryzae* and *T. confusum* individuals. In the applications on the concrete surface, the mortality rates of *S. oryzae* and *T. confusum* adults after 72 hours at 4 g/m² dose were 84.71% and 100%, respectively. On both surfaces, the effect rate observed against target pests in all doses exceeded 96% by 120th hour. In food treatments, 100, 250 and 500 ppm doses were used on cracked wheat and whole wheat. The effect of food treatments was found to be lower than the surface. At 500 ppm dose, the effect on *T. confusum* adults on the 21st day did not reach 50%, while the effect of the same dose on *S. oryzae* adults on the 14th day was 84.31%. The data obtained as a result of the study revealed that Diaterra®, a native diatomaceous earth, may have the potential to be used against *S. oryzae* and *T. confusum*, especially in surface applications.

Keywords: Diaterra®, Wooden, Concrete, Food, Effect, Stored Grain Pests

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME	i
JÜRİ KABUL VE ONAY	ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Diaterra®Diatom Toprağı	14
3.1.2. K-Obiol® EC 25	
[Deltamethrin (25 g/l) and pPiperonyl Butoxide (250 g/l)]	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. <i>Sitophilus oryzae</i> kültürü	15
3.2.2. <i>Tribolium confusum</i> kültürü	15
3.2.3. Yüzey denemeleri	16
3.2.4. Besin denemeleri	17
3.2.5. İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR.....	19

4.1. Besin Üzerine Uygulanan Diatom Toprağı Diaterra®'nın <i>Tribolium confusum</i> ve <i>Sitophilus oryzae</i> Üzerindeki Etkileri	19
4.2. Tahta ve Beton Yüzeye Uygulanan Diatom Toprağı Diaterra®'nın <i>Tribolium confusum</i> ve <i>Sitophilus oryzae</i> Üzerindeki Etkileri.....	20
4.3. Diaterra®'nın <i>Sitophilus oryzae</i> ve <i>Tribolium confusum</i> Erginlerine Karşı Zaman-Ölüm Çalışması.....	22
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	25
6. KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	35

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Diaterra® diatom toprağı.....	14
Şekil 3.2. Diaterra® toprağıını oluşturan diatomitlerin teleskopik mikroskop görüntüleri.....	14
Şekil 3.3a. <i>Sitophilus oryzae</i> kültürü.....	16
Şekil 3.3b. <i>Tribolium confusum</i> kültürü	16
Şekil 3.4a. Diatom toprağı tahta yüzey uygulamaları	17
Şekil 3.4b. Diatom toprağı beton yüzey uygulamaları.....	17
Şekil 3.5. Diatom toprağı besin uygulamaları	18

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye mısır, arpa, yulaf ekim alanı, üretim ve verimi	1
Çizelge 1.2. Türkiye'de buğday ekim alanı, üretim ve verimi	2
Çizelge 1.3. Türkiye'de çeltik ekim alanı, üretim ve verimi.....	2
Çizelge 4.1. Besine uygulanan Diaterra®'nın <i>T. confusum</i> ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)	19
Çizelge 4.2. Besine uygulanan Diaterra®'nın <i>S.oryzae</i> ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)	20
Çizelge 4.3. Tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın <i>S.oryzae</i> ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)	21
Çizelge 4.4. Tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın <i>T. confusum</i> ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)	21
Çizelge 4.5. Beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın <i>S.oryzae</i> ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)	22
Çizelge 4.6. Beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın <i>T. confusum</i> ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)	22
Çizelge 4.7. <i>Sitophilus oryzae</i> ve <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı besine uygulanan Diaterra®'nın 500 ppm dozunda LT ₃₀ , LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (Gün).....	23
Çizelge 4.8. <i>Sitophilus oryzae</i> ve <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın 2 g/m ² dozunda LT ₃₀ , LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (Saat).....	23
Çizelge 4.9. <i>Sitophilus oryzae</i> ve <i>Tribolium confusum</i> erginlerine karşı beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın 2 g/m ² dozunda LT ₃₀ , LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri (Saat).....	24

SİMGE VE KISALTMALAR

Simge	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

Kısaltma	Açıklama
DE	Diatom Toprağı
g.	Gram
kg.	Kilogram
ppm	Milyonda bir birim
SiO ₂	Silisyum dioksit
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
mg	Miligram
LT ₃₀ :	Organizmaların %30'sinin ölmesine neden olan süre
LT ₅₀ :	Organizmaların %50'sinin ölmesine neden olan süre
LT ₉₀ :	Organizmaların %90'sinin ölmesine neden olan süre

1.GİRİŞ

Beslenme ihtiyacımızın neredeyse tamamı temelde bitkisel üretimle karşılanmaktadır ve bu bitkisel ürünlerin başında hububat gelmektedir (Geçit, 2008). Hububatlar, günlük diyetin önemli bir parçası olup, içerdiği besinsel lifler, fenolik bileşikler, vitaminler ve mineraller aracılığıyla önemli biyoaktif özellikler taşımaktadır (Bartłomiej ve ark., 2012). Dünya genelinde günlük kalori ihtiyacının ortalama %53'ünün hububat tüketimiyle karşılandığı bildirilmektedir (Bilgiçli, 2002). Ülkemiz tarım arazilerinin %75'ini kaplamaları, istihdama olan katkılarıyla hububatlar ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Hububat, üretici için geçim kaynağı demektir. Kırsal bölgelerde hububat üretimi; beslenme ve hayvansal yem ihtiyacını karşılamasının yanı sıra önemli bir gelir kaynağı olması açısından da stratejik bir rol üstlenmektedir (Şahin, 2019). Buğday, mısır, çeltik, arpa, çavdar, yulaf ve darı çeşitleri kültürü yapılan hububatların başında gelmektedir (Elgün & Ertugay, 1995). 2024 yılında Türkiye'de yaklaşık 7 894 438 dekar alanda 8 100 000 ton mısır üretimi, 32 548 667 dekar alanda 8 100 000 ton arpa üretimi, 1 427 401 dekar alanda 390 000 ton yulaf üretimi gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1.1. Türkiye mısır, arpa, yulaf ekim alanı, üretim ve verimi (TÜİK, 2024)

Yıllar	Mısır			Arpa			Yulaf		
	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2020	6916324	6500000	941	30971625	8300000	578	1132633	314528	278
2021	7582370	6750000	890	31691005	5750000	360	1369490	276000	208
2022	9118849	8500000	933	31994876	8500000	624	1376551	365000	266
2023	9580171	9000000	940	32781763	9200000	649	1382118	410000	297
2024	7894438	8100000	1026	32548667	8100000	729	1427401	390000	274

Yetiştiriciliği ılıman bölgelerle sınırlı kalmayıp Avrupa'nın kuzeyinden Güney Amerika'ya ve tropik iklimlere kadar uzanan geniş bir yelpazeye yayılan buğday, küresel ölçekte önemli bir tarımsal üründür (Özberk, 2016). Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de buğday, insan beslenmesinde temel gıda maddelerinin hammaddesi olarak öne çıkan başlıca tarla bitkisidir. Ancak önemi yalnızca beslenme ile sınırlı kalmamakta; tarla tarımı, hayvancılık, ekonomi, sosyal yaşam ve kültürel değerler açısından da stratejik bir yere sahiptir. Buğday tanesinin dengeli amino asit profiline sahip olması, kolay taşınabilirliği, depolanabilirliği ve işlenebilirliğinin yanı sıra geniş adaptasyon

yeteneği sayesinde, başlıca kalori kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir (Atak, 2017). 2024 yılında Türkiye’de yaklaşık 70 milyon dekar alanda buğday üretimi yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1.2. Türkiye’de buğday ekim alanı, üretim ve verimi (TÜİK, 2024)

Yıllar	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2020	69222364	20500000	610
2021	67456258	17651413	688
2022	66295868	19751359	770
2023	68342865	22002530	809
2024	70259307	20802856	764

Dünyada en çok üretilen tarım ürünleri arasında ikinci sırada yer alan çeltik (*Oryza sativa* L.), sıcak iklim tahılları içerisinde, dünya nüfusunun yarısından fazlası için temel bir besin kaynağı konumundadır. Artan dünya nüfusu ile birlikte, beslenme ihtiyacının karşılanmasında tahıl üretiminin önemi giderek artmaktadır. Küresel ölçekte, kişi başına günlük enerji ihtiyacının yaklaşık %25’lik bölümü çeltik tüketimiyle sağlanmaktadır (Sezer ve ark., 2012). TÜİK verilerine göre Türkiye’de çeltik 2024 yılında 1 289 036 da ekilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 1.3. Türkiye’de çeltik ekim alanı, üretim ve verimi (TÜİK, 2024)

Yıllar	Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2020	1253980	980000	782
2021	1294904	1000000	772
2022	1205226	950000	788
2023	1121204	900000	803
2024	1289036	1019000	791

Türkiye’de çeltik ekiminin en çok yapıldığı iller Marmara, Karadeniz ve Orta Karadeniz bölgelerinde bulunan Edirne, Çanakkale, Balıkesir, Çorum, Samsun, Sinop ve Kastamonu’dur. TÜİK verilerine göre bölgede 2024 yılında 293 151 da çeltik ekimi yapılmıştır.

Dünya genelinde ve ölkemizde hububat üretimindeki artış, bu ürünlerin uygun yöntemlerle işlenmesini zorunlu kılmaktadır. Hasat edilen ürünlerin bir bölümü doğrudan

tüketime sunulurken, önemli bir kısmı ise çeşitli işleme süreçlerinden geçirilerek farklı ürün formlarına dönüştürülmektedir. Ancak birçok hububat ürünü işlenmeden önce depolarda bekletilmektedir. Bu süreçte, ürünlerin türlerine göre ayrılarak kalite kaybı yaşanmadan, uygun koşullarda muhafaza edilmesi temel hedeflerden biridir. Aksi halde, depolama koşullarının yetersizliği ciddi ekonomik kayıplara yol açabilmektedir (Çelik, 2019). Ürün kayıplarının temel sebebi depolanmış ürün zararlılarıdır. Depolanmış ürün zararlıları kontrol altına alınmazsa büyük ürün kayıpları oluşabilmektedir. Türkiye iklimi depolanmış ürün zararlılarının gelişimi için uygun koşulları sağlamakta ve bu zararlılar ülkemizde geniş yayılım göstermektedirler (Çolak ve ark., 2018). Depolanmış ürün zararlılarının neden olduğu senelik ürün kaybı FAO kayıtlarına göre dünyada ortalama %10-30 olarak bildirilmektedir (Emekçi & Ferizli, 2000).

Yoğun olarak görülen depolanmış ürün zararlıları; buğday biti [*Sitophilus granarius* (L.) (Col.: Dryophthoridae)], pirinç biti [*Sitophilus oryzae* (L.) (Col.: Dryophthoridae)], ekin kambur biti [*Rhizopertha dominica* F. (Col.: Bostrychidae)], kapra böceği [*Trogoderma granarium* Everts (Col.: Dermestidae)], kırma biti [*Tribolium confusum* (Duval) (Col.: Tenebrionidae)], un biti [*Tribolium castaneum* (Herbst.) (Col.: Tenebrionidae)], un kurdu [*Tenebrio molitor* (L.) (Col.: Tenebrionidae)], pirinç kırma biti [*Latheticus oryzae* Waterh (Col.: Tenebrionidae)], değirmen güvesi [*Ephestia kuehniella* (Zell.) (Lep.: Pyralidae)], fasulye tohum böceği [*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)], kuru meyve güvesi [*Plodia interpunctella* (Hubn.) (Lep.: Pyralidae)]'dir (Çolak ve ark., 2018). Depolanmış ürünlerde zarar yapan farklı takım ve familyadan çok sayıda böcek türü bulunmaktadır. Bu böcekler arasında *T. confusum* ve *S. oryzae* en önemli zararlılardır.

S. oryzae ergin bireyleri, iyi gelişmiş arka kanatları sayesinde uçuş yeteneğine sahiptir. Yumurtaları parlak beyaz renkte olup, larvaları 2.5–3.0 mm uzunluğunda, bacaksız ve beyazımsı sarı renktedir. Larva başı kahverengi tonlarda olup karakteristik olarak kıvrık durmaktadır. Pupa evresi başlangıçta beyaz, sonrasında sarımsı renge dönüşmekte ve 3.5–4.5 mm uzunluğundadır. Ergin bireyler kırmızımsı kahverengiden koyu kahverengiye kadar değişen renklere sahip olup 2.5–4.0 mm boyutlarındadır. Baş yapısı hortum şeklinde uzamış olup uç kısmında çiğneyici ağız parçaları yer almaktadır. Pronotum ve kın kanatlar üzerinde belirgin uzunlamasına çukurlar bulunmakta; kın kanatlar üzerinde

ise dört adet kırmızımsı sarı leke gözlemlenmektedir. Pupa döneminden çıkan erginler yaklaşık bir hafta içinde çiftleşmeye başlar ve yumurta bırakır. Yumurtalar, genellikle tanenin embriyo kısmına yakın bölgelere, dişi bireyin açtığı deliklere bırakılır; bu delikler yine dişi tarafından ağız salgısıyla kapatılır. Tür, larva ve pupa dönemini tanenin içinde geçirir. Erginler ortalama 6–8 ay yaşam sürer, bu süre zarfında 120–180 adet yumurta bırakabilmekte ve yılda 5–6 döl verebilmektedirler. Ülkemizin tüm bölgelerinde varlık gösteren *S. oryzae*, Karadeniz Bölgesi’nde diğer bölgelere kıyasla daha yaygın bir şekilde bulunmaktadır (Aydemir, 2008). Gelişmiş kanat yapısına sahip olan bu tür, uçuşa yeteneğine sahiptir ve yaz döneminde tarlada bulunan tahıl tanelerine yumurta bırakabilmektedir. Hasat sonrası ise ambara geçerek zararlı popülasyonunu oluşturmaktadır (Yıldırım ve ark, 2001).

T. confusum erginleri, parlak koyu kırmızı renkte 3-4 mm boyundadır. Vücut yassı, baş ve thorax sık noktalı, elytranın üzeri boyuna çizgili, çizgiler arası seyrek noktalı ve elytranın kenarları paraleldir. Yumurta beyaz, uzun ve ovaldır. Olgun larvalar başlangıçta beyaz renkte olup, zamanla beyazımsı sarı tonlara dönüşmekte ve 5–7 mm uzunluğa ulaşmaktadır. Pupa evresi ise başlangıçta beyaz, sonrasında sarımsı renkte görülür. Dişi bireyler ortalama 350–450 yumurta bırakmaktadır. Yumurtalar, yapışkan bir madde içermeleri nedeniyle bırakıldıkları gıda yüzeyi ile kaplanmaktadır. Normal çevre koşullarında gelişim süresi 46 ila 60 gün arasında değişmektedir. Ergin bireyler ortalama bir yıl yaşam sürmekte ve yılda 3–4 döl vermektedir (Yıldırım ve ark., 2001). *T. confusum* yalnızca önceden zarar görmüş ürünlerde beslenebilmekte olup, sağlam tanelere zarar verecek kadar güçlü mandibullara sahip değildir; bu nedenle sekonder zararlılar arasında değerlendirilir. Depolama alanlarında bulunduğu ise hem ürün kalitesini hem de miktarını olumsuz yönde etkileyerek zarara yol açmaktadır (Mondal, 1994).

Söz konusu zararlılar ile mücadelede yoğun kimyasal kullanımı insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olmasının yanı sıra pestisit kalıntılarına da sebep olmakta ve ürünlerin pazar değerinin düşmesine zemin hazırlamaktadır. Dolu depo ilaçlamalarında Yoğun olarak kullanılan kimyasallar Aluminium phosphide, Fosfin, Piperonyl Butoxide+ Deltamethrin’dir. Boş depo ilaçlamalarında kullanılan kimyasallar ise Piperonyl Butoxide+ Deltamethrin, Deltamethrin, Pirimiphos Methyl’dir (Anonim, 2025).

Kimyasal mücadelenin giderek artan olumsuz etkileri araştırmacıları alternatif mücadele yöntemleri ile ilgili çalışmalara yönlendirmiştir. Fiziksel mücadele bu yöntemlerden biri olup içerisinde değiştirilmiş atmosfer, radyo dalgaları ve diatom toprağı gibi mücadele yöntemlerini barındırmaktadır. Kimyasal maddelerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin zararlı kontrolünü sınırlamaları nedeniyle, ilk kez "sorptif tozlar" olarak adlandırılan inert tozların kullanımı üzerine araştırmalar hızla artmıştır (Ebeling, 1971). Silika, alümina (alüminyum oksit) ve kil gibi inert tozlar böcek kütikulasını aşındırmada etkili olmaktadır. Kütikulanın zedelenmesi, böceklerin su kaybına ve kuruyarak ölmesine neden olmaktadır. Böceklerin direnç geliştirme olasılığı, etki şeklinin fiziksel olmasından dolayı düşüktür (Shah & Khan, 2014).

Tatlı ve tuzlu sularda yaşayan planktonların ölüp fosilleşmesiyle oluşan diatom toprakları, yüksek oranda silisyum dioksit (SiO_2) içeriğine sahip doğal mineralli kayaçlardır (Korunić, 1998). Depolanmış ürün zararlılarının diatom toprağına karşı hassasiyetleri değişmektedir. Amorf SiO_2 genellikle güvenli kabul edilip, ABD ile Kanada'da gıda katkı maddesi olarak tescillidir (Subramanyam & Roesli, 2000). Etki süresi uzun, memeli toksisitesi düşük olan diatomun bunlara ek olarak erişiminin kolay ve uygulamadaki maliyetinin düşük olması önemli avantajlarından bazılarıdır (Doğanay&Işıkber, 2020). Diatom toprağının, partiküllerinin emici olması dolayısıyla diğer maddelerle kombinasyonu yapılabilir. Yapılan çalışmalardan birkaç tanesi, ticari diatomların formülasyonlarının insektisitlerle olan kombinasyonlarının önemli bir potansiyele sahip olduğunu işaret etmektedir (Zeni ve ark., 2021). Yapılan araştırmalar, Türkiye'de zengin doğal diatom toprağı yataklarının bulunduğunu ve bu yatakların ülkenin çeşitli bölgelerine dağıldığını göstermektedir. Ülkemizdeki toplam diatom rezervinin yaklaşık 125 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Özellikle Kayseri'nin Hırka bölgesinde, yaklaşık 106 milyon tonluk rezervle ülkenin en büyük diatom yatağının yer aldığı bilinmektedir (Doğanay&Işıkber, 2020). Ülkemizde zengin diatom toprakları olmasına rağmen mevcut diatom topraklarının depolanmış ürün zararlılarına karşı etkisi hakkında veriler oldukça sınırlıdır (Akçalı, 2017). Diatom toprağının uygulamasında bazı dezavantajlar vardır. Bu dezavantajlar arasında, tahıl yoğunluğunda azalma meydana gelmesi ve değirmen makinelerinde aşınma oluşması gibi sebepler bulunmaktadır. Diatom toprakları, %0.1 ile %60 arasında değişen oranlarda kristalli silika içermektedir;

ancak, böcek kontrolünde kullanılan diatom topraklarında kristalli silika oranı genellikle %7'nin altındadır. Kristalli silika, solunum yoluyla maruz kalındığında kanserojen etkiler gösterebilmektedir (Subramanyam&Roesli, 2000).

Günümüze kadar diatom toprağı ile üzerinde çalışma yapılan zararlı türlerden bazıları Fasulye Tohum Böceğı [A. obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae)] (Alkan ve ark., 2019), Börölce Tohum Böceğı [Callosobruchus maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae)] (Gültekin, 2017), Küçük Kıрма Biti [Cryptolestes ferrugineus (Coleoptera: Laemophloeidae)] (Fields&Korunić, 2000), Testereli Böcek [Oryzaephilus surinamensis (L.) (Coleoptera: Silvanidae)] (Aydın, 2015), Kuru Meyve Güvesi [Plodia interpunctella (Lepidoptera: Pyralidae)] (Mewis&Ulrichs, 2001), Ekin Kambur Biti [Rhyzopertha dominica (Coleoptera: Bostrichidae)] (Doğanay, 2013), Pirinç Biti [S. oryzae (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae)] (Alagöz, 2016), Buğday Biti [S. granarius (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae)] (Doğanay, 2020), Mısır Biti [Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae)] (Jean, 2015), Un Biti [T. castaneum (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)] (Sabbour ve ark., 2015), Kıрма Biti [T. confusum (Coleoptera: Tenebrionidae)] (Sabbour ve ark., 2015)'dir. Bu çalışmalarda denemelere tabi tutulan bazı yerel diatom topraklarının S. oryzae, S. granarius, T. confusum ve R. dominica erginlerine karşı yüksek etkinlik gösterdiği ve dolayısıyla depolanmış tahıl zararlılarının kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılabilme potansiyeline sahip olabileceğı sonucuna varılmıştır. Ancak literatürde Türkiye orijinli olan ve farklı bir bölgeden elde edilen diatom toprağı Diaterra®'nın farklı depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliğı hakkında sınırlı sayıda çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Bu çalışma, yerel diatom toprağı Diaterra®'nın S. oryzae ve T. confusum ile mücadelesine yönelik yapılan ilk çalışma olup, çalışma sonucunda; yerel diatom toprağı Diaterra®'nın depolarda zarar yapan S. oryzae ve T. confusum türleri üzerindeki insektisidal etkisi, diatom toprağının tahta ve beton yüzeylerdeki etkinliğı, yerel diatom toprağının besine uygulanması sonucunda insektisidal etkisi tespit edilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Depolanmış ürün zararlılarının kontrolünde diatom topraklarının etkilerinin araştırıldığı çalışmalar dünyada ve ülkemizde son yıllarda artış göstermiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmalarda yerel diatom topraklarının farklı zararlılara karşı olan etkinlikleri farklı doz, yüzey ve maruziyet süresi dikkate alınarak ortaya konmuştur. Yapılan bazı çalışmalar kronolojik sıraya göre aşağıda verilmiştir.

Athanassiou ve ark. (2003), Silicosec® ticari diatom toprağını *S. oryzae* erginleri üzerine uygulamışlardır. Çeltik üzerinde yürüttükleri denemeler 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında, 7. ve 14. gün sonunda %100 ölüm ile sonuçlanmış ve 90 gün sonunda yeni nesil ergin çıkışına rastlamamışlardır.

Athanassiou ve ark. (2004), Insecto®, Silicosec® ve Pyrisec® diatom topraklarını çavdar, yulaf ve tritikale üzerinde *S. oryzae* ve *T. confusum*'a karşı 750, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda 26°C ve %60 nem koşullarında uygulamışlar, Üç farklı ürüne uygulanan diatom topraklarının, yedinci gün sonunda tüm doz seviyelerinde *S. oryzae* erginleri üzerinde yaklaşık %100 etkinlik sağladığı rapor edilmiştir. Fakat 21 gün sonra tüm ürünlerde *T. confusum*'un ölüm oranlarının %77 olduğunu belirlemişlerdir. Çavdar üzerine uygulanan diatom toprakları *T. confusum* erginlerine diğer iki ürüne kıyasla daha yüksek etki göstermiştir. Çavdar üzerinde her iki böcek için uygulamalarda yeni nesil ergin çıkışı olmamıştır.

Ceruti (2005), *Sitophilus zeamais*'e karşı mısır tanelerine 500, 750 ve 1000 ppm diatom ile 0.5 g ve 1.0 g toz deltametrin karıştırıp uygulamıştır. Farklı dozlarda diatom etkinliği değerlendirilmiş ve sadece diatom uygulaması yapılan *S. zeamais*'in ilk ölümleri 3. günden sonra en yüksek dozlarda olmuştur. Düşük dozlarda toz deltametrin+diatom kullanılan uygulamalarda böcek ölümleri tek başına diatom kullanılan uygulamalara göre daha hızlı olduğunu bildirmiştir.

Yang ve ark. (2010), *Allium sativum* L.'den (Amaryllidaceae) elde edilen uçucu yağ ile 250 ppm diatom kombinasyonunu *S. oryzae* (L.) ve *T. castaneum* (Herbst) karşı uygulamış, kombinasyonun tek başına yapılan her iki uygulamadan da daha etkili olduğunu bu nedenle depolanmış ürün zararlıları ile mücadele için sentetik insektisitlere alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Sabbour ve Abd-El-Aziz (2014), 26±2°C'de ve %70-80 bağıl nemde farklı yöntemlerle kimyasal olarak değiştirilen (mono-, di-, tri-valent metal hidroksitler (MOH, M = Na, Ca, Al)) diatom toprağının, 0.25, 0.50 ve 1 g dozlarında mikrobiyal patojen *Nomuraea rileyi* ve *Lecanicillium lecanii* (16, 8, 4, 2, 1, 0.5x 10⁷ spor/ml) konsantrasyonları ile birlikte, *Bruchidius incarnatus* ve *R. dominica*'ya karşı etkinliği değerlendirmiş, kalsiyum hidroksitli (Ca-DE) modifiye diatomlar ve Sodyum hidroksitli (Na-DE) modifiye diatomların test edilen böceklerle karşı en yüksek ölüm yüzdelerini elde ettiğini, Ca-DE'nin *R. dominica* ve *B. incarnatus* üzerinde % 1.0 uygulama yapıldıktan sonra sırasıyla %88 ve %96 kaydedilen en yüksek ölüm yüzdelerini elde ettiğini bildirmiştir. En düşük ölüm oranı %0.5 konsantrasyonda Al-DE için kaydedilmiş ve ilgili türler için sırasıyla %21 ve %15 olarak gerçekleşmiştir. Ca-DE ve Na-DE, test edilen patojenlerin gücünü artırmada en etkili uygulama olduğunu bildirmişlerdir.

Ziaee ve ark., (2014), diatom formülasyonları ile *Carum copticum* (L.) (Apiaceae) esansiyel yağının *T. confusum* ve *S. granarius*'a karşı etkisini incelemiş ve esansiyel yağın, diatom toprağının insektisidal etkisini daha da artırdığını ve zararlı mücadele yönteminde kullanılabileceğini bildirmiştir.

Awais ve ark., (2019), yaptıkları araştırmada, 200, 400 ve 600 ppm dozunda diatom toprağı ve 0.02, 0.04 ve 0.06 ppm dozunda böcek büyüme düzenleyicilerin (IGR'ler) (Lufenuron, Tebufenozide) tek başına ve kombinasyon halinde *T. castaneum*'a karşı toksik ve büyümeyi düzenleyici etkilerini değerlendirmişler, en yüksek doz oranlarında sırasıyla DE, lufenuron ve tebufenozide için maksimum ölüm oranlarının %79.2, %98.2 ve %38.1 olduğunu Lufenuron + DE'nin kombine uygulaması, en yüksek doz oranında (0.06 + 600 ppm) %98.2'lik maksimum ölüm oranı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Paponja ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada, lavanta esansiyel yağı, mısır yağı, defne yaprağı tozu ve silika jel içeren bitkisel içeriklerle zenginleştirilmiş DE SilicoSec® temelli doğal bir formülasyon geliştirilmiş ve değerlendirmişlerdir. "N Form" olarak adlandırılan bu formülasyonun etkinliğini, kontrollü koşullarda buğday ve arpada *S. oryzae* (L.), *R. dominica* (F.) ve *T. castaneum* (Herbst) türlerine karşı test etmişlerdir. Karşılaştırma ölçütü olarak ise yalnızca DE SilicoSec® kullanılmıştır. N Form, özellikle en düşük konsantrasyonda arpa üzerinde olmak üzere, her üç zararlı türünde daha yüksek mortaliteye neden olarak DE'ye kıyasla daha yüksek bir etki göstermiştir. En yüksek

ortalama döl baskılanması, hem buğdayda hem de arpada *R. dominica* popülasyonunda sırasıyla %94.9 ve %96.3 ile kaydedilmiş; bunu *S. oryzae* için buğdayda %90.6 ve arpada %94.9, *T. castaneum* için ise buğdayda %86.1 ve arpada %89.7 oranlarında baskılanma takip etmiştir. Elde edilen bulgular, geliştirilen doğal N Form formülasyonunun, daha düşük miktarda DE kullanılarak SilicoSec®'in etkinliğini artırdığını ortaya koymuştur.

Bianchi ve ark., (2025), yaptıkları çalışmada *S. oryzae* depo zararlısına yarıya indirilmiş dozlarda SilicoSec®+ fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) uçucu yağı kombinasyonunu uygulamışlardır. Yarıya indirilmiş dozlardaki DE ve DE+EO kombinasyonu, standart DE dozlarına benzer şekilde %82'nin üzerinde zararlı ölümüne yol açtığını bildirmişlerdir.

Kosini ve ark., (2025), Kamerun'un Sudano-Gine ekolojik bölgesinde depolanan börülce, yer fıstığı ve soya fasulyesinde *Callosobruchus maculatus*'a karşı iki farklı diatomlu toprak (DE) olan SilicoSec® ve Fossil Shield®'in etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada dört farklı DE dozu (0.5, 1, 1.5 ve 2 g) ile birlikte 0.5 g/kg dozunda malathion kullanmışlardır. SilicoSec®, en yüksek dozda (2 g/kg) üç gün içinde %96.5 ölüm oranına, Fossil Shield®'in aynı dozda dört gün içinde %96.5 ölüm oranına ulaştığını bildirmişlerdir. SilicoSec® ve malathion, yumurta bırakmayı %98 oranında önemli ölçüde azaltırken, Fossil Shield®'in %71 oranında bir azalma sağladığını tespit etmişlerdir.

Mortazavi ve ark., (2025), yaptıkları çalışmada SilicoSec® adlı diatom toprağının uzun dönemli etkinliğini *S. granarius*, *R. dominica* ve *T. confusum* türleri üzerinde değerlendirmişlerdir. Her bir zararlının popülasyon yoğunluğu, laboratuvar koşullarında 50 kg buğday içeren varillerde üç farklı SilicoSec® dozu (500, 1000 ve 2000 mg/kg tahıl) uygulanarak bir yıl boyunca izlenmiştir. Depolamanın 12. ayında 2000 mg/kg DE uygulanan buğdayda sırasıyla *S. granarius*, *R. dominica* ve *T. confusum* türlerine ait ergin birey (ölü veya canlı) sayısı sırasıyla 8.00 ± 1.73 , 2.00 ± 0.58 ve 1.00 ± 0.58 olarak kaydedilmiştir. 1000 mg/kg SilicoSec® dozunda, 12 aylık depolama süresi sonunda baskılama oranı *S. granarius* için %95.2, *R. dominica* için %99.4 ve *T. confusum* için %97.9 olarak belirlemişlerdir. SilicoSec®'in 1000 mg/kg dozunda uygulanmasıyla buğdayın başlıca depolanmış ürün zararlılarına karşı bir yıl süreyle etkin bir şekilde korunabileceğini ortaya koymuşlardır.

Novljan ve ark., (2025), yaptıkları çalışmada fasulye tohum böceği [*A. obtectus* (Say), Coleoptera: Chrysomelidae] ile mücadelede altı farklı inert tozun (zeolit, kuvars kumu, Slovenya kökenli diatomlu toprak (DE), göknar (*Abies alba* L.) külü, ladin (*Picea alba* L.) külü ve ticari bir diatom toprağı olan SilicoSec® yüzey uygulaması şeklinde etkinliğini araştırmışlardır. 10 g/m² dozunun, fasulye tohum böceğinin kontrol altına alınması için yeterli olduğu belirlenmiş; ayrıca 25 °C'deki mortalite oranlarının 20 °C'ye kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Göknar ve ladin külü ile Slovenya kaynaklı diatomlu toprağın etkinliği, dört gün sonunda %100 mortaliteye neden olan SilicoSec® kadar yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Depolarda zarar yapan türlere yönelik ülkemizde yapılan bazı diatom çalışmaları incelendiğinde ise;

Alagöz (2016), 25±1°C sıcaklık ve %55 nem koşullarında, karanlık ortamda yaptığı çalışmada, çeltik üzerinde depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede diatom toprağının etkinliğini incelemiştir. *S. oryzae* üzerinde AGN-1 kodlu diatom toprağı, 300 ppm konsantrasyonda 7 gün içinde %100 ölüm sağlamıştır. Diğer diatom toprakları, 1500 ppm konsantrasyonda %1.4 ile %97.7 arasında değişen ölüm oranları göstermiştir. Silicosec® ticari diatom toprağı, 1500 ppm'de 14 gün içinde %96.6, 21 gün içinde ise %100 ölüm sağlamıştır. *T. confusum* üzerinde Silicosec® ticari diatom toprağı, 1500 ppm'de 7 gün içinde %20, 14 gün içinde yaklaşık %75 ve 21 gün içinde %99 ölüm sağlamıştır.

Gültekin (2017), Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilen yedi farklı diatom toprağı örneğı (BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1, FB2N-1) ile Almanya menşeli Silicosec® (Biofa AG) ve Amerika kökenli Desect® (Ep Naturals) ticari diatom preparatları, 100, 300, 500, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda nohut üzerinde test etmiştir. Çalışmada, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae) erginlerine karşı insektisidal etkinlik, 25±1°C sıcaklık, %55±5 nispi nem ve karanlık ortam koşullarında değerlendirilmiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında, uygulamanın birinci günü sonunda CCN-1 kodlu diatom toprağı %75, AG2N-1 %59 ve BHN-1 %58 oranında ölüm sağlamış olup, bu diatom topraklarının kısa sürede en yüksek etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir. AG2N-1, BHN-1 ve CCN-1 kodlu diatomlu topraklar, uygulanan yüksek konsantrasyonlar (1000 ve 1500 ppm) boyunca tüm

sürelerde yüksek düzeyde toksik etki göstermiş ve bu etkiler istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuştur. *C. maculatus* ergin bireylerinin 7 gün boyunca 1500 ppm dozunda Silicosec®, Desect®, BGN-1, AC2N-1 ve CB2N-1 diatomlarına maruz bırakılması sonucunda ölüm oranları %98 ile %100 arasında değişmiş; bu sonuçlar, söz konusu diatomların yüksek insektisidal etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. FB2N-1 dışındaki tüm diatomlu toprak uygulamalarında, 7 gün süreyle 1500 ppm konsantrasyona maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin tamamına yakınının öldüğünü belirlemiştir. AC2N-1 kodlu diatom, 1, 3 ve 5. gün uygulamalarında nispeten daha düşük etki gösterse de 7. gün sonunda %100 ölüm oranına ulaşmıştır. Yeni nesil (F₁) birey çıkışları, CCN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CB2N-1 kodlu diatom uygulamaları yapılan nohut örneklerinde büyük ölçüde baskılanmış (%97–99) ve genel olarak yüksek konsantrasyonlarda düşük sayıda ergin birey çıkışı gözlemlendiğini bildirmiştir.

Alkan ve ark., (2019), yerli olan diatom toprakları Turco000, Turca004 ve Turco020'nin 7 farklı dozda *Blatta lateralis* Walker (Orthoptera: Blattidae) nimflerine karşı etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, kullanılan tüm diatom topraklarında 1 g/m² dozunda önemli etkinin görüldüğünü bildirmişlerdir.

Alkan ve ark., (2019), *Tenebrio molitor* (L.)' a karşı Türkiye'nin yerli kaynaklarından elde edilen diatom topraklarının (Turco 000, 004 ve Turco 020) insektisidal etkisi laboratuvar koşullarında incelenmiştir. Diatom toprakları zararlının larva ve erginlerine karşı farklı dozlarda (0.001, 0.002, 0.003 ve 0.004 g/cm²) uygulanmış ve Turco 000 kodlu diatom toprağının *T. molitor* erginlerine karşı 60. saatte %100 ölüme neden olduğunu ve 48. saat sonunda LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin sırasıyla 0.006 ve 0.019 g/cm² olarak belirlemişlerdir.

Bağrıaçık (2020), Detech® diatom toprağını toz 1500 ppm dozda çift buğday katmanında uygulamış, 14. gün sonunda *T. confusum* ve *R. dominica* erginlerinde %100 veya %100'e yakın ölüm oranları gözlemlenmiştir. Tek buğday katmanında, sadece *S. oryzae* erginlerinde %100'e yakın ölüm oranları görülmüştür. Toz 2500 ppm'de tek ve çift buğday katmanlarında, 14. gün sonunda test edilen tüm böcek türlerinde %100 veya %100'e yakın ölüm oranları elde edilmiştir. 1500 ppm püskürtme uygulamasında 14. gün sonunda, sadece çift buğday katmanı uygulamasında *S. oryzae* erginlerinde %100'e yakın ölüm oranı gözlemlenmiştir. 2500 ppm püskürtme uygulamasında 7. ve 14. gün sonunda,

sadece çift buğday katmanı uygulamasında *S. oryzae* erginlerinde %100'e yakın ölüm oranı görülmüştür.

Ertürk ve ark., (2020), yerli bir diatom toprağı olan Detech®'in WP formülasyonunun pirinç biti *S. oryzae*'ye karşı farklı yüzeylerdeki etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında, 288 saat sonunda 2 g/m² dozunda tahta yüzeyde %97.50, beton yüzeyde %100 ölüm oranı tespit ettiklerini ve diatoma maruz kalma süresi ile ölüm oranlarının da arttığını bildirmişlerdir.

Gökçe ve ark., (2021), buğday üzerinde gerçekleştirilen uygulamalarda, tek başına kullanılan Demite® ve Detech® diatomit toprakları ile Demite® + Detech® + kokusuz sarımsak karışımlarının (E3, E4, E5 ve E6) böceklerle karşı etkinliklerinin, uygulama konsantrasyonu ve süresine bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir. Özellikle düşük konsantrasyonda (600 ppm), Demite® ve Detech® diatom topraklarının kokusuz sarımsak karışımları (E5 ve E6) *T. confusum* erginlerine karşı tek başına Demite® uygulamasına kıyasla daha yüksek etkinlik sergilemiştir. Düşük konsantrasyonlarda bu iki ticari diatom toprağına kokusuz sarımsak eklenmesinin, *T. confusum* erginlerine karşı etkinliği artırdığı ve böylece bu karışımların 900 ppm altındaki dozlarda zararlı kontrolünde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Solmaz (2021), yaptığı çalışmada *S. oryzae* erginlerine karşı buğday tohumlarına 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 ppm dozlarında diatom toprağı uygulaması yapmış ve 11. günde ölüm oranları sırasıyla %36.66, %83.33, 500 ppm ve artarak giden dozlar için ise %100.0 olduğunu bildirmiştir.

Atay ve ark., (2021), yerli diatom toprağı Turco004'ün *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) pupasına karşı insektisidal etkisini laboratuvar koşullarında araştırdıkları çalışmalarında, dört farklı doz (2.5, 5, 10 ve 20 g/m²) kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen verilere göre, pupa ağırlıklarının zamana bağlı olarak büyük ölçüde etkilendiğini, ek olarak tüm dozlarda pupa açılımının engellendiğini ve herhangi bir ergin çıkışı gözlemlenmediğini bildirmişlerdir.

Özcan ve Tunaz (2022), yerel BGN-1 diatom toprağına *Blattella germanica* erginleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Diatom toprağı, 2.5, 5, 10 ve 20 g/m² dozlarında farklı

yüzeylerde (beton, seramik, parke) uygulamalar yapmışlar, 2.5 g/m² dozu beton yüzeyde 6 gün sonra %100 ölüme, seramik ve parke yüzeyde 4. günün sonunda %100 ölüme ulaştığını, 5 ve 10 g/m² dozlarında ise 2. günün sonunda tüm yüzeylerde %100'e, 20 g/m² dozu uygulanan tüm yüzeylerde 1. gün sonunda %100'e ulaştığını bildirmişlerdir.

Alkan ve ark., (2023), yaptıkları çalışmada, Diaterra® yerel diatom toprağını *S. granarius* L., (Coleoptera: Curculionidae) ve *T. castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)'a karşı etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada, beton ve ahşap üzerine 0.25, 0.5, 1, 2 ve 4 g/m² dozlarında diatom toprağı uygulamışlardır. 96. saat sonunda ahşap yüzeyde 4 g/m² dozunda uygulanan Diaterra®'nın *S. granarius* bireylerinde %100 ölüme sebep olduğunu, aynı koşullarda *T. castaneum* bireylerinde ise 192. saatin sonunda %88.9 oranında ölüm gözlendiğini bildirmişlerdir. Beton yüzeyde gerçekleştirilen uygulamalarda ise 4 g/m² dozunda, 120. saatte *S. granarius* bireylerinde %100, *T. castaneum* bireylerinde ise 192. saat itibarıyla %59.5 oranında ölüm oranına ulaşmışlardır.

Susurluk ve ark., (2024), *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758) (Coleoptera: Silvanidae) ve *A. obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Chrysomelidae)'a yerel diatom toprağı Almina 125, 250, 500, 750, 1000 ppm (mg DE/kg tahıl) dozunda uygulanmıştır. *O. surinamensis*'de en yüksek ölüm oranı 1000 ppm, 96 saat sonunda %100 olarak sonuçlandığını, *A. obtectus* ise 48 saat sonra 500, 750 ve 1000 ppm diatom uygulanan bireylerde %100 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir.

Rat (2024), nar bitkisinde bulunan Harnup Güvesi [*Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)]'ne karşı Turco 00 diatom 2, 4 ve 6 kg/100 L su; kaolin 3, 5 ve 7 kg/100 L su ve kalsiyum polisülfid ise 0.5, 1 ve 1.5 L/100 L su dozlarında uygulamış, çalışmanın 2 yıllık verileri sonucunda pozitif kontrol parselinde yıllara göre sırasıyla %72.7 ve %67.86 olduğu buna karşılık %6 kg/100 Llik diatom uygulamasının %90.54 ve %83.93; %4 kg/100 L uygulamasının %82.43 ve %75; %2 kg/100 L uygulamasının ise %78.38 ve %73.21 olduğunu belirlemiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Diaterra® Diatom toprağı

Çalışmada yerel diatom toprağı olan Diaterra® (Organomineral Ltd. Şti., Türkiye) kullanılmıştır. Diaterra®'nın kimyasal bileşimi ise şu şekildedir: %72.8 SiO₂, %9.0 Al₂O₃, %2.40 Fe₂O₃, %1.70 CaO, %2.40 MgO, %0.10 MnO, %0.20 P₂O₅, %0.20 Na₂O, %0.90 K₂O ve %0.40 TiO₂ (Alkan ve ark., 2023) (Şekil 3.1 ve 3.2).



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Diaterra® diatom toprağı



Şekil 3.2. Diaterra® toprağını oluşturan diatomitlerin elektron mikroskop görüntüleri (Anonim, 2021)

3.1.2. K-Obiol® EC 25 [Deltamethrin (25 g/l), Piperonyl Butoxide (250 g/l)]

Pozitif kontrol olarak ruhsatlı bir insektisit olan K-Obiol® EC 25 [Deltamethrin (25 g/l), Piperonyl Butoxide (250 g/l)] etiketinde belirlenen dozda kullanılmıştır.

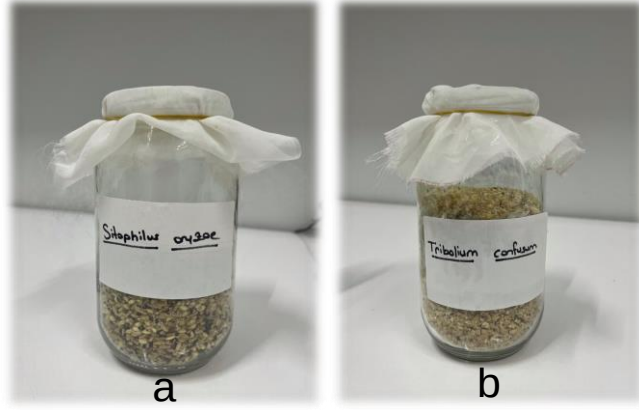
3.2. Yöntem

3.2.1. *Sitophilus oryzae* kültürü

Denemelerde kullanılan *S. oryzae* ergin bireyleri oda sıcaklığında, 1 litrelik cam kavanozlarda ortalama 250 gram tam buğday ile kültüre alınmıştır. Cam kavanozların kapağı hava giriş çıkışına izin veren böcek çıkmasını engelleyen tül ile kapatılmıştır. Denemelerde kullanılmak üzere yeterli ergin sayısına ulaşabilmek için 300-400 adet karışık cinsiyetli bireyler bu kavanozlara aktararak 48 saat süresince ovipozisyon süresi beklenmiştir. 48 saat sonunda ergin bireyler kavanozlardan uzaklaştırılarak aynı koşullar altında ilk ergin birey çıkışı gözlemlenene kadar çıkışlar takip edilmiştir. Denemelerde 7-28 gün yaşlı bireyler kullanılmıştır (Şekil 3.3a).

3.2.2. *Tribolium confusum* kültürü

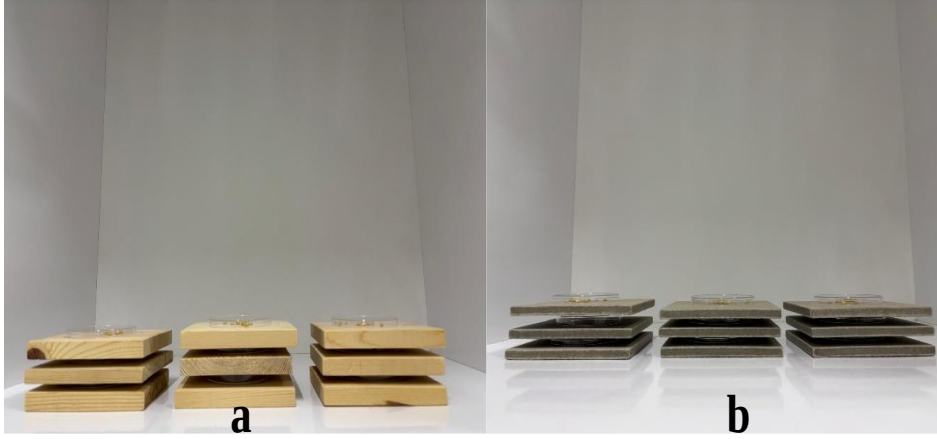
Denemelerde kullanılan *T. confusum* ergin bireyleri oda sıcaklığında, 1 litrelik cam kavanozlarda ortalama 200 gram buğday unu ile kültüre alınmıştır. Cam kavanozların kapağı lastik yardımı ile tülbentle kapatılmıştır. Denemelerde kullanılmak üzere yeterli ergin sayısına ulaşabilmek için 300-400 adet karışık cinsiyetli bireyler bu kavanozlara aktararak 48 saat süresince ovipozisyon süresi beklenmiştir. 48 saat sonunda ergin bireyler kavanozlardan uzaklaştırılarak aynı koşullar altında ilk ergin birey çıkışı gözlemlenene kadar çıkışlar takip edilmiştir. Denemelerde 7-28 gün yaşlı bireyler kullanılmıştır (Şekil 3.3b).



Şekil 3.3. Test Böceği Kültürleri a) *Sitophilus oryzae* b) *Tribolium confusum*

3.2.3 Yüzey denemeleri

Yerli diatom toprağının insektisidal aktivitesi *S. oryzae* ve *T. confusum* ergin bireylerine karşı test edilmiştir. Denemeler $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $\%60\pm 5$ orantılı nemde, 4 farklı dozda (0.50, 1, 2 ve 4 g/m^2) $15\times 13.5\times 1.5\text{ cm}$ boyutlarındaki tahta ve beton olmak üzere iki farklı yüzey üzerinde yürütülmüştür (Şekil 3.4). Denemeler üç tekerrürlü ve 3 tekrarlı olarak toplamda 9 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Belirlenen dozlardaki diatom toprağı yüzeylere cam baget yardımı ile yayılarak 20'şer ergin birey ortama bırakılmıştır ve ardından 90 mm boyutundaki cam petri ile üzeri kapatılarak bireylerin diatomlu ortamda kalmaları sağlanmıştır. Denemeye tabi tutulan *S. oryzae* ergin bireylerinin beslenmeleri için ortama 0.5 gram tam buğday, *T. confusum* ergin bireylerinin beslenmeleri için ise ortama 0.5 gram kırık buğday eklenmiştir. 24, 48, 72, 96 ve 120 saatleri sonunda ölü ve canlı birey sayıları kaydedilmiştir. Denemelerin kontrol gruplarında böcekler diatomsuz ortama maruz bırakılmıştır. Pozitif kontrol olarak ruhsatlı bir insektisit olan K-Obiol® EC 25 [Deltamethrin (25 g/l), Piperonyl Butoxide (250 g/l)] etiketinde belirlenen dozda kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur.



Şekil 3.4. Diatom toprağı yüzey uygulamaları (a-Tahta yüzey, b-Beton yüzey)

3.2.4. Besin denemeleri

Yerli diatom toprağı Diaterra® doğrudan besine uygulanarak *S. oryzae* ve *T. confusum* ergin bireylerine karşı insektisidal aktivitesi test edilmiştir. Yerli diatom toprağının 100, 250 ve 500 ppm olacak şekilde hazırlanan dozları, daha önceden içerisinde *S. oryzae* için tam buğday ve *T. confusum* için kırık buğday konulmuş 2 kg'lık numune poşetlerine eklenerek 5 dakika boyunca çalkalanmıştır. Daha sonra uygulama yapılmış olan besinler 20 g olarak tartılmış ve 7x5cm'lik plastik kaplara aktarılmıştır ve her bir kaba 20 ergin böcek bırakılmıştır (Şekil 3.5.). Denemeler üç tekerrürlü ve 3 tekrarlı olarak toplamda 9 tekerrürlü olarak kurulmuştur ve $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $60\pm 5\%$ orantılı nemde yürütülmüştür. *T. confusum* erginleri için 2., 3., 5., 7., 15. ve 21. gün sonunda, *S. oryzae* erginleri için ise 2., 3., 5., 7. ve 14. gün sonunda ölü birey sayıları kaydedilmiştir. Denemelerin kontrol gruplarında böcekler diatomsuz besin bulunan ortama maruz bırakılmıştır. Pozitif kontrol olarak ruhsatlı bir insektisit olan K-Obiol® EC 25 [Deltamethrin (25 g/l), Piperonyl Butoxide (250 g/l)] etiketinde belirlenen dozda kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Diatom toprağı besin uygulamaları

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Veriler, öncelikle % mortalite değerlerine çevrilmiş ve ardından Arcsine dönüşümüne tabi tutulmuştur (Zar, 1999; Warton, 2011). Elde edilen mortalite verileri, uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiş ve %5 anlamlılık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel analizler, MINITAB Release 18 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Mckenzie&Goldman, 2005). Polo-PC probit paket programı yardımıyla en etkili düşük dozda LT_{30} , LT_{50} ve LT_{90} değerleri ve güven aralıkları belirlenmiştir (LeOra, 1994).

4. BULGULAR

4.1. Besin Üzerine Uygulanan Diatom Toprağı Diaterra®'nın *Tribolium confusum* ve *Sitophilus oryzae* Üzerindeki Etkileri

Her iki test böceğine karşı besine uygulamalarda doz ve zamana bağlı olarak ölüm oranında artışlar görülmüştür.

Besine uygulanan Diaterra®'nın *T. confusum* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları incelendiğinde etkinin genel olarak düşük olduğu görülmüştür. En düşük dozda olan 100 ppm'de 21. günün sonunda ölüm oranı %19.14 olarak belirlenirken en yüksek dozda ise (100 ppm) aynı sayım aralığında bu oranın ancak %43.36'ya ulaştığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Besine uygulanan Diaterra®'nın *Tribolium confusum* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)

Muamele	2. gün	3. gün	5. gün	7. gün	15. gün	21.gün
Kontrol	0,00±0,00c	0,00±0,00c	0,00±0,00c	0,00±0,00d	0,73±1,72d	4,58±1,85d
100 ppm	0,36±1,50bc	0,36±1,50c	0,36±1,50c	0,73±1,72cd	6,68±2,78cd	19,14±1,56cd
250 ppm	0,56±1,26bc	1,68±2,61c	2,38±2,45c	3,60±2,35c	11,96±1,26bc	16,50±2,41c
500 ppm	3,60±2,35b	7,54±1,74b	10,66±2,96b	13,93±3,28b	22,12±4,81b	43,36±5,56b
K-Obiol®	99,93±0,56a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren oranlar Tukey testine göre ($P \leq 0,05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

Besine uygulanan Diaterra®'nın *S. oryzae* ergin bireyleri üzerinde neden olduğu ölüm oranlarına bakıldığında ise *T. confusum*'a göre etkinliğin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. 7. günden itibaren 250 ppm'de ölüm oranı %50'nin üzerine çıkmış 14. günde ise bu etkinin 250 ppm'de %76.12'ye, 500 ppm'de ise %84.31'e ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Besine uygulanan Diaterra®'nın *Sitophilus oryzae* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)

Muamele	2. gün	3. gün	5. gün	7. gün	14. gün
Kontrol	0,07±0,63b	0,31±1,08b	1,26±1,44c	5,34±1,11c	13,77±1,90c
100 ppm	4,63±4,14b	7,47±4,18b	24,11±3,42b	37,17±9,40b	59,09±6,77b
250 ppm	2,13±2,05b	7,16±2,89b	30,51±4,48b	53,52±9,47b	76,12±11,45b
500 ppm	2,06±0,63b	7,24±4,79b	26,85±884b	57,70±17,67b	84,31±9,18b
K-Obiol®	99,07±2,15a	99,87±1,14a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren oranlar Tukey testine göre ($P \leq 0,05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

4.2. Tahta ve Beton Yüzeye Uygulanan Diatom Toprağı Diaterra®'nın *Tribolium confusum* ve *Sitophilus oryzae* Üzerindeki Etkileri

Elde edilen veriler genel olarak incelendiğinde tahta yüzeye yapılan Diaterra® uygulamalarının her iki test böceğine karşı önemli derecede etkili olduğu görülmüştür. Uygulamalarda doz ve zamana bağlı olarak ölüm oranında artışlar görülmüştür.

Tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *S.oryzae* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları incelendiğinde 4 g/m² dozda 24. saat sonunda ölüm oranı %53.78 olarak belirlenmiştir. 48. saatten itibaren tüm dozlarda ölümler %50'yi aşmıştır. 72. saate gelindiğinde en düşük dozda dahi %85'in üzerinde etki gözlemlenirken diğer üç dozdaki ölüm oranların %100 ulaşmıştır. Son sayım aralığında ise en düşük dozda ortaya çıkan ölüm oranı %99.22 olarak belirlenmiş ve diğer üç dozda ise etkinin %100 olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3).

Tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *T.confusum* erginlerine olan etkisine bakıldığında 2 ve 4 g/m² dozun 24. saatte sonundaki etkisinin %50'nin üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. 48. saat sonunda ise tüm dozlar %50'nin üstünde bir ölüm oluşturmuş ve 2 ve 4 g/m² dozun etkisi sırasıyla %98.58 ve 99.94 olarak belirlenmiştir. 72. saate gelindiğinde en düşük dozdaki ölüm %77.55 olarak hesaplanmış ve diğer dozların neden olduğu ölüm oranları %95'in üzerinde bulunmuştur. 120. saatte ise 0.50 g/m² dozundaki ölüm %96.95 ve diğer dozların etkisi ise %100 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3. Tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *Sitophilus oryzae* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)

Muamele	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat	120. saat
Kontrol	0,00±0,00d	0,00±0,00d	0,25±0,98c	5,92±2,29c	8,89±1,38b
0.50 g/m ²	11,86±5,62c	55,66±5,46c	86,33±7,10b	96,57±5,43b	99,22±3,04a
1 g/m ²	51,06±6,64b	92,09±7,28b	99,94±0,56a	100,00±0,00a	100,00±0,00a
2 g/m ²	30,50±5,75bc	81,06±2,97b	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a
4 g/m ²	53,78±8,23b	91,34±4,00b	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a
K-Obiol®	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren oranlar Tukey testine göre ($P \leq 0,05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.4. Tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *Tribolium confusum* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)

Muamele	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat	120. saat
Kontrol	0,00±0,00d	0,00±0,00d	0,08±0,63c	0,08±0,63c	1,17±2,31b
0.50 g/m ²	23,89±17,36c	54,18±26,98c	77,55±22,56b	85,59±20,62b	96,95±7,80a
1 g/m ²	22,20±3,51c	86,06±8,00bc	96,50±3,93ab	99,63±1,50a	99,94±0,56a
2 g/m ²	53,07±7,39bc	98,58±2,26ab	99,94±0,56a	99,94±0,56a	100,00±0,00a
4 g/m ²	74,12±8,68b	99,94±0,56ab	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a
K-Obiol®	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren oranlar Tukey testine göre ($P \leq 0,05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

Beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *S.oryzae* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranlarına bakıldığında 24. saatte en yüksek dozdaki etki %8.17'yi geçmemiştir. Uygulanan diatom toprağının etkisi 4 g/m² dozda 48. saatte %35.01 olarak belirlenmiş bu oran 72. saatte 2 ve 4 g/m² dozlarda sırasıyla % 65.43 ve 84.71 olarak ortaya çıkmıştır. Son sayım aralığı olan 120. saate gelindiğinde ise en düşük dozda %30.03 olarak belirlenen ölüm oranı en yüksek dozda ise %97.97 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *T. confusum* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları incelendiğinde 24. saatte en düşük dozdaki etki %1' e ulaşmazken aynı zaman aralığında en yüksek doz %86.86 oranında bir ölüme neden olmuştur 48. saatten itibaren ölüm oranları tüm dozlarda önemli derecede artmıştır. 72. saatte en düşük doz dışında diğer dozlar test böceği üzerinde %70'in üzerinde bir etki ortaya koymuşlardır. Son sayım aralığında ise en düşük doz olan 0.5 g/m² dozu %54.83, diğer 3 doz ise %95'in üzerinde ölüme neden olmuşlardır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.5. Beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *Sitophilus oryzae* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)

Muamele	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat	120. saat
Kontrol	0,00±0,00c	0,00±0,00d	0,00±0,00c	0,00±0,00d	1,23±1,80d
0.50 g/m ²	0,74±2,92bc	1,01±4,30d	8,35±25,75c	16,80±22,76cd	30,03±16,94c
1 g/m ²	2,10±10,48bc	6,06±10,25cd	15,14±24,09c	28,03±21,99c	41,47±19,06c
2 g/m ²	0,13±1,14c	20,51±7,06bc	65,43±4,39b	77,16±5,47b	85,66±3,36b
4 g/m ²	8,17±1,61b	35,01±13,01b	84,71±2,72ab	93,68±2,50ab	97,97±2,85ab
K-Obiol®	93,73±2,58a	99,63±1,50a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren oranlar Tukey testine göre ($P \leq 0,05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

Çizelge 4.6. Beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın *Tribolium confusum* ergin bireyleri üzerindeki ölüm oranları (% ortalama ölüm± sh)

Muamele	24. saat	48. saat	72. saat	96. saat	120. saat
Kontrol	0,00±0,00e	0,25±0,98dc	0,56±1,26d	0,56±1,26d	0,56±1,26c
0.50 g/m ²	0,08±0,63de	5,55±14,78c	19,35±12,52c	40,85±15,83c	54,83±14,65b
1 g/m ²	15,05±11,50cd	44,60±27,92b	72,01±11,74b	86,15±6,20b	95,40±3,62a
2 g/m ²	18,67±13,74c	85,66±6,69a	97,38±2,89a	99,41±2,63a	99,52±2,05a
4 g/m ²	86,86±10,27b	99,94±0,56a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a
K-Obiol®	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a	100,00±0,00a

*Sütunlar incelendiğinde aynı harfi içeren oranlar Tukey testine göre ($P \leq 0,05$) istatistiksel olarak farklı değildir.

4.3. Diaterra®'nın *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* Erginlerine Karşı Zaman-Ölüm Çalışması

Ölüm üzerine zamanın etkisini belirlemek amacıyla *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* erginlerine karşı besine uygulanan Diaterra®'nın 500 ppm dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanmıştır. Değerler incelendiğinde *S. oryzae*'ye karşı besine uygulanan Diaterra®'nın tüm LT değerleri açısından daha hızlı ölüme neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* erginlerine karşı besine uygulanan Diaterra®'nın 500 ppm dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (Gün)

Test Böceği	Eğim	LT ₃₀ (güven limitleri)	LT ₅₀ (güven limitleri)	LT ₉₀ (güven limitleri)	Heterojenite	chi-square
<i>Sitophilus oryzae</i>	0.191±0.012	5.853 (4.484-7.085)	8.604 (7.359-10.264)	15.325 (13.017-19.401)	5.6311	242.14
<i>Tribolium confusum</i>	0.065±0.006	15.780 (13.963-18.633)	23.862 (20.602-29.137)	43.613 (36.474-55.819)	1.8229	94.790

Ölüm üzerine zamanın etkisini belirlemek amacıyla *Sitophilus oryzae* erginlerine karşı tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın 2 g/m² dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanmıştır. Ancak aynı yüzeyde *Tribolium confusum* erginlerine karşı bu değerler hesaplanamamıştır. Elde edilen verilere bakıldığında *S. oryzae*'ye karşı tahta yüzey uygulamasında LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırasıyla 23.924, 32.640 ve 53.941 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* erginlerine karşı tahta yüzeye uygulanan Diaterra®'nın 2 g/m² dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (Saat)

Test Böceği	Eğim	LT ₃₀ (güven limitleri)	LT ₅₀ (güven limitleri)	LT ₉₀ (güven limitleri)	Heterojenite	chi-square
<i>Sitophilus oryzae</i>	0.060±0.005	23.924 (19.547- 27.285)	32.640 (29.496-35.455)	53.941 (50.122-59.111)	1.4002	58.807
<i>Tribolium confusum</i>	0.054±0.006	-	-	-	47.792	2007.3

Ölüm üzerine zamanın etkisini belirlemek amacıyla *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* erginlerine karşı beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın 2 g/m² dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen değerlere göre *T. confusum*'a karşı beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın tüm LT değerleri yönünde daha hızlı ölüm meydana getirdiği görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum* erginlerine karşı beton yüzeye uygulanan Diaterra®'nın 2 g/m² dozunda LT₃₀, LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri (Saat)

Test Böceği	Eğim	LT ₃₀ (güven limitleri)	LT ₅₀ (güven limitleri)	LT ₉₀ (güven limitleri)	Heterojenite	chi-square
<i>Sitophilus oryzae</i>	0.029±0.002	55.088 (46.678-61.759)	73.407 (67.074-79.722)	118.175 (108.532-132.009)	3.1739	133.30
<i>Tribolium confusum</i>	0.036±0.003	19.729 (-20.450-34.668)	34.176 (8.959-47.277)	69.482 (55.621-103.301)	15.543	652.79

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hububat, beslenmedeki öneminin yanı sıra ekonomiye katkı sağlama ve temel geçim kaynağı olması dolayısıyla önemli bir yere sahiptir (Şahin, 2019). Hasattan itibaren yıl boyunca depolara konularak muhafaza edilen hububatta depolama sürecinde çeşitli faktörler ürün kayıplarına yol açmaktadır ve bu faktörlerden en önemlisi depo zararlısı böceklerdir. Depo zararlısı böcekler üründe verim kaybına, kirliliğe, kokuya ve bunun dışında birçok zarara neden olmaktadır (Uysal, 2023). Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede kullanılan kimyasalların olumsuz etkileri nedeni ile alternatif yöntemler araştırılmakta, yöntemler arasında fiziksel mücadelede yer alan inert tozlardan diatom toprakları çevre ve insan sağlığı açısından güvenilir olması ve ülkemizdeki rezervi ile dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, yerel diatom toprağı olan Diaterra®'nın besin, beton ve tahta yüzeye uygulama neticesinde *S. oryzae* ve *T. confusum* erginleri üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Farklı jeolojik kaynaklardan elde edilen ya da aynı bölgeden temin edilmiş olsalar dahi farklı fiziksel özelliklere sahip diatomlu topraklar, bu özellikleri nedeniyle depolanmış ürün zararlılarına karşı insektisit olarak gösterdikleri etkinlik farklılık gösterebilmektedir (Korunić, 2013). Bunun yanı sıra diatom toprağının insektisidal etkisi, diatom toprağının partikül büyüklüğü ve şekli, doz, uygulanan yüzey, formülasyon şekli, böceğinin türü, ürün çeşidi, bağıl nem ve sıcaklık dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Rojht ve ark., 2010).

Yaptığımız çalışmada besine yapılan uygulamalarda, Diaterra®'nın 250 ve 500 ppm dozlarının *S. oryzae* erginlerinde 14. günde sırasıyla %76.12 ve 89.31 oranında ölümlere neden olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Athanassiou ve ark., (2008), yaptıkları çalışmada *S. oryzae* erginlerine karşı Protect-It® ve PyriSec® isimli ticari diatom topraklarının 500 ppm dozda ve 7. günün sonunda sırasıyla %91.7 ve 88.3 oranlarında etkiye neden olduğunu bildirmişlerdir. Alagöz (2016), *S. oryzae* erginleri üzerine 1500 ppm konsantrasyonda Silicosec® diatom uygulamasının 14. günde %97 etkiye ulaştığını belirtmiştir. Yine Salim ve ark., (2020), Niğde ilinden elde ettikleri yerli diatom toprağını *S. granarius* erginlerine 2000 mg/kg dozunda uygulamışlar ve 7. günde %89.75 ölüm oranına ulaştıklarını bildirmişlerdir. Buna ek olarak, Ertürk ve ark., (2017), *S. oryzae* erginlerine karşı Protector® ticari isimli diatom toprağının 1750 ppm dozda 14. günün sonunda %100 ölüm elde etmişlerdir.

T. confusum erginlerine karşı yürütülen besine uygulama çalışmaları sonucunda ise etkinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. 500 ppm olan en yüksek dozda bile Diaterra®'nın 21. gün sonundaki etkisi en fazla %43.36'a çıkabilmiştir. Kavallieratos ve ark., (2007), Avrupa'nın çeşitli bölgelerinden elde edilen *T. confusum* erginlerine karşı üç farklı (PyriSec®, Insecto® ve Protect-It®) diatom toprağını 500 ppm konsantrasyonda uygulamışlar ve 7. günde PyriSec® %13–36, Insecto® %5–25 ve Protect-It® %18–39 oranlarında ölüm bildirilmiştir. Ertürk ve Emekci (2014), DEA-P diatom toprağının *T. castaneum* erginlerine etkisini araştırmış ve 200 ppm dozda 7. günde % 43.50 ölüm oranını elde etmişlerdir. Baytekin (2017), yaptığı çalışmada *T. confusum* erginlerine karşı kullandıkları AG2N-1 kodlu yerli diatom toprağının 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda 7. gün sonundaki etkilerinin sırasıyla %82 ve %97 ölüm oranlarına ulaştığını ifade etmişlerdir. Yine Sağlam ve ark., (2022), yerli diatom toprağı Detech®'i *T.confusum* erginlerine karşı 600 ve 900 ppm uygulamış ve 7. günün sonunda sırasıyla %93.3 ve 96.6 ölüm oranına ulaşmışlardır. Yapılan çalışmada 500 ppm'de 7. gün sonunda %13.93 ölüm oranına ulaşılmış olup bu durumun diatom toprağının çeşidi, dozu ve uygulama yöntemine bağlı olarak farklılık gösterdiği düşünülmektedir.

S. oryzae'ye karşı beton yüzeyde yapılan Diaterra® uygulamasında 4 g/m² dozda 120. saatte %97.97 ölüm oranına ulaşılmıştır. Alkan ve ark., (2023), beton yüzey üzerinde yine aynı diatom toprağının *S. granarius* üzerindeki etkinliğinin 4 g/m² dozunda ve 120. saatte %100 olarak bildirmişlerdir. Doğanay ve Işıkber (2020), diatom toprağının etkinliği ile böceklerin ürün içerisindeki hareketliliğinin doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişler. Ertürk ve ark. (2020), Detech® isimli diatom toprağının 2 g/m² dozunda ve 288. saatin sonunda *S. oryzae* erginlerinde %100 ölüm meydana getirdiğini rapor etmişlerdir.

T. confusum'a karşı yürütülen beton yüzeye uygulama çalışmalarında 2 ve 4 g/m² dozlarının 72. saatte itibaren %95'in üzerinde ölüme neden oldukları belirlenmiştir. Alkan ve ark., (2023), beton yüzey üzerinde aynı diatom toprağının *T. castaneum* üzerindeki etkinliğinin 4 g/m² ve 192. saatte %59.5 geçmediğini belirtmişlerdir. Rigaux ve ark. (2001), diatom toprağına karşı duyarlılığın türler arasında farklılık gösterebileceğini; genel olarak, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) gibi hareketli türlerin daha az hareketli olanlara kıyasla diatom toprağına karşı daha duyarlı olabileceğini bildirmişlerdir.

Tahta yüzeyde Diaterra® 'nın farklı dozlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinde, 1, 2 ve 4 g/m² dozlarında 72. saatten itibaren %100 ölüm tespit edilmiştir. Benzer şekilde Alkan ve ark., (2023), Diaterra®'nın *S. granarius* erginlerinde tahta yüzeyde 4 g/m² dozunda ve 96. saatte %100 mortalite elde etmişlerdir. Ertürk ve ark., (2020), yerli diatom toprağı olan Detech®'i *S. oryzae*'ye karşı ahşap yüzeyde uygulamışlar ve 2 g/m² dozunda 288. saatte %97.5 ölüm oranı tespit etmişlerdir. Ertürk ve ark. (2020), *S. oryzae* üzerinde beton yüzeyde mortalitenin tahta yüzeye göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ancak yürütülen bu çalışmada tahta yüzeye yapılan uygulamanın en düşük dozda dahi her iki böcek türünde de 120. saatte %95'in üzerinde ölüm meydana getirdiği görülmüştür. Bu etki aynı doz ve zamanda beton yüzeyde %55'i geçememiştir.

T. confusum tahta yüzey uygulamasında ise en düşük doz dışındaki diğer dozla 72. saatten itibaren %95'in üzerinde etkiye neden olmuştur. Alkan ve ark., (2023), aynı diatom toprağının *T. castaneum*'a etkisini 4 g/m² dozda ve 192. saatte %88.9 olarak kaydetmişlerdir. Kostyukovsky ve ark., (2010), DDDE isimli ticari diatomit toprağının 4 g/kg dozunda ve 30. günde *T. castaneum*'da ölüm oranının %98 olduğunu bildirmişlerdir. Subramanyam ve Roesli (2000), diatom toprağı uygulamalarında hızlı gerçekleşen ölümlerin, %100 ölüm oranı elde etmeye kıyasla daha önemli olduğunu çünkü bu sürede böceklerin yumurta bırakabileceğini belirtmişlerdir.

Depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede fiziksel kontrol yöntemlerinden biri olan inert tozlar üzerine çeşitli bilimsel araştırmalar yürütülmektedir. İnert tozlar sınıfında yer alan diatom toprağı, zararlı mücadelesinde; etki süresi uzun, memeli toksisitesi düşük bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Diatom toprağı böceklerin kütikula tabakasının aşınmasına ve böylelikle su kaybetmelerine ve kurummasına sebebiyet vererek ölümlere neden olmaktadır. Bu inert tozların böcekler üzerindeki etkinliklerini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan bir tanesi de uygulama yöntemleridir. Bu çerçeveden farklı yüzey ve besin uygulamaları etkili en düşük dozun belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada özellikle beton ve tahta yüzeylere uygulanan Diaterra® 'nın *S.oryzae* ve *T.confusum* erginlerinde belirlenen dozlarda kısa sürede önemli ölçüde ölüm oranları oluşturduğu gözlemlenmiştir. Besin üzerine uygulanmasında ise *T. confusum* ölüm oranlarının *S. oryzae* kadar yüksek olmadığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, yerli bir diatom toprağı olan Diaterra®'nın, *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerinin fiziksel mücadelesinde etkili bir alternatif olabileceğini ortaya koymuştur. Laboratuvar koşullarında elde edilen veriler, yerli diatom toprağının potansiyel insektisidal etkinliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Ancak bu bulguların saha koşullarında da doğrulanabilmesi için, özellikle farklı sıcaklık ve çevresel değişkenlerin etkisini kapsayan detaylı çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Ayrıca, diatom topraklarının kullanım alanlarının genişletilmesi amacıyla, farklı formülasyonların geliştirilmesine ve uygulama yöntemlerinin çeşitlendirilmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırma sonuçlarının, çalışmada kullanılan depolanmış ürün zararlılarına karşı etkin mücadele yöntemlerinin oluşturulmasında yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçalı, S., 2017. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan yerel diatomit topraklarının depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliğinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Alagöz, V., 2016. Çeşitli Türk diatom topraklarının çeltik ve pirinç üzerinde pirinç biti (*Sitophilus oryzae* L.) ve kırma bitine (*Tribolium confusum* Du Val.) karşı insektisidal etkinliği. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Alkan, M., Atay, T., Tarhanacı, B., Ertürk, S., 2023. Efficacy of surface applications of Diaterra® against *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758)(Coleoptera: Dryophthoridae) and *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)(Coleoptera: Tenebrionidae). International Journal of Tropical Insect Science, 44(3), 1417-1426.
- Alkan, M., Ertürk, S., Firat, T. A., Ciftci, E., 2019. Study of insecticidal and behavioral effects and some characteristic of native diatomaceous earth against the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae). Fresenius Environmental Bulletin, 28(4), 2916-2922.
- Alkan, M., Ertürk, S., Atay, T., Çağlayan, A., 2019. Insecticidal efficacy of local diatomaceous earths against adult and larvae of *Tenebrio molitor* L., 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Turkish Journal of Entomology, 43(3), 347-354.
- Alkan, M., Atay, T., Ertürk, S., Kepenekçi, I., 2019. Comparison of bioactivities of native diatomaceous earth against Turkestan cockroach [*Blatta lateralis* Walker (Blattodea: Blattidae)] nymphs. Applied Ecology and Environmental Research, 17(3), 5897-5994.
- Aydemir, M., 2008. Tahıl Hastalıkları ve Zararlıları. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Editörler: Mete Aydemir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 1-283.
- Anonim, 2021. Diaterra Diatom Toprağı. Diaterra. <https://www.diaterra.com.tr/diatomlu-toprak/> (13.04.2025).
- Anonim, 2025. *Sitophilus granarius*. Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. [https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama?csrc=818541857597419088-\(02.01.2025\)](https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama?csrc=818541857597419088-(02.01.2025)).
- Anonim, 2024. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr (5.01.2025).
- Atak, M., 2017. Buğday ve Türkiye Buğday Köy Çeşitleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2), 71-88.

- Atay, T., Alkan, M., Ertürk, S., 2021. Insecticidal Efficacy of Native Diatomaceous Earth against Potato Tuber Moth, [*Phthorimaea operculella* (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae)], Pupae. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(1), 165-170.
- Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Tsaganou, C., Vayias, B.J., Dimizas, C., Buchelos, C., 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Protection, 22(10), 1141–1147.
- Athanassiou, C., Kavallieratos, N., Andris, N., 2004. Insecticidal effect of three Diatomaceous Earth formulations against adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on Oat, Rye, and Triticale. Journal of Economic Entomology, 97(6), 2160-2167.
- Athanassiou, C. G., N. G., Kavallieratos., B. J., Vayias., E. C., Panoussakis., 2008. Influence of grain type on the susceptibility of different *Sitophilus oryzae* (L.) populations, obtained from different rearing media to three diatomaceous earth formulations. Journal of Stored Products Research, 44 (3), 279-284.
- Aydın, Z., 2015. Türk diatom toprağının entomopatojen fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. ile kombinasyonlarının, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) ve *Rhyzopertha dominica* (f.)ya karşı biyolojik etkinliğinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Awais, M., Mansoor-ul-Hasa., Sagheer, M., Asif, M.U., Ali, Q., Zaman, S., 2019. Efficacy of diatomaceous earth and insect growth regulators against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Science Letters, 7(2), 59–67.
- Bartłomiej, S., Justyna, R.K., Ewa, N., 2012. Bioactive compounds in cereal grains occurrence, structure, technological significance and nutritional benefits –a review. Food Science Technology International, 18(6), 559–568.
- Bağrıaçık, O., 2020. Buğday ve Mısır Üzerinde Yerel Diatom Toprağının Ürün Yüzey Uygulamasının Bazı Depolanmış Tahıl Zararlılarına Karşı Etkinliği. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Baytekin, Ö., 2017. Orta Anadolu Bölgesi diatomid topraklarının depolanmış çeltik ve pirinç üzerinde pirinç biti (*Sitophilus oryzae* L.) ve kırma biti (*Tribolium confusum* Du Val.)'ne karşı insektisidal etkinliği. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Bianchi, A., Farina, P., Venturi, F., Trusendi, F., Flamini, G., Ascrizzi, R., Taglieri, I., 2025. Reduced Doses of Diatomaceous Earth and Basil Essential Oil on Stored Grain Against the Wheat-Damaging *Sitophilus oryzae*: Influence on Bread Quality and Sensory Profile Foods, 14(4), 572.
- Bilgiçli, N., 2002. Fitik Asitin Beslenme Açısından Önemi ve Fitik Asit Miktarı Düşürülmüş Gıda Üretim Metotları. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 16(30), 79-83.

- Ceruti, F.C., Lazzari, S.M.N., 2005. Combination of diatomaceous earth and powder deltamethrin for insect control in stored corn. Rev. Bras. Entomol., 49 (4), 580–583.
- Çelik, A., 2019. Türkiye’de Lisanslı Depoculuk Sistemi ve Hububat Üreticilerinin Lisanslı Depoculuk Sistemine Bakışı: Kırşehir İli Mucur İlçesi Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Çolak, E. Ş., Canhilal, R., Yüksel, E., 2018. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadelede Rezidüyel Pestisit Uygulamaları. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 1(1), 8-18.
- Doğanay, İ. Ş., Isıkber, A. A., 2020. Yerel Diatom Toprağının Farklı Tahıl Çeşitleri Üzerinde Buğday Biti’ne (*Sitophilus granarius* L.)(Coleoptera: Curculionidae) Karşı İnsektisidal Etkinliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(4), 885-892.
- Doğanay, İ. Ş., 2013. Çeşitli diatom topraklarının depolanmış tahıl zararlıları, *Sitophilus granarius* (L.) ve *Rhyzopertha dominica* (F.)ya karşı etkinliğinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Ebeling, W., 1971. Sorptive dusts for pest control. Annual Review of Entomology, 16 (1), 123-158.
- Elgün, A., Ertugay, Z., 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 718, 376 s, Erzurum.
- Emekçi, M., Ferizli, A.G., 2000. Current status of stored products protection in Turkey. Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin, 23(10), 39-46.
- Ertürk, S., Emekçi, M., 2014. Depolanmış çeltikte zararlı *Tribolium castaneum* (Herbst)’un mücadelesinde diatom toprağının kullanım olanakları. Bitki Koruma Bülteni, 54(3), 211-217.
- Ertürk, S., Ferizli, A.G., Emekci, M., 2017. Evaluation of diatomaceous earth formulations for the control of rice weevil, *Sitophilus oryzae* L., 1763 (Coleoptera: Curculionidae) in stored rice. Türkiye Entomoloji Dergisi, 41 (3), 347-354.
- Ertürk, S., Atay, T., Toprak, U., Alkan, M., 2020. The efficacy of different surface applications of wettable powder formulation of Detech® diatomaceous earth against the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research, 89, 101725.
- Fields, P. G., Korunić, Z., 2000. Diatomaceous Earth to Control *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) In Stored Barley In Farm Granaries1. The Canadian Entomologist, 132(2), 247-258.
- Geçit, H., Çiftçi, C., İncikarakaya, S., Kaya, M., 2008. Tahıllar ve Yemelik Baklagiller Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1567, 249 s, Ankara.

- Gökçe, M., Işıkber, A. A., Sağlam, Ö., 2021. Yerel Diatomit Topraklarının Kokusuz Toz Sarımsak İle Karışımının Kıрма Biti, *Tribolium confusum* du Val.(Coleoptera: Tenebrionidae)’ne Karşı Etkinliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(6), 1237-1246.
- Gültekin, M. A., 2017. Orta Doğu Bölgesi diatomid topraklarının, börülce tohum böceği, *Callasobruchus maculatus* (f.)(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)’a karşı insektisidal etkinliği. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Jean, W. G., Nchiwan, N. E., Dieudonné, N., Christopher, S., Adler, C., 2015. Efficacy of diatomaceous earth and wood ash for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize. Journal of Entomology and Zoology Studies, 3(5), 390-397.
- Kavallieratos, NG., Athanassiou, CG., Vayias, BJ., Maistrou, SN., 2007. Influence of temperature on susceptibility of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) populations to three modified diatomaceous earth formulations. Fla Entomol 90(4), 616–625.
- Korunić, Z., 1998. Review Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. Journal of Stored Products Research, 34(2-3), 87-97.
- Korunić, Z., 2013. Diatomaceous earths - Natural Insecticides. Pesticides & Phytomedicine (Belgrade), 28 (2), 77 95.
- Kosini, D., Adamou, M., Tchindebe, G., Goudoungou, W., Fotso, G., Moukhtar, M., Nukenine, N., 2025. Insecticidal potential of diatomaceous earth against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) infesting stored cowpea, Bambara groundnut and soybean in the Sudano-Guinean climatic conditions of Cameroon. Journal of Stored Products Research, 111, 102533.
- Kostyukovsky, M., Trostanetsky, A., Menashero, M. Yasinov, G., Hazan, T., 2010. Laboratory evaluation of diatomaceous earth against main stored product insects. International Working Conference on Stored Product Protection, 701-704.
- Leora, S., 1994. Polo-PC: Probit and Logit analysis. Berkeley CA: LeOra Software.
- Mckenzie, J.D., Goldman, R., 2005. The Student Guide to MINITAB Release 14 Manual. Pearson Education, Boston, MA.
- Mewis, I., Ulrichs, C., 2001. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. Journal of stored products research, 37(2), 153-164.
- Mondal, K., 1994. Flour beetles, *Tribolium* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae) as pests and their control. Agricultural Zoology Reviews, (6), 95-119.
- Mortazavi, H., Ferizli, A. G., Toprak, U., Tütüncü, Ş., Emekci, M., Ormanoğlu, N., 2025. Long-term efficacy of diatomaceous earth, SilicoSec® against three major stored grain insect pests. Journal of Stored Products Research, 111(1), 102-531.

- Novljan, M., Bohinc, T., Indihar, E., Batistič, L., Trdan, S., 2025. Comparable insecticidal efficacy of three locally obtained inert dusts and commercial formulation of diatomaceous earth against adults of bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae. Journal of Plant Diseases and Protection, 132(2), 1-11.
- Özberk, F., Karagöz, A., Özberk, İ., Atlı, A., 2016. Buğday Genetik Kaynaklarından Yerel ve Kültür Çeşitlerine; Türkiye’de Buğday ve Ekmek. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(2), 218-233.
- Özcan, K., Tunaz, H., 2022. BGN-1 kodlu Türk Diatom Toprağının Alman Hamamböceği (*Blatella germanica* L.)’nin Erginlerine Karşı Ölüm Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 25(5), 1061-1067.
- Paponja, I., Rozman, V., Liška, A., 2020. Natural formulation based on diatomaceous earth and botanicals against stored product insects. Insects, 11(9), 613.
- Rat, İ., 2024. Narda zararlı harnup güvesi [*Ectomyelois ceratoniae* zell.(Lepidoptera: pyralidae)]’nin kimyasal mücadelesinde alternatif materyallerin etkinliğinin araştırılması. (Doktora Tezi), Harran Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa.
- Rigaux, M., Haubruge, E., Fields, P.G., 2001. Mechanisms for tolerance to diatomaceous earth between strains of *Tribolium castaneum*. Entomologica Experimentalis et Applicata 101, 33–39.
- Rojht, H., Horvat, A., Athanassiou, C. G., Vayias, B. J., Tomanović, Ž., Trdan, S., 2010. Impact of geochemical composition of diatomaceous earth on its insecticidal activity against adults of *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae). Journal of pest science, 83(4), 429-436.
- Sabbour, M.M., Abd-El-Aziz, S.E., 2014. Control of *Bruchidius incarnatus* and *Rhyzopertha dominica* using two entomopathogenic fungi alone or in combination with modified diatomaceous earth. Elixir Int. J. Ent., 68, 22239–22242.
- Sabbour, M. M., Abd El-Aziz, S. E., Shadia, E., 2015. Efficacy of nano-diatomaceous earth against red flour beetle, *Tribolium castaneum* and confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) under laboratory and storage conditions. Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci, 4(7), 54-59.
- Sağlam, Ö., Bayram, A., Işıkber, A. A., Şen, R., Bozkurt, H., 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.
- Salim, M., Gökçe, A., Naqqash, MN., Ersoy, O., 2020. Insecticidal potential of native diatomaceous earth against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). Sarhad Journal of Agriculture, 36(2), 729–733.
- Sezer, İ., Akay, H., Öner, F., Şahin, M., 2012. Çeltik üretim sistemleri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2), 6-11.

- Shah, M. A., Khan, A. A., 2014. Use of diatomaceous earth for the management of stored-product pests. *International journal of pest management*, 60 (2), 100-113.
- Solmaz, B., 2021. Bazı Entomopatojen Fungus İzolatlarının Ve Diatom Topraklarının Pirinç Biti, *Sitophilus Oryzae* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Subramanyam, B.H., Roesli, R., 2000. Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, pp. 321–379.
- Susurluk, H., Bütüner, A. K., 2024. Effects of a native diatomaceous earth on *Oryzaephilus surinamensis* (L., 1758)(Coleoptera: Silvanidae), and *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)(Coleoptera: Chrysomelidae). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 28(1), 49-59.
- Şahin, A., 2019. Hububatın önemi stratejik ürün olmasında. *Tarım ve Orman Dergisi. Türk Tarım Orman Dergisi (turktarim.gov.tr)-* (2.05.23).
- Uysal, B., 2023. Yerel diatom preparatının (detech®) farklı buğday çeşitlerinde pirinç biti, *sitophilus oryzae* ve ekin kambur biti, *rhyzopertha dominica* erginlerine etkinliği (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi. Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Yang, F. L., Liang, G., W., Xu., Y. J., Lu, Y. Y., Zeng, L., 2010. Diatomaceous earth enhances the toxicity of garlic, *Allium sativum*, essential oil against stored-product pests. *Journal of Stored Products Research*, 46(2), 118-123.
- Yıldırım, E., Özbek,H., Aslan, İ., 2001. Depolanmış Ürün Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:191, 117s, Erzurum.
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis, fourth ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Warton, D.I., Hui, F.K.C., 2011. The arcsine is asinine: the analysis of proportions in ecology. *Ecology* 92, 3e10.
- Zeni, V., Baliota, G. V., Benelli, G., Canale, A., Athanassiou, C. G., 2021. Diatomaceous earth for arthropod pest control: Back to the future. *Molecules*, 26(24), 7487.
- Ziaee, M., Moharramipour, S., Francikowski, J., 2014. The synergistic effects of *Carum copticum* essential oil on diatomaceous earth against *Sitophilus granarius* and *Tribolium confusum*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17(4), 817-822.

ÖZGEÇMİŞ

