

**ORTA ANADOLU BÖLGESİ DİATOMİD  
TOPRAKLARININ DEPOLANMIŞ ÇELTİK VE  
PİRİNÇ ÜZERİNDE PİRİNÇ BİTİ (*Sitophilus  
oryzae* L.) VE KIRMA BİTİ (*Tribolium confusum  
Du Val.*)'NE KARŞI İNSEKTİSİDAL ETKİNLİĞİ**

**Önder BAYTEKİN**

**Yüksek Lisans Tezi  
Bitki Koruma Anabilim Dalı  
Danışman:**

**Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM**

**2017**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTA ANADOLU BÖLGESİ DIATOMİD TOPRAKLARININ  
DEPOLANMIŞ ÇELTİK VE PİRİNÇ ÜZERİNDE PİRİNÇ BİTİ  
(*Sitophilus oryzae* L.) VE KIRMA BİTİ (*Tribolium confusum* Du Val.)'NE  
KARŞI İNSEKTİSİDAL ETKİNLİĞİ

Önder BAYTEKİN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

TEKİRDAĞ-2017

Her hakkı saklıdır

Bu tez NKÜBAP tarafından 03.YL.16.083 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM danışmanlığında, Önder BAYTEKİN tarafından hazırlanan “Orta Anadolu Bölgesi Diatomid Topraklarının Depolanmış Çeltik ve Pirinç Üzerinde Pirinç Biti (*Sitophilus oryzae* L.) ve Kıрма Biti (*Tribolium confusum* Du Val.)’ne Karşı İsektisidal Etkinliği” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Nihal ÖZDER

*İmza:*

Üye: Prof. Dr. Ali Arda İŐIKBER

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTA ANADOLU BÖLGESİ DIATOMİD TOPRAKLARININ DEPOLANMIŞ ÇELTİK VE PİRİNÇ ÜZERİNDE PİRİNÇ BİTİ (*Sitophilus oryzae* L.) VE KIRMA BİTİ (*Tribolium confusum* Du Val.)'NE KARŞI İNSEKTİSİDAL ETKİNLİĞİ

**Önder BAYTEKİN**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

Bu çalışmada, Orta Anadolu Bölgesi'nin farklı lokasyonlarından temin edilmiş olan 4 farklı yerel diatom toprağı: BGN-1, BHN-1, AG2N-1, CBN-1 ile Alman menşeli Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom preparatı, 100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda çeltik ve pirinç üzerinde uygulanarak, depolanmış çeltik ve pirincin önemli zararlıları; *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) erginlerine karşı insektisidal etkinlikleri değerlendirilmiştir. 7, 14 ve 21.gün sonunda, diatom uygulamalarına maruz bırakılan erginlerin ölüm oranları ve 65 gün sonunda, yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayıları belirlenmiştir. Tüm testler 25±1 °C sıcaklıkta ve %55±5 nispi nemde laboratuvar koşullarında ve karanlık ortamda yürütülmüştür. Çeltikte 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında 7.gün sonunda *S. oryzae* erginleri üzerinde %89 ölüm gerçekleştiren CBN-1 ile *T. confusum* üzerinde %97 ölüm gerçekleştiren AG2N-1; kısa sürede en fazla etkiye sahip diatomlar olarak tespit edilmiştir. Silicosec<sup>®</sup>, BHN-1 ve CBN-1 diatomlarına 14 gün süreyle 900 ppm ve 21 gün süreyle 500 ppm; AG2N-1 diatomuna ise 21 gün süreyle 900 ppm konsantrasyonlarda maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları %97-100 olarak belirlenmiş ve uygulanan diatomlar arasında benzer yüksek insektisidal etki saptanmıştır. Diğer yandan, çeltikte 14.gün sonunda AG2N-1 diatomunun 900 ppm, 21.gün sonunda AG2N-1, BGN-1 ve CBN-1 diatomlarının sırasıyla 500, 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında *T. confusum* erginleri üzerinde %100 oranında, Silicosec<sup>®</sup> ticari diatomunun 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında 21.gün sonunda ise %87 oranında ölüm kaydedilmiştir. Pirinçte tüm diatom ve konsantrasyon uygulamalarında *S. oryzae* ve *T. confusum* erginleri üzerinde genel olarak düşük etki saptanmıştır. Pirinç ve çeltikte yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) çıkışı baskı altına alınamazken, konsantrasyon artışlarına bağlı olarak, kontrol gruplarına kıyasla önemli seviyede azalmalar tespit edilmiştir. Sonuç olarak, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1 Türk diatom topraklarının Silicosec<sup>®</sup> ticari preparatına kıyasla yüksek insektisidal etkiye sahip olduğu anlaşılmış ve depolanmış çeltik zararlı yönetiminde kullanılabilme potansiyeli olduğu kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Türk diatom toprakları, Silicosec<sup>®</sup>, pirinç biti, kırma biti, çeltik, pirinç

2017, 49 sayfa

## ABSTRACT

MSc Thesis

INSECTICIDAL EFFECT OF CENTRAL ANATOLIAN REGION DIATOMACEOUS EARTHS AGAINST RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* L.) and CONFUSED FLOUR BEETLE (*Tribolium confusum* Du Val.) ON STORED PADDY and RICE

**Önder BAYTEKİN**

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

Supervisor: Asistant Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

In this study, insecticidal efficacy of four different local diatomaceous earth (DE) deposits obtained Central Anatolian Region in Turkey and commercial DE deposit (German origin), Silicosec<sup>®</sup> were evaluated against substantial pests on stored grain as *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) at five different concentrations of 100, 300, 500, 900 and 1500 ppm on stored paddy and rice. Mortality of the exposed adults was assessed after 7, 14 and 21 days of exposure, and then progeny (F<sub>1</sub>) production on treated grains was recorded 65 days later. The tests were carried out at 25±1 °C temperature, 55±5% R.H. under dark laboratory conditions. The most effective DEs in a short time were assessed CBN-1 which caused 89% mortality of *S. oryzae* and AG2N-1 which caused 97% mortality of *T. confusum* adults at 1500 ppm concentration after 7 days of exposure in paddy. Similar high insecticidal efficacy was determined on Silicosec<sup>®</sup>, BHN-1 and CBN-1 exposed to 900 ppm for 14 days and 500 ppm for 21 days, and AG2N-1 exposed 900 ppm for 21 days with the 97 to 100% mortality level of *S. oryzae* adults in paddy. On the other hand, complete mortality of *T. confusum* adults was recorded on AG2N-1 at 900 ppm for 14 days and treatments of AG2N-1, BGN-1, CBN-1 for 21 days at 500, 900 and 1500 ppm respectively whereas 87% mortality rate was determined for 21 days exposure of Silicosec<sup>®</sup> at the highest concentrations on paddy. Overall DE and concentrations on rice treatments caused generally low efficacy on *S. oryzae* and *T. confusum* adults. The progeny (F<sub>1</sub>) production was not completely prevented in all DE treatments, although significantly reduced progeny production was determined in comparison with the untreated control groups depending on the increase of concentration. In conclusion, this study indicated that Turkish DE deposits, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 and CBN-1 had high insecticidal efficacy in comparison with the commercial Silicosec<sup>®</sup> and would have potential to be used against insects in the pest management of stored paddy.

**Keywords:** Turkish diatomaceous earths, Silicosec<sup>®</sup>, rice weevil, confused flour beetle, paddy, rice

2017, 49 pages

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim sürecinde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmalarım esnasında her türlü imkanı sağlayan, tüm bilgi birikimi ve tecrübelerini yılmadan ve usanmadan aktararak bu tezin oluşmasına büyük katkılar sağlayan değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Özgür SAĞLAM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım esnasında devamlı yanımda yer alarak desteğini esirgemeyen, hayat arkadaşım Uzman Hemşire Merve BAYTEKİN'e ve beraberimizde ilk zamanlar farkında dahi olmadığım ancak sonrasında varlığıyla sürekli bana güç veren canım kızım Duru BAYTEKİN'e çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans öğrenimime başlamama ve bu günlere gelmeme vesile olan, bana karşı güvenini hiçbir zaman kaybetmeden hayatımın her evresinde maddi- manevi destekçim olan, canım annem Nebahat BAYTEKİN'e ve kısa bir zaman önce aramızdan ayrılan merhum babam İrfan BAYTEKİN'e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Temmuz, 2017

Önder BAYTEKİN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	<b>10</b>
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan böcek türleri .....	10
3.1.2. Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprakları.....	10
3.1.3. Biyolojik testlerde kullanılan çeltik ve pirinç.....	11
3.2. Metot.....	12
3.2.1. Yerel diatom topraklarının elde edilmesi ve uygulamaya hazırlanması .....	12
3.2.2. Diatom topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi .....	12
3.2.3. Çeltik ve pirinç üzerine diatom topraklarının yapışma oranlarının belirlenmesi .....	12
3.2.4. <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin yetiştirilmesi .....	13
3.2.5. <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin yetiştirilmesi .....	13
3.2.6. Biyolojik testler ve deneme yöntemi .....	14
3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler .....	15
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	<b>16</b>
4.1. Diatom topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	16
4.2. Çeltik ve pirinç üzerine diatom topraklarının yapışma oranları .....	18
4.3. Çeltik Üzerinde <i>Sitophilus oryzae</i> ile Yürütülen Biyolojik Testler .....	18
4.3.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	18



4.3.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	20
4.3.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	22
4.3.4. Biyolojik testlerden elde edilen <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin yeni nesil ergin (F <sub>1</sub> ) sayısı .....	23
4.4. Pirinç Üzerinde <i>Sitophilus oryzae</i> ile Yürütülen Biyolojik Testler .....	25
4.4.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	25
4.4.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	26
4.4.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	26
4.4.4. Biyolojik testlerden elde edilen <i>Sitophilus oryzae</i> 'nin yeni nesil ergin (F <sub>1</sub> ) sayısı .....	28
4.5. Çeltik Üzerinde <i>Tribolium confusum</i> ile Yürütülen Biyolojik Testler .....	29
4.5.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	29
4.5.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	30
4.5.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	32
4.5.4. Biyolojik testlerden elde edilen <i>Tribolium confusum</i> 'un yeni nesil ergin (F <sub>1</sub> ) sayısı ...	33
4.6. Pirinç Üzerinde <i>Tribolium confusum</i> ile Yürütülen Biyolojik Testler .....	34
4.6.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	34
4.6.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	35
4.6.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	36
4.6.4. Biyolojik testlerden elde edilen <i>Tribolium confusum</i> 'un yeni nesil ergin (F <sub>1</sub> ) sayısı ...	37
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>38</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>44</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>49</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 4.1 : Biyolojik denemelerde kullanılan diatom topraklarının analiz sonuçları .....	17
Çizelge 4.2 : Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının, ürün üzerine yapışma oranları .....	18
Çizelge 4.3 : Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin ölüm oranları....	19
Çizelge 4.4 : Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin ölüm oranları..	20
Çizelge 4.5 : Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin ölüm oranları..	22
Çizelge 4.6 : Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin 65.gün sonunda gözlenen ortalama yeni nesil ergin (F <sub>1</sub> ) birey sayısı .....	24
Çizelge 4.7 : Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin ölüm oranları....	25
Çizelge 4.8 : Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin ölüm oranları..	26
Çizelge 4.9 : Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin ölüm oranları..	27
Çizelge 4.10: Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan <i>Sitophilus oryzae</i> erginlerinin 65.gün sonunda gözlenen ortalama yeni nesil ergin (F <sub>1</sub> ) birey sayısı .....	28
Çizelge 4.11: Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin ölüm oranları .....	29
Çizelge 4.12: Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin ölüm oranları .....	31
Çizelge 4.13: Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin ölüm oranları .....	33
Çizelge 4.14: Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin ölüm oranları .....	34
Çizelge 4.15: Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin ölüm oranları .....	35

Çizelge 4.16: Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Tribolium confusum</i> erginlerinin ölüm oranları .....	36
---	----

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1 : Biyolojik testlerde kullanılan ergin böcekler: a-) <i>Sitophilus oryzae</i> b-) <i>Tribolium confusum</i> .....	10
Şekil 3.2 : Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprakları (Silicosec <sup>®</sup> , BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1).....	10
Şekil 3.3 : Biyolojik testlerde kullanılan çeltik ve pirinç .....	11
Şekil 4.1 : Silicosec <sup>®</sup> (Almanya) ticari diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme .....	16
Şekil 4.2 : BGN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme .....	16
Şekil 4.3 : BHN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme .....	17
Şekil 4.4 : CBN-1 (Çankırı) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme .....	17

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
pH	: Asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
l	: Litre
ml	: Mililitre
ppm	: Milyonda bir birim
%	: Yüzde
LD <sub>50</sub>	: Populasyonun % 50'sini öldürmek için gerekli ilaç miktarı
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
ANOVA	: Varyans analizi
DUNCAN	: En küçük önemlilik fark testi
Abbott	: Ölüm oranları düzeltme formülü
US EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü
MTA	: Maden Tektik ve Arama Genel Müdürlüğü
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

## 1. GİRİŞ

Beslenme davranışı canlı olmanın kaçınılmaz sonucu olarak, insanın fizyolojik gereksinimleri içerisinde büyük öneme sahiptir. Dünya üzerindeki insan popülasyonu hızla artarken, tarım alanlarının da hızla azalması önümüzdeki yıllarda beslenmenin önemini daha da arttıracaktır. İnsan beslenmesinde tahıllar yüksek oranda karbonhidrat ve protein içerikleri ile besleyici olarak, temel besin kaynakları içerisinde yer alan önemli enerji kaynaklarıdır.

Dünya tahıl üretiminde mısır ve buğdaydan sonra en çok üretilen tahıl ürünü pirinçtir. Sırasıyla Çin, Hindistan ve Endonezya gibi Asya ülkeleri pirinç üretiminde lider konumdadır (FAO 2016). TÜİK verilerine göre ülkemizde ise 116.000 ha ekiliş alanıyla çeltik, tüm tahıl ekiliş alanları içerisinde %1'lik paya sahiptir. Yılda ortalama 920.000 ton çeltik üretimi gerçekleştiren Türkiye, yaklaşık 293.000 ton çeltik ve pirinç ithal etmektedir. Ülkemizde kişi başına yıllık pirinç tüketimi 9.3 kg'dır (Anonim 2016).

Dünya genelinde üretilen tahıl ürünlerinde depo zararlılarından dolayı her yıl %10-30 arası kayıp meydana gelmektedir (Singh ve ark. 2009). Bu nedenle hasat edilen çeltiğin sofralara pirinç olarak ulaşıncaya kadar uygun koşullarda depolanması büyük önem arz etmektedir. Uzun süreli depolama sürecinde primer ve sekonder depo zararlıları, çeltik ve pirinç üzerinde beslenmeden kaynaklı ağırlık kayıplarına neden olabileceği gibi kalite düşüşlerine bağlı olarak pazar değerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durum depo zararlılarıyla mücadeleyi zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde depolanmış çeltik ve pirinçte *Sitophilus* spp. ve *Tribolium* spp. hakim zararlılar durumundadır (Atabay ve ark. 2013).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tahıl depo zararlılarıyla mücadelede kimyasal savaşım yöntemleri ilk sırada yer almaktadır. Bu kapsamda yaygın olarak residual insektisitler ve fümigantlar kullanılmaktadır. Hasat sonrası ürün yönetiminde özellikle pestisit kalıntı tehtidi fümigasyon uygulamalarını ciddi şekilde yaygınlaştırmıştır. Düşük kalıntı riski, uygulama kolaylığı ve ucuz olması gibi avantajlarıyla Metil Bromit (MeBr) ve Fosfin (PH<sub>3</sub>) dünyada en fazla tercih edilen fümigantlar haline gelmiştir. Montreal Protokolü kapsamında 2015 yılında metil bromit kullanımının tüm dünyada son bulmasının ardından her ne kadar fosfin tek başına bir alternatif gibi görünse de uzun uygulama süresi ve zararlılarda direnç oluşumu gibi problemler, fosfin kullanımını sınırlandıracak ciddi sorunlar haline dönüşmüştür. Bugün dünyada pek çok ülkede depolanmış ürün zararlılarının fosfine karşı dayanıklılık geliştirdikleri tespit edilmiştir (Zettler ve Keever 1994, Bell ve Wilson 1995,

Chaudry 1996, Athie ve ark. 1998, Benhalima ve ark. 2004, Pimentel ve ark. 2010, Sağlam ve ark. 2015). Son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmalarla da benzer şekilde fosfine karşı dayanıklılık riski belirlenmiştir (Koçak ve ark. 2015, Bozkurt 2016).

Kimyasal pestisitlerin, memelilerde toksisite, üründe kalıntı bırakma, fitotoksite, direnç oluşumu, çevre kirliliği ve korozif etkileri gibi nedenlerden dolayı alternatif mücadele yöntemleri üzerinde yoğun çalışmalar başlatılmış, fiziksel savaşım tekniklerine olan ilgi artmıştır. İnert tozlardan birisi olan Diatom Toprağı (Diatomaceous Earth) uygulamaları da bu tekniklerden birisidir. Diatom toprağının memelilerde toksisite oluşturmadan (EPA 1991) güvenle kullanılabilir olması, depolama sonrası ürün kalitesini etkilememesi, uzun süreli koruma sağlaması ve diğer mücadele metotlarına yakın maliyette olması gibi avantajlarla alternatif bir tahıl koruyucu (grain protector) olduğu uzun zamandır bilinmektedir (Korunic ve ark. 1996a, 1996b).

Diatom toprağı büyük çoğunluğu amorf silisyum dioksitten meydana gelen; çeşitli şekil ve boyutlarda tek hücreli mikroskobik fitoplanktonların fosilleşmiş tortul katmanlarının birikimiyle oluşmuş doğal bir mineraldir. Deniz ve göllerde çökme sonucu biriken kalıntılar diatom rezervlerini oluşturur. Diatom toprağı partikülleri yağ moleküllerini absorbe edebilecek fiziksel yapıda, çok küçük iç gözeneklere sahiptir (Ebeling 1971). Aşındırıcı ve emici özellikteki bu parçacıklar, böcek kütikulasına yapışarak, koruyucu wax tabakasındaki yağ moleküllerini absorbe etmekte (Korunic 1998, Subramanyam ve Roesli 2000) ve bu sayede böceğin gövdesinden su kaybına bağlı olarak, kuruyarak ölümüne neden olmaktadır (Ebeling 1971). Diatom toprağının aynı zamanda böcekler üzerinde kaçırıcı (repellent) etki yarattığı da bilinmektedir (White ve ark. 1966).

Günümüzde Türkiye’de ruhsat almış herhangi bir ticari marka bulunmamakla birlikte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda ticari olarak ruhsat almış pek çok diatom toprağı bulunmakta ve bu ülkeler tarafından depo zararlılarına karşı kullanılmaktadır (Korunic 1998, Cook ve Armitage 1999, Ling ve ark. 2000, Mewis ve Reichmuth 2000).

Bu çalışmada; Türkiye’nin Orta Anadolu Bölgesi’nin farklı lokasyonlarından temin edilmiş olan Türk diatom toprakları ve Alman menşeli Silicosec® ticari diatom preparatı kullanılarak, çeltik ve pirincin depolanma sürecinde yaygın zarar yapan *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae)’a karşı insektisidal etkinliği değerlendirilerek, depolanmış ürün zararlı yönetiminde kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

**Athanassiou ve ark. (2003)**, Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağının pirinç, çeltik, mısır ve arpa üzerinde *S. oryzae* erginlerine karşı insektisidal etkinliğini belirlemek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağını 5 farklı dozda (125, 250, 500, 1000 ve 1500 ppm) ürünlere tatbik etmiş, 1, 2, 7 ve 14.gün sonunda ölüm oranlarını ve akabinde 45 ve 90 gün sonunda yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) çıkışlarını tespit etmişlerdir. Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağının tahıl tipine, uygulama süresine ve uygulama konsantrasyonuna bağlı olarak *S. oryzae* erginleri üzerinde önemli derecede etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Çeltik üzerinde yürüttükleri biyolojik testlerde yeterli seviyede korumaya 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında 7.gün sonunda tüm erginlerin ölümüyle ve ardından 90 gün sonunda yeni nesil ergin çıkışına rastlamayarak ulaşımlardır. Buna karşılık, pirinç üzerinde yürüttükleri biyolojik testlerde 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında dahi 14.gün sonunda *S. oryzae* erginlerini tamamen baskılayamadıklarını (yaklaşık % 90 oranında ölüm) ve çok sayıda yeni nesil ergin çıkışı gözlediklerini bildirmişlerdir.

**Athanassiou ve ark. (2004)**, Insecto<sup>®</sup>, Silicosec<sup>®</sup> ve Pyrisec<sup>®</sup> ticari diatom topraklarının çavdar, yulaf ve tritikale üzerinde *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerini belirleyebilmek üzere laboratuvar koşullarında biyolojik denemeler kurmuşlardır. Diatom topraklarını 750, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda 3 doz olarak 26 °C ve %60 nem koşullarında ürünlere uygulamış ve 1, 2, 7 ve 14 gün sonra (*T. confusum*'a ek olarak 21 gün sonra) ölüm oranlarını incelemişlerdir. 3 ürüne de uygulanan diatom topraklarının 7.gün sonunda her 3 dozda da *S. oryzae* erginleri üzerinde yaklaşık %100 etkinlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Tüm ürünler üzerinde diatom toprağı uygulamalarını incelediklerinde 21 gün sonra dahi *T. confusum* erginlerinin ölüm oranlarının %100'e ulaşmadığını saptamışlardır. Çavdar üzerinde uygulanan diatom topraklarının *T. confusum* erginlerine diğer iki ürüne göre daha yüksek etki gösterdiklerini bildirmişlerdir. Çavdar üzerinde tüm diatom toprağı uygulamalarında her iki böcek için de yeni nesil ergin çıkışına rastlayamadıklarını, tritikale uygulamalarında ise sadece *S. oryzae*'nin yeni nesil ergin çıkışlarına rastladıklarını belirtmişlerdir. Diatom toprağı uygulaması yapılan ürünleri kontrol gruplarıyla kıyasladıklarında iki böcek türü için de yeni nesil ergin çıkışlarında ciddi azalmalar tespit etmişlerdir. Ayrıca yeni nesil ergin çıkışlarında ürün, formülasyon ve doz oranı arasında ise önemli seviyede farklılıklar bulmuşlardır.



**Vayias ve Athanassiou (2004)**, Silicosec® ticari formülasyonunun *T. confusum* ergin ve larvalarına karşı insektisidal etkinliğini belirlemek üzere laboratuvar ortamında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Biyolojik testler 22 °C, 25 °C, 27 °C, 30 °C ve 32 °C’de 5 farklı sıcaklık ve %55 ile %65 seviyesinde 2 farklı bağıl nem koşullarında yürütmüşlerdir. Silicosec® ticari preparatını sert buğday, yumuşak buğday ve un olmak üzere 3 farklı ürüne 4 ayrı konsantrasyonda (250, 500, 1000 ve 1500 ppm) uygulamışlardır. *T. confusum* erginlerini 1, 2 ve 7 yaşında olarak 3 gruba ayırmışlardır. Uygulamalar sonucunda ergin ve larvalardaki ölüm oranlarının uygulama süresi ve uygulama konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösterdiğini, ayrıca larvaların diatom toprağına erginlerden daha duyarlı olduğunu belirlemişlerdir. Larva ve erginlerin ölüm oranlarının sıcaklık artışıyla beraber yükseldiğini, Silicosec® ticari formülasyonunun etkinliğinin ise bağıl nem oranındaki artışla beraber azaldığını kaydetmişlerdir. Ayrıca buğday üzerindeki uygulamalarda, un üzerindeki uygulamalardan oldukça yüksek oranda larva ve ergin ölümü gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Uygulama yapılan birey yaşlarının, Silicosec® ticari preparatının etkinliğini büyük oranda etkilediğini bildirmişlerdir. Erginlerin yaşları 1’den 7’ye doğru arttıkça, Silicosec® ticari diatom toprağına karşı önemli seviyede daha az duyarlı hale geldiğini belirtmişlerdir.

**Athanassiou ve ark. (2005)**, laboratuvar koşullarında Silicosec® ticari formülasyonunun depolanmış buğday üzerinde *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı insektisidal etkinliğini belirlemek üzere 4 farklı dozda (250, 500, 1000 ve 1500 ppm) bir çalışma yürütmüşlerdir. Her bir doz uygulanmış buğdayı 22 °C, 25 °C, 27 °C, 30 °C ve 32 °C’de bekletmişlerdir. Ölüm oranlarını 1, 2, 7 ve 14 gün sonunda yapılan sayımlarla belirlemişlerdir. 14 gün sonunda canlı böcekler dışarı alınarak, 7 gün süreyle yeni nesil ergin çıkışlarını incelemişlerdir. Her iki böcek türü için de doz oranı, sıcaklık ve diatom toprağına maruz kalma süresinin ölüm oranlarını önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir. Silicosec® ticari formülasyonun *S. oryzae* erginlerine karşı etkinliğini sıcaklık artışına bağlı olarak arttırdığını belirtmişlerdir. *T. confusum* erginlerine karşı 24 ve 48 saatlik diatom toprağı uygulamalarında sıcaklık 32 °C’de iken gözlenen ölüm oranlarının, 30 °C’deki ölüm oranlarına kıyasla daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Silicosec® ticari formülasyonu uygulamaları sonucunda *S. oryzae* erginlerini, *T. confusum* erginlerine kıyasla daha hassas bulmuşlardır. Genel olarak 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarının, incelenen iki türe karşı tatmin edici bir koruma sağladığını belirtmişlerdir. *S. oryzae* için yeni nesil ergin çıkışına sadece 22 °C’de 250 ve 500 ppm konsantrasyonda, *T. confusum* için yeni nesil ergin çıkışına ise sadece 22 °C’de 500 ppm ve 22 °C, 25 °C, 27 °C ve 30 °C’de 250 ppm konsantrasyon uygulamalarında rastlamışlardır.

**Vayias ve ark. (2006a)**, Insecto<sup>®</sup>, Protect-It<sup>®</sup>, Protector<sup>®</sup>, Pyrisec<sup>®</sup>, ve Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom topraklarını 500 ve 1000 ppm konsantrasyonlarda makarnalık buğday üzerinde uygulayarak, *T. confusum* erginlerinin 7 farklı ırkına karşı hassasiyetlerini belirlemek üzere bir çalışma yürütmüşlerdir. Tüm ırklar, 5 diatom toprağı ve 2 farklı doza (500 ve 1000 ppm) 7 gün boyunca maruz bırakılmış ve sonrasında ölüm oranları değerlendirilerek, tüm diatom toprağı uygulama konsantrasyonları ve *T. confusum* ırklarının ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar saptamışlardır. Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağı ile yürütülen biyolojik testler sonucunda *T. confusum* erginlerine karşı 500 ppm konsantrasyon uygulamasında bir ırkın yaklaşık %80, diğer ırkların ise %20-55 arasında, 1000 ppm konsantrasyon uygulamasında bir ırkın %100, üç ırkın %90'dan yüksek ve diğer üç ırkın ise %70-73 arasında ölüm oranlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

**Vayias ve ark. (2006b)**, Insecto<sup>®</sup>, Pyrisec<sup>®</sup> ve Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom topraklarının insektisidal ve rezidual etkinliğini belirlemek amacıyla buğday ve mısır üzerinde 500, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarıyla *T. confusum* erginlerine karşı 25 °C ve %55 bağıl nem koşullarında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 360 günlük depolama süreci tamamlanmaya kadar her 30 günde 1 numune almaya devam edilmişlerdir. *T. confusum* erginlerinin ölüm oranlarını 1, 2, 7 ve 14 gün süreyle diatom topraklarına maruz bırakıldıktan sonra değerlendirmişlerdir. Buğday üzerindeki *T. confusum* ergin ölüm oranlarının mısırdan daha yüksek seviyede olduğunu saptamışlardır. Buğday üzerinde 14 günden sonra tüm diatom toprakları için en yüksek doz uygulamalarının (1500 ppm) tamamında %100 ölüm tespit etmişlerdir. Aynı koşullarda 360 gün sonra buğday için ölüm sayıları Insecto<sup>®</sup>, Pyrisec<sup>®</sup> ve Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprakları için sırasıya %99, 98 ve 100 olarak belirlemişlerdir. Buğday üzerindeki ölüm oranları doz artışına paralel olarak artış gösterse de 1000-1500 ppm doz uygulamalarında ölüm oranları arasında çok düşük artış gözlemişlerdir. Sonuç olarak 1000 ppm konsantrasyon uygulamasının testlenen tüm diatom toprakları için buğday üzerinde *T. confusum*'a karşı uzun süreli koruma sağlayacağını bildirmişlerdir.

**Athanassiou ve ark. (2007a)**, Insecto<sup>®</sup>, Pyrisec<sup>®</sup>, ve Protect-It<sup>®</sup> ticari diatom topraklarının buğday ve mısır üzerinde *Rhizopertha dominica* (F.), *S. oryzae*, ve *T. confusum* erginlerine karşı etkinliklerini belirleyebilmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Diatom topraklarını tek tek veya ikiyeşerli ya da üçlü karışım şeklinde 3 farklı konsantrasyonda (250, 500 ve 750 ppm) uygulamışlardır. 26 °C ve %65 bağıl nem koşullarında, 7 gün süreyle diatom topraklarına maruz bırakılan erginlerin ölüm oranlarını incelemişlerdir. Her bir ergin türün ölüm oranının diatom toprağı uygulanan ürüne, diatom toprağının cinsine ve doz oranına bağılı olarak önemli

derecede etkilendiğini belirtmişlerdir. Uygulamalarda kullanılan bütün diatom topraklarının, *R. dominica* ve *S. oryzae* erginleri üzerinde %100 ölüm gerçekleştirdiğini, bazı kombine diatom topraklarına kıyasla *T. confusum*'a karşı düşük etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Test edilen tüm böcekler için uygulanan diatom toprakları buğday üzerinde mısıra göre daha etkili bulmuşlardır. Buğday veya mısır üzerinde test edilen tüm böcek türleri için iki ya da üç diatom toprağı karıştırılarak yapılan kombine diatom toprağı uygulamalarını, sadece tek bir diatom toprağı uygulmasına kıyasla daha etkili bulmuşlardır. Sonuç olarak birkaç diatom toprağının bir araya getirilmesiyle düşük dozlarda çok daha etkili olabilecek yeni bir diatom toprağı formülasyonu oluşturulabileceğini belirtmişlerdir.

**Vayias ve ark. (2009)**, Güneydoğu Avrupa'nın değişik bölgelerinden elde edilen diatom toprağı örneklerinin etkinliklerini belirlemek üzere 30 °C ve %70 nem koşullarında karanlık laboratuvar ortamında sert buğday üzerinde 1–7 gün süreyle maruz bırakılan *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *S. oryzae* ve *R. dominica* erginleri üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Buna ek olarak her diatom toprağı numunesinden farklı boyutlardaki parçacıklarını içeren üç fraksiyon elde ederek (<45 µm, 45-150 µm, 0-150 µm), yukarıda adı geçen zararlılara karşı etkinlikleri bakımından değerlendirmede bulunmuşlardır. Yunanistan'dan elde edilen Ellassona diatom toprağını, *C. ferrugineus* ve *S. oryzae* erginlerine karşı en etkili diatom toprağı olarak belirlemişlerdir. 0-150 µm'lik ve <45 µm'lik parçacıkları içeren fraksiyonların etkinlikleri arasında sürekli belirgin farklılıklar gözlemleyememelerine karşın, test edilen 3 partikül boyutu içerisinde küçük parçacıkların büyük parçacıklara göre daha etkili olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak partikül boyutunun diatom toprağı etkinliğini güçlü şekilde etkileyebileceğini bildirmişleridir.

**Athanassiou ve ark. (2011)**, Orta ve Güneydoğu Avrupa'dan temin edilen diatom topraklarının *S. oryzae*, *R. dominica* ve *T. confusum* erginlerine karşı insektisidal etkilerini Silicosec® ticari diatom toprağı ile kıyaslayarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada sıcaklık, nem, tahıl cinsi (buğday, arpa, mısır, pirinç) ve uygulama metodlarını (püskürterek ve toz halinde uygulamalar) karşılaştırılarak değerlendirmişlerdir. Diatom toprakları içerisinde etkinliği en yüksek olanın FYROM, etkinliği en düşük olanın Crete kodlu diatom toprağı olduğunu saptamışlardır. Sıcaklık artışıyla birlikte diatom toprağının etkinliğinin artış gösterdiğini, nem içeriğinin artışıyla birlikte ise tam tersine diatom toprağının etkinliğinin azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bütün diatom toprakları göz önüne alındığında arpa ve buğday üzerindeki uygulamaların; mısır ve pirinç üzerindeki uygulamalara kıyasla daha etkili olduğunu saptamışlardır. Silicosec® de dahil tüm diatom toprağı uygulamalarının yeni nesil

ergin çıkışını baskılayamadığını tespit etmişlerdir. Genel anlamda *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı toz diatom toprağı uygulamalarının, sprey diatom toprağı uygulamalarına nazaran daha etkili olduğunu saptamışlardır.

**Ziaee ve Moharramipour (2012)**, İran diatom rezervlerinden elde edilmiş 2 diatom toprağı (Maragheh ve Mamaghan) ve Silicosec<sup>®</sup> ticari preparatını 27±1 °C sıcaklıkta ve %55±5 nemde laboratuvar koşullarında ve karanlık ortamda buğday üzerinde *T. confusum* erginlerine karşı insektisidal etkinliğini belirlemek üzere 4 tekerrürlü ve 4 dozda (500, 1000, 1500, 2000 ppm) bir çalışma yürütmüşlerdir. Maragheh ve Mamaghan diatom topraklarını 0-149, 74-149, 0-74 ve 0-37 µm partikül boyutlarında eleyerek uygulamışlardır. Diatom toprağı uygulamalarından 2, 7 ve 14 gün sonra ölüm oranlarını belirlemişlerdir. 2000 ppm konsantrasyonda Silicosec<sup>®</sup> ticari preparatı uygulanan denemelerde 2.gün sonunda *T. confusum* erginleri üzerinde %51 ölüm gözlemişlerdir. 7 gün ve daha uzun süre Silicosec<sup>®</sup> ticari preparatına maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin %100 ölümüne 500 ppm konsantrasyon uygulaması hariç tüm konsantrasyonlarda ulaşmışlardır. 2000 ppm konsantrasyonda 7 günden daha uzun süre Maragheh ve Mamaghan diatom topraklarına (0-149 µm) maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinde sırasıyla % 40.62 ve % 85.41 ölüm oranları tespit etmişlerdir. Bununla birlikte *T. confusum* erginlerinin ölüm oranlarının uygulama zamanı ve uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak değişim gösterdiğini ve en yüksek ölüm oranlarına sahip diatomların sırasıyla Silicosec<sup>®</sup>, Mamaghan ve Maragheh olduğunu bildirmişlerdir. Partikül boyutu küçük olan diatom topraklarının partikül boyutu büyük olanlara nazaran daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

**Baldassari ve Martini (2014)**, 2 ticari diatom toprağını (Protector<sup>®</sup> ve Silicosec<sup>®</sup>) 2 farklı dozda (500 ve 1000 ppm) buğday üzerinde 2 önemli depo zararlısı *R. dominica* ve *S. oryzae* erginlerine karşı 2, 7 ve 14.gün sonunda insektisidal etkinliğini belirlemek üzere 26.7 °C ve %60 neme sahip laboratuvar koşullarında bir çalışma yürütmüşlerdir. Protector<sup>®</sup> ticari preparatının uygulamadan 2 gün sonra her iki tür içinde önemli derecede insektisidal etki gösterdiğini belirtmişlerdir. 2.gün sonunda Silicosec<sup>®</sup> ticari preparatının özellikle *S. oryzae* erginleri üzerinde Protector<sup>®</sup> ticari preparatına kıyasla daha az etkiye sahip olduğunu gözlemişlerdir. 14.gün sonunda uygulama konsantrasyonunu 500 ppm'den 1000 ppm'e çıkardıklarında *S. oryzae* erginleri üzerinde ölüm oranlarının Protector<sup>®</sup> ticari preparatında %87'den %92'ye, Silicosec<sup>®</sup> ticari preparatında ise %89'dan %99'a yükseldiğini saptamışlardır. Bununla birlikte 7 ve 14.gün sonunda formülasyonlar arasında istatistiksel farklılıklar tespit edememişlerdir.

**Chiriloaie ve ark. (2014)**, buğday, arpa, mısır ve çeltik üzerinde 2'si ticari (Silicosec<sup>®</sup> ve PyriSec<sup>®</sup>), 4'ü lokal (2 tanesi Romanya'dan ve 2 tanesi de Yunanistan'dan elde edilmiş) toplamda 6 diatom toprağının *S. oryzae* erginleri üzerinde insektisidal etkinliğini ortaya koymak amacıyla 25 °C ve %60±5 bağıl nem koşullarında 3 tekerrür ve 3 alt tekerrürlü bir çalışma yürütmüşlerdir. Diatom topraklarını 100, 300, 500 ve 900 ppm konsantrasyonlarda ürünlere uygulayarak, 7, 14 ve 21 gün sonunda ölüm oranlarını kayıt altına almışlardır. Biyolojik testler sonucunda buğday ve mısır içerisindeki *S. oryzae* erginlerinin tamamını 7. gün sonunda 100 ppm üzeri konsantrasyonlarda kontrol altına alan Pyrisec<sup>®</sup> ticari preparatını en etkili diatom toprağı olarak belirlemişlerdir. Test edilen ürünler içerisinde diatom topraklarının en etkili sonuçları buğday üzerinde gösterdiğini ancak diatom topraklarının çeltik üzerinde tamamen etkisiz olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca en yüksek konsantrasyon uygulamasında (900 ppm) buğday üzerinde *S. oryzae* erginlerine karşı 2 Romanya diatom toprağı ve 1 Yunanistan diatom toprağı (Elassona), Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağı ile aynı yüksek performansa sahip bulunurken, diğer tüm ürün gruplarında *S. oryzae* erginlerine karşı tüm yerel diatom topraklarının, Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağı ile aynı derecede etkisiz performans gösterdiklerini saptamışlardır. Bu bulgular neticesinde uygulamalarda kullanılan yerel diatom topraklarının Silicosec<sup>®</sup> ticari diatom toprağı ile rekabet edebileceğini ve bu bağlamda yerel diatom topraklarının 900 ppm üzeri konsantrasyon uygulamalarıyla buğday üzerinde yeterli koruma sağlayabileceklerini bildirmişlerdir.

**Ertürk (2014)**, 3 farklı diatom toprağının (Protector<sup>®</sup>, Pyrisec<sup>®</sup> ve DEA-P) çeltik üzerinde *Tribolium castaneum* (Herbst), *R. dominica* ve *S. oryzae* ergin ve yeni nesil erginlerine karşı koruyucu etkinliğini belirlemek üzere farklı sıcaklık ve orantılı nem koşullarında bir çalışma yürütmüştür. 25 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşulunda Protector<sup>®</sup> ve Pyrisec<sup>®</sup> diatom topraklarının 1750 ppm konsantrasyon uygulamalarında 7.gün sonunda ve pirethrum ile zenginleştirilmiş DEA-P diatom toprağının 175 ppm konsantrasyon uygulamasında 21.gün sonunda *S. oryzae* erginleri üzerinde mutlak ölüm tespit ettiğini bildirmiştir. 25 °C sıcaklık, %60 ve %75 orantılı nem koşullarında 75 ppm konsantrasyonda DEA-P uygulamasının ve 25 °C sıcaklık, %75 orantılı nem koşullarında 250 ppm konsantrasyonda Protector<sup>®</sup> uygulamasının yeni nesil *S. oryzae* ergin gelişimini (F<sub>1</sub>) tamamen engellediğini bildirmiştir. Pyrisec<sup>®</sup> diatom toprağının ise ise 30 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşulunda 250 ppm konsantrasyon uygulamasında yeni nesil *S. oryzae* ergin gelişimini durdurduğunu gözlemiştir. Sonuç olarak test edilen 3 diatom toprağının da çeltik üzerinde zararlılara karşı mücadelede kullanılabileceğini belirtmiştir.

**Alagöz (2016)**, Türkiye'nin farklı bölgelerinden alınan 4 farklı diatom toprağı (AGN-1, ACN-1, FB2N-1 ve CCN-1) ve Silicosec® ticari diatom toprağının çeltik ve pirinç üzerinde *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı insektisidal etkinliklerini belirlemek üzere bir çalışma yapmıştır. 5 farklı dozda (100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm) 25±1 °C ve %55 nemde karanlık ortamda yürüttüğü denemelerde 7, 14 ve 21 gün sonunda her iki böcek için ölüm oranlarını ve akabinde 65 gün sonunda yeni nesil (F<sub>1</sub>) ergin sayılarını belirlemiştir. Çalışma sonucunda çeltik üzerinde *S. oryzae* erginlerine karşı 7.gün sonunda AGN-1 kodlu diatom toprağının 300 ppm konsantrasyonda %100 ölüm gerçekleştirdiğini, diğer diatom topraklarının ise 1500 ppm konsantrasyonlarda %1.4-97.7 arasında ölüm gerçekleştirdiğini tespit etmiştir. Silicosec® ticari diatom toprağının *S. oryzae* erginleri üzerinde 1500 ppm'de 14.günde %96.6 ve 21.günde %100 ölüm gerçekleştirdiğini tespit etmiştir. Çeltik üzerinde *T. confusum* erginlerine karşı Silicosec® ticari diatom toprağının 1500 ppm'de 7.gün sonunda %20, 14.gün sonunda yaklaşık %75 ve 21.gün sonunda %99 ölüm gerçekleştirdiğini tespit etmiştir. Pirinç üzerinde yürütülen denemelerde genellikle düşük ölüm etkisi belirlemiştir. *S. oryzae*'nin çeltik üzerinde AGN-1 kodlu diatom toprağı hariç diğer tüm diatom topraklarının ve pirinç üzerinde tüm diatom topraklarının yeni nesil ergin çıkışını baskılayamadığını, ancak kontrol gruplarına kıyasla dozlar arttıkça yeni nesil ergin çıkışlarında azalmalar olduğunu bildirmiştir.

**Athanassiou ve ark. (2016)**, Yunanistan (Elassona 1 ve Elassona 2) ve Romanya (PatRom ve AdRom) diatom yataklarından elde edilen 4 yerel diatom toprağı ile 2 ticari diatom toprağının (Silicosec® ve Pyrisec®) 4 farklı depo zararlısı erginlerine karşı etkinliğini değerlendirilmek üzere 2 ayrı biyolojik çalışma yürütmüşlerdir. İkinci çalışmada farklı sıcaklık (20 °C, 25 °C ve 30 °C) ve nem (%55 ve %75) koşullarında Elassona 1, PatRom ve Silicosec® ticari formülasyonunun buğday üzerinde 300, 600 ve 900 ppm dozlarda *S. oryzae* ve *R. dominica* erginlerine karşı etkinliğini belirlemek amacıyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarda erginlerin ölüm oranlarını 7, 14 ve 21 gün sonra belirlemiştir. Çalışma sonucunda *S. oryzae* erginlerinin uygulanan diatom topraklarına *R. dominica* erginlerinden daha hassas olduğunu belirterek, her iki zararlı için de yalnızca 900 ppm konsantrasyonda yüksek oranda ölüm gözlemişlerdir. 21.gün sonunda 30 °C ve %55 nem koşulunda *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranının %98'e ulaştığını tespit etmişlerdir. Elassona 1 yerel diatom toprağının %55 nem koşulunda 21.gün sonunda *S. oryzae* erginlerine karşı 20 °C, 25 °C ve 30 °C'de sırasıyla %58, 89 ve 94 ölüm gerçekleştirdiğini belirterek, sıcaklık artışının ve düşük nem koşullarının her iki böcek üzerinde de diatom topraklarının etkinliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan böcek türleri

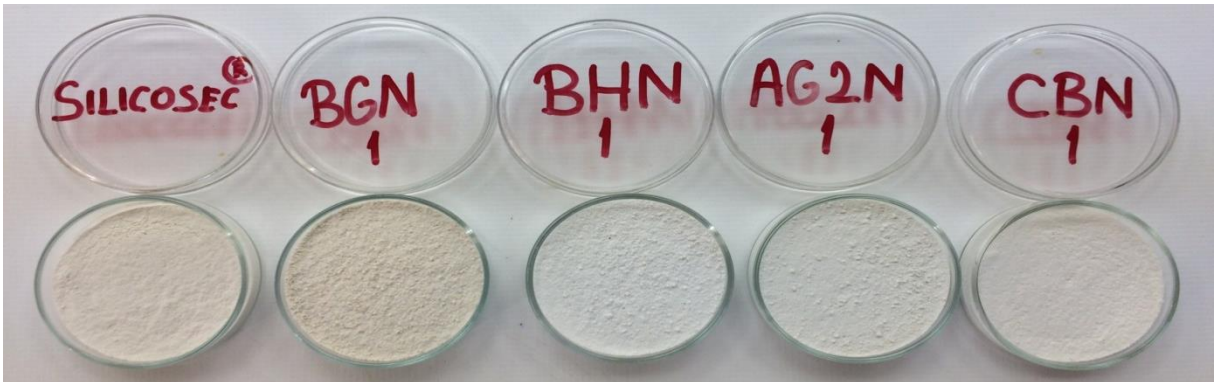
Biyolojik testlerde; depolanmış çeltik ve pirinçte önemli zararlara neden olan pirinç biti *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) ve kırma biti *Tribolium confusum* du Val. (Coleoptera: Tenebrionidae)'in <14 günlük erginleri kullanılmıştır. Kullanılan böcekler; Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Toksikoloji Laboratuvarı'nda bulunan stok kültürlerden elde edilmiştir. Uygulamalarda kullanılan böcekler Şekil 3.1'de verilmektedir.



Şekil 3.1. Biyolojik testlerde kullanılan ergin böcekler a-) *Sitophilus oryzae* b-) *Tribolium confusum*) (Anonim 2017a, 2017b)

##### 3.1.2. Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprakları

Biyolojik testlerde ticari diatom preparatı Silicosec® (Biofa AG-Almanya) ile BGN-1 (Kayseri), BHN-1 (Kayseri), AG2N-1 (Ankara) ve CBN-1 (Çankırı) kodlu Türk diatom toprakları kullanılmıştır. Testlerde kullanılan diatom toprakları Şekil 3.2'de verilmektedir.

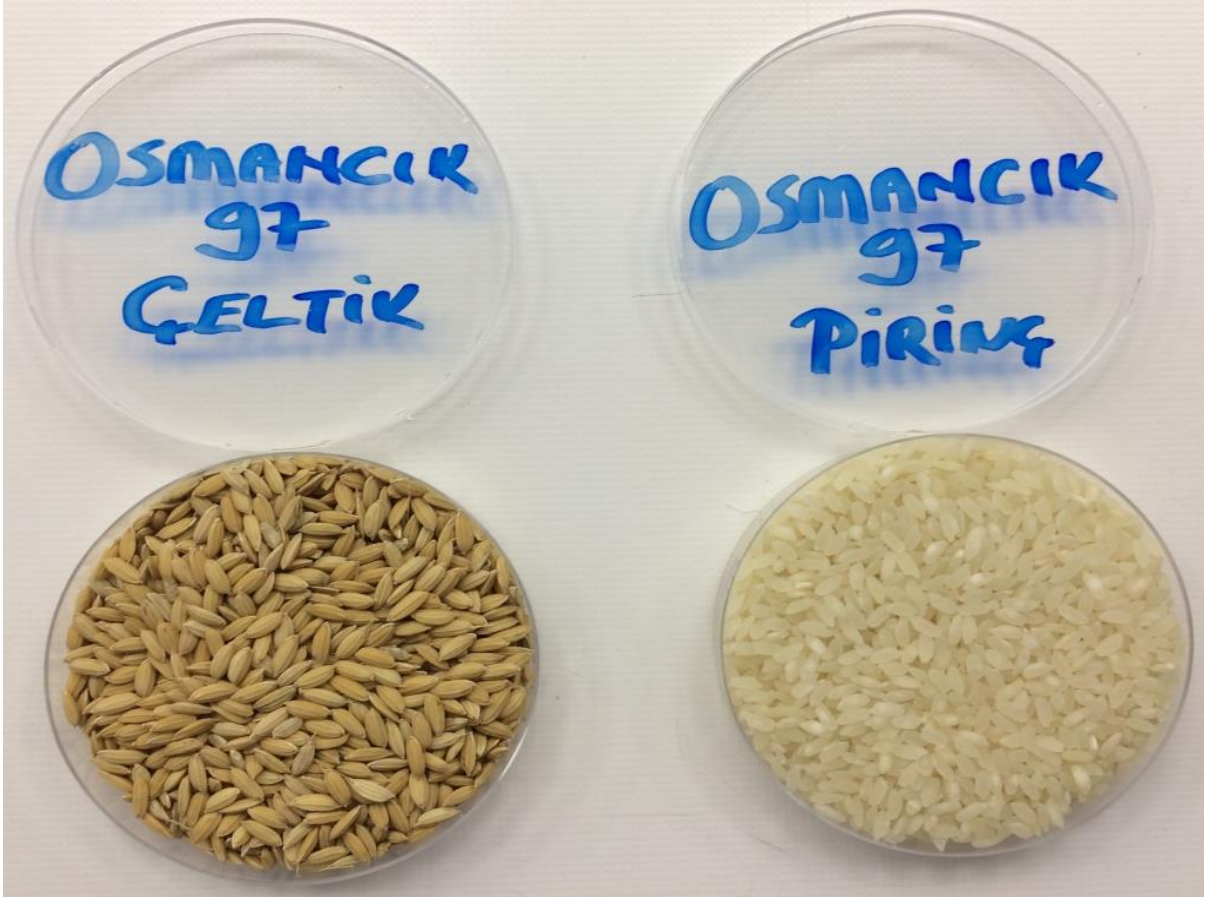


Şekil 3.2. Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprakları (Silicosec®, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1)

### 3.1.3. Biyolojik testlerde kullanılan çeltik ve pirinç

Biyolojik testlerde Osmancık-97 çeşidi çeltik (kavuzlu) ve pirinç (kavuzsuz) (*Oryza sativa* L.) kullanılmıştır. Çeltik ve pirinçler Edirne ili Uzunköprü ve İpsala ilçelerindeki üreticilerin depolarından temin edilmiştir. Uygulamalarda kullanılan çeltik ve pirinçler Şekil 3.3'de verilmektedir. KETT PM-650/A.B.D. model portatif nem tayin cihazı ile yapılan ölçümler sonucunda, testlerde kullanılan Osmancık-97 çeşidi çeltiğin nem içeriği  $14\pm 1$  ve Osmancık-97 çeşidi pirincin nem içeriği  $16\pm 1$  olarak belirlenmiştir.

Temin edilen çeltik ve pirinçler derin dondurucuda  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 7-10 gün süreyle bekletilerek, olası hastalık ve zararlı etmenlerinden arındırılmış ve denemelerde kullanılmak üzere steril hale getirilmiştir. Nem içeriğinin değişmemesi için ürünler derin dondurucuya poşetlenerek konulmuştur. Poşetlerden çıkartılan ürünlere eleme işlemi uygulanarak; sap, boş kavuz, ölü böcek vb. dış etmenler bertaraf edilmiştir. Steril çeltik ve pirinç ayrı ayrı büyük plastik damacanalara içerisinde aktararak, biyolojik testlerde kullanılmak üzere ağız kısmı hava almayacak şekilde kapatılmış ve laboratuvar ortamında depolanmıştır.



Şekil 3.3. Biyolojik testlerde kullanılan çeltik ve pirinç



## 3.2. Metot

### 3.2.1. Yerel diatom topraklarının elde edilmesi ve uygulamaya hazırlanması

Biyolojik testlerde kullanılan BGN-1 ve BHN-1 kodlu diatom toprakları Kayseri, AG2N-1 kodlu diatom toprağı Ankara ve CBN-1 kodlu diatom toprağı Çankırı illerinden temin edilmiştir. Bölgelerde yer alan diatom toprağı kaynağını temsil edecek şekilde rastgele 10 yarma yapılmıştır. Minimum 2 kg olacak şekilde oluk numuneler elde edilmiştir. Oluk numuneler sırasıyla kodlanarak laboratuvara taşınmıştır.

Numune diatom toprakları, fırın içerisinde  $100\pm 10$  °C'de 2 saat süreyle bekletilerek, bünyesindeki nem içeriğı %3-5 olana kadar kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutulan diatom toprakları laboratuvar değirmeninde (Mertler LB-160/Türkiye) öğütülerek, 100 mesh (149 µm) elek yardımıyla elenmiştir. Elek altında toplanan nemli parçacıklar havalandırmalı fırın içerisinde 40 °C'de 1 gün kadar kurutulmuştur. Böylece 149 µm ve daha küçük partikül boyutunda diatom toprakları, denemelerde uygulanmak üzere cam kavanozlara aktararak laboratuvar koşullarında saklanmıştır.

### 3.2.2. Diatom topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Biyolojik denemelerde kullanılan diatom topraklarına ait diatomit görüntüleri; Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde (NABİLTEM) bulunan Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) (FEI, QUANTA FEG 250/A.B.D.) yardımıyla kaydedilmiştir.

Diatom toprak numunelerinin partikül büyüklükleri Lazerli Tane İriliğı Dağılım cihazı kullanılarak saptanmıştır. SiO<sub>2</sub> oranı ise asitte çözme ve Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) yöntemiyle ölçülmüştür. Analizler Maden Teknik Arma Genel Müdürlüğü (MTA)'ne bağlı akredite olmuş analiz laboratuvarına yaptırılmıştır.

### 3.2.3. Çeltik ve pirinç üzerine diatom topraklarının yapışma oranlarının belirlenmesi

Diatom topraklarının yapışma oranları Korunic (1997)'in bildirdiğı protokole göre yapılmıştır. Biyolojik denemelerde kullanılan diatom toprakları (Silicosec<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1) için yapışma testleri 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Test edilecek olan çeltik (Nem: %14±1) ve pirinç (Nem: %16±1) 2 mm'lik elek (Retsch/Almanya) yardımıyla 1 dakika boyunca elenerek tamamen temizlenmiştir. Elenen çeltik ve pirinçten 500 g örnek 3 l hacimli cam kavanozlara aktarılmıştır. Her bir diatom toprağı 1000 ppm (0.5 g

DE/0.5 kg ürün) konsantrasyonda kavanozlara aktarılarak ağızları vidalı metal kapaklarla kapatılmıştır. 1 dakika boyunca elle çalkalandıktan sonra diatom toprağı uygulaması yapılan çeltik ve pirinçler, 25 mesh (0.710 mm) ve 70 mesh (0.212 mm)' lik eleklerle (Retsch/Almanya) 1 dakika boyunca elenmiştir. Elek toplama haznesinde biriken diatom toprakları hassas terazide tartılarak çıkan değerler kaydedilmiştir.

Ürünlere atılan toplam diaotom toprağı ile kaydedilen değerler arasındaki fark hesaplanarak, aşağıda yer alan formülasyon yardımıyla yapışma oranları yüzde olarak belirlenmiştir.

$$\text{Yapışma oranı} = \left( \frac{A-B}{A} \right) \times 100$$

A: Ürünlere uygulanan toplam diatom toprağı miktarı (g), B: Toplama haznesinde biriken diatom toprağı miktarı (g)

#### **3.2.4. *Sitophilus oryzae* erginlerinin yetiştirilmesi**

*S. oryzae* kültürü için besi ortamı olarak buğday kullanılmıştır. Buğday kullanılmadan önce -20 °C'de 7-10 gün bekletilip sonrasında kabaca elenerek, olası bulaşık depo hastalık ve zararlı etmenlerinden bertaraf edilmiştir. Steril buğdaylar büyük plastik damacanalarda içerisinde ağız kısmı sıkıca kapalı halde depolanmıştır. Stok kültürler 2 mm'lik elek ile elenerek, böcekler ayrı bir kavanozda toplanmıştır. Yeni kültürler için 1 l hacimli cam kavanozlara 250-300 g steril buğday eklenmiş ve diğer kavanoz içerisinde 250-300 adet karışık cinsiyette ergin böcek salınarak, kavanozların ağızları hava giriş-çıkışı sağlayacak metal elek teli ile modifiye edilmiş kapaklarla sıkıca kapatılmıştır.

Böcekli buğday kavanozları 26±1 °C, %65±5 nispi nem ve ışıksız ortamda 7 gün bekletilerek, erginlerin çiftleşmesi sağlanmıştır. 7.gün sonunda böcek bulaşık buğdaylar elenerek, yeni nesil ergin çıkışı için böcek dolabına kaldırılmıştır. Ayrılan böcekler ise yeni buğdaylı kavanozlara tekrardan aktarılarak, kültür devamlılığı çalışma süresi boyunca bu şekilde sağlanmıştır. Hazırlanan kültür kavanozlarında, 35-45 gün sonra yeni nesil ergin çıkışları gözlenmiştir. Denemelerde <14 günlük ergin böcekler kullanılmıştır.

#### **3.2.5. *Tribolium confusum* erginlerinin yetiştirilmesi**

*T. confusum* kültürü için besi ortamı olarak un ve kuru maya karışımı kullanılmıştır. Un kullanılmadan önce -20 °C'de 7-10 gün bekletilerek, olası bulaşık depo hastalık ve zararlı etmenlerinden bertaraf edilmiştir. Steril un büyük plastik damacanalarda içerisinde ağız kısmı

sıkıca kapalı halde depolanmıştır. Stok kültürler 25 mesh' lik (0.710 mm) elek ile elenerek, böcekler ayrı bir kavanozda toplanmıştır. Yeni kültürler için 1 l hacimli cam kavanozlara 250-300 g steril un ve %5 kuru maya eklenmiş ve diğer kavanoz içerisinden 250-300 adet karışık cinsiyette ergin böcek salınarak, kavanozların ağızları hava giriş-çıkışı sağlayacak tülle sıkıca kapatılmıştır.

Böcekli un-maya karışımı dolu kavanozlar  $26 \pm 1$  °C,  $65 \pm 5$  nispi nem ve ışısız ortamda 7 gün bekletilerek, erginlerin çiftleşmesi sağlanmıştır. 7.gün sonunda böceklerle bulaşık un-maya karışımı elenerek, yeni nesil ergin çıkışı için böcek dolabına kaldırılmıştır. Ayrılan böcekler ise yeni un-maya karışımı eklenmiş kavanozlara tekrardan aktararak, kültür devamlılığı çalışma süresi boyunca bu şekilde sağlanmıştır. Hazırlanan kültür kavanozlarında, 35-45 gün sonra yeni nesil erginler gözlenmiştir. Denemelerde <14 günlük ergin böcekler kullanılmıştır.

### 3.2.6. Biyolojik testler ve deneme yöntemi

Denemelerde kullanılan çeltikler ve pirinçler, SWAN-SF-550/Çin marka dijital terazi yardımıyla 500'er g tartılarak, 3 l hacimli cam kavanozlara aktarılmıştır. Biyolojik testlerde kullanılan her bir diatom toprağı RADWAG-WTB/Polonya marka hassas terazide 0.050, 0.150, 0.250, 0.450 ve 0.750 g (100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm ) olacak şekilde tartılarak, cam kavanoz içerisindeki ürünlerin üzerine eklenmiştir. Daha sonra bu kavanozların ağızları metal kapaklarla kapatılıp, diatom toprağının ürünlerin üzerine eşit ve dengeli bir şekilde yapışması için 3 dakika boyunca elle çalkalanmıştır. Çeltik ve pirinç denemelerinde her bir diatom toprağı ve uygulama dozu etkinlik değerlendirmesi için diatom toprağı uygulanmamış kontrol grupları oluşturulmuştur. 500 g'lık ürün Sinbo marka mutfak terazisi yardımıyla 50'şer g tartılarak, 100 ml'lik cam şişelere aktarılmıştır. Denemeler bu sayede çeltik ve pirinç için tesadüf parselleri deneme desenine göre 5'er tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her bir cam şişe içerisine stok kültürlerden elde edilen <14 günlük 20'şer adet karışık cinsiyette ergin *S. oryzae* ve *T. confusum* salınmış ve şişelerin ağızları hava giriş-çıkışını sağlayan tülle lastiklenerek sıkıca kapatılmıştır. Şişeler gruplar halinde sıralı bir şekilde  $25 \pm 1$  °C sıcaklık ve  $55 \pm 5$  nispi neme ayarlanmış Jeotest marka iklimlendirme dolabında bekletilmiştir.

7, 14 ve 21.gün sonunda deneme şişelerinde canlı-ölü böcek sayımları yapılmıştır. 21.gün sayımı bittikten sonra tüm böcekler dışarı alınmıştır.  $26 \pm 1$  °C sıcaklık ve  $65 \pm 5$  nispi nem koşuluna sahip 80 l hacimli ve kapaklı plastik saklama kabında, karanlık ortamda 65 gün tutulmuştur. Ortam neminin stabil kalması için Sodyum Bromür (94.32g NaBr/100 ml

su) çözeltileri kullanılarak nem odacıkları oluşturulmuştur (Greenspan 1976). 65 gün sonunda şişelerde tekrar sayım yapılarak, *S. oryzae* ve *T. confusum*' un yeni nesil ergin sayısı saptanmıştır.

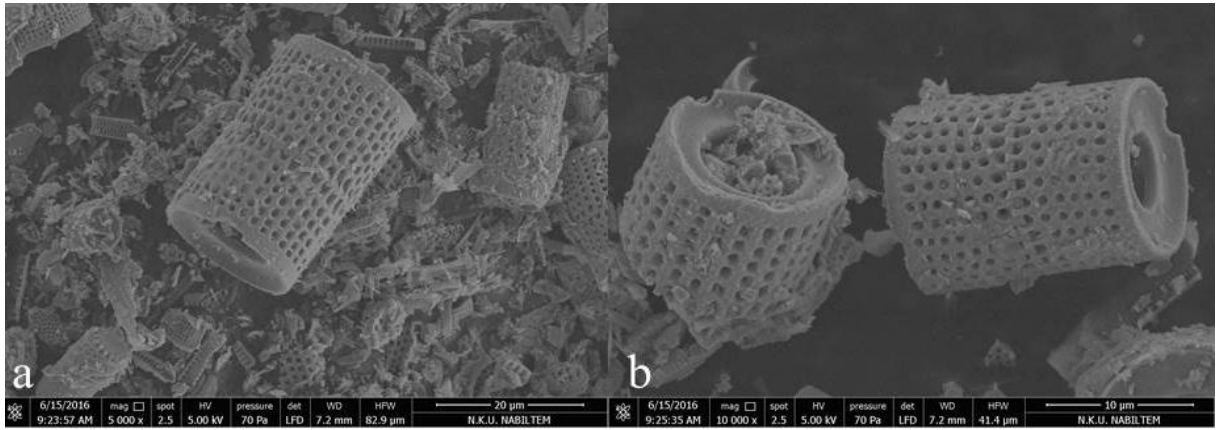
### **3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler**

Denemeler 7, 14 ve 21. gün sayımlarında ölü bulunan ve 65.gün sayımlarında yeni nesil ergin ( $F_1$ ) çıkışı sağlayan canlı birey sayıları EXCEL programında tablolar halinde kaydedilmiştir. 7, 14 ve 21. gün sayımlarında belirlenen ölüm oranları, kontrol sayımlarında gözlenen ölüm oranları baz alınarak, Abbott'un düzeltme formülü (Abbott 1925) yardımıyla düzeltilmiştir. Ayrıca düzeltilen ölüm oranlarına Arcsin transformasyonu uygulanarak, çıkan değerler SPSS 15.0 Evaluation Version istatistik programında çift yönlü ( Faktörler; Diatom toprağı çeşiti ve Konsantrasyon) varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. 65.gün sayımlarında belirlenen yeni nesil ( $F_1$ ) birey sayılarında herhangi bir düzeltme yapılmadan varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ölüm oranlarına ve yeni nesil ergin birey sayılarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Duncan testi kullanılarak hesaplanmıştır.

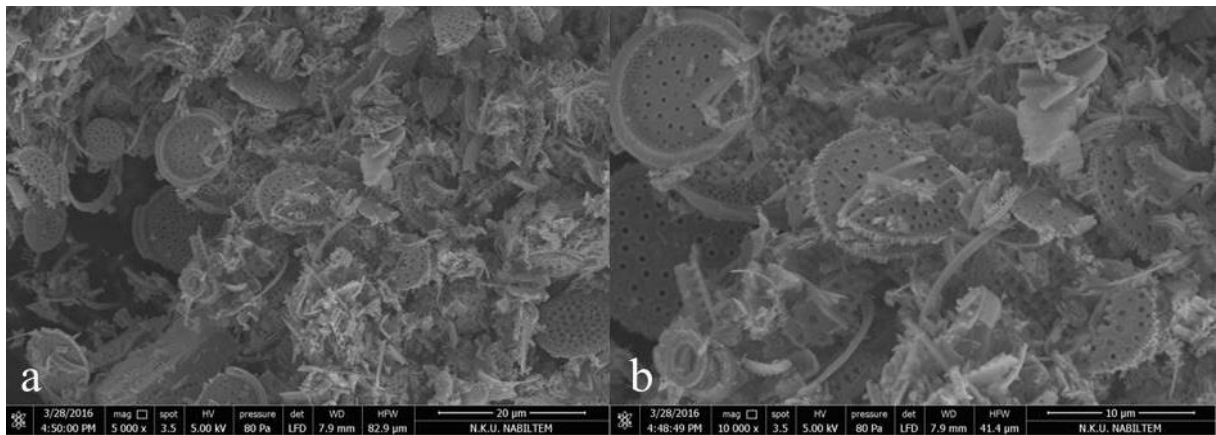
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Diatom topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

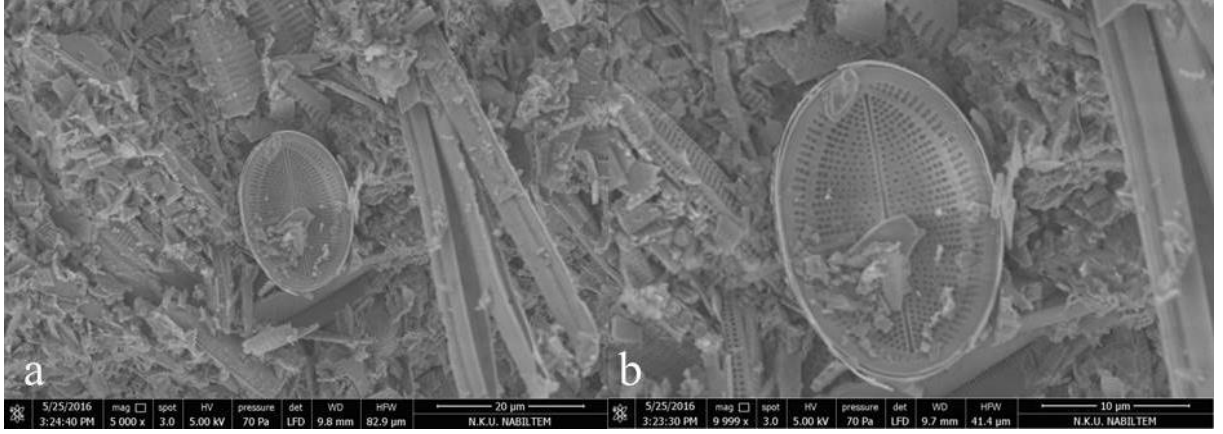
Biyolojik denemelerde testlenen Silicosec<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1 kodlu diatom topraklarını meydana getiren diatomit parçacıklarının 5000x ve 10000x kat büyütülmüş Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri aşağıda sırasıyla verilmektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4). Silicosec<sup>®</sup> diatomitlerinin silindirik, BGN-1 kodlu diatomitlerin yuvarlak, BHN-1 kodlu diatomitlerin oval ve CBN-1 kodlu diatomitlerin üçgenimsi şekillere sahip olduğu görülmektedir. Şekillerdeki farklılıklardan, testlenen diatomların rezervlerinin farklı cins veya tür diatomitlerden oluştuğu anlaşılmaktadır. 4 diatom toprağı dışında yalnızca AG2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağı görüntülerinde seçici diatomit şekilleri tespit edilememiştir.



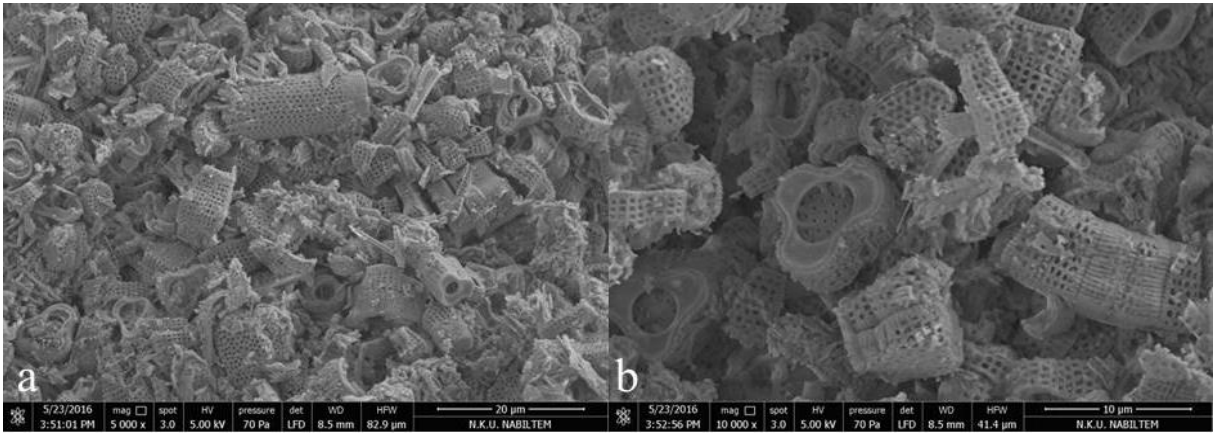
Şekil 4.1. Silicosec<sup>®</sup> (Almanya) ticari diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



Şekil 4.2. BGN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



**Şekil 4.3.** BHN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



**Şekil 4.4.** CBN-1 (Çankırı) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme

Biyolojik denemelerde testlenen Silicosec<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1 kodlu diatom toprak numuneleri, partikül çaplarının ve ihtiva ettiği SiO<sub>2</sub> oranlarının belirlenebilmesi için MTA laboratuvarında analiz ettirilmiş ve analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmektedir.

**Çizelge 4.1.** Biyolojik denemelerde kullanılan diatom topraklarının analiz sonuçları

Diatom Toprağı Kodu	Medyan Partikül Büyüklüğü** (µm)	SiO <sub>2</sub> Oranı (%)	Renk
Silicosec <sup>®</sup> *	12.515	85.70	Sarımtırak-beyaz
BGN-1*	12.980	83.20	Krem-beyaz
BHN-1*	20.059	91.40	Beyaz
AG2N-1*	12.319	20.90	Beyaz
CBN-1*	13.096	80.75	Beyaz

\*Kodları verilen diatom topraklarının analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’ne ait Analiz Laboratuvarı tarafından yapılmıştır. \*\*Hacimsel kümülatif partikül büyüklüğü dağılımında toplam partikül hacminin %50’sine denk gelen medyan değeridir.

Çizelge 4.1 verileri incelenecek olursa, biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının partikül çapları BHN-1 kodlu diatom toprağı hariç (20.059 µm) 12-13 µm arasında olduğu gözlenmektedir. Testlenen diatom topraklarının SiO<sub>2</sub> oranları incelendiğinde, oldukça değişken değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. AG2N-1 kodlu diatom toprağı %21 oranıyla en düşük, BHN-1 kodlu diatom toprağı ise %91 oranıyla en yüksek SiO<sub>2</sub> ihtiva eden diatom toprakları olarak tespit edilmiştir. Diğer diatom topraklarının SiO<sub>2</sub> oranları %81-86 arasında değişim göstermektedir. Testlenen diatom topraklarının renkleri ise beyaz veya beyazın tonları arasına değişim göstermektedir.

#### 4.2. Çeltik ve pirinç üzerine diatom topraklarının yapışma oranları

Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının çeltik ve pirinç üzerinde yapışma testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmektedir.

**Çizelge 4.2.** Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının, çeltik ve pirinç üzerinde yapışma oranları

Diatom Toprağı	% Yapışma ± S. Hata	
	Çeltik	Pirinç
Silicosec®	97.4±0.59	97.8±0.17
BGN-1	97.6±0.87	97.6±0.22
BHN-1	95.6±1.42	94.8±1.10
AG2N-1	96.0±0.47	97.4±0.09
CBN-1	96.2±0.32	96.8±0.05

Çizelge 4.2 incelendiğinde, çeltik ve pirinç üzerine diatom topraklarının yapışma oranlarının %95-98 aralığında birbirine yakın değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.3. Çeltik üzerinde *Sitophilus oryzae* ile yürütülen biyolojik testler

##### 4.3.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.3’te verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=85.450$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=105.543$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksyonun ise ( $F_{16,100}=12.548$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.3.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	66.3±3.8* Ab	0.7±0.7 Ad	78.1±6.5 Aab	9±1.9 Ac	89.1±5.7 Aa	F <sub>4,20</sub> =52.776 P<0.0001
900 ppm	40.8±5.3 Bb	0.7±0.7 Ac	36.5±3.5 Bb	7±3.7 Ac	68.5±5.3 Ba	F <sub>4,20</sub> =40.824 P<0.0001
500 ppm	13.2±3.6 Cb	0.7±0.7 Ac	6.0±3.4 Cbc	0±0 Bc	39.1±8.7 Ca	F <sub>4,20</sub> =16.173 P<0.0001
300 ppm	2.2±1.6 Db	0.7±0.7 Ab	0.4±0.3 Cb	0±0 Bb	11.5±5.2 Da	F <sub>4,20</sub> =4.010 P=0.015
100 ppm	2.8±1.5 Da	0.7±0.7 Aa	3.8±2.2 Ca	0±0 Ba	2±1.5 Da	F <sub>4,20</sub> =1.291 P=0.307
Kontrol	2±1.2	0±0	4±2.9	0±0	8±2.5	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =46.931 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =0 P=1	F <sub>4,20</sub> =39.099 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =10.698 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =32.890 P<0.0001	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.3 dikey olarak incelendiğinde; BGN-1 kodlu diatom toprağı dışında (F<sub>4,20</sub>=0, P=1) diğer tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Silicosec®, BHN-1 ve CBN-1 kodlu diatom toprağı uygulamaları ve doz artışına bağlı olarak gözlenen ölüm oranları incelendiğinde özellikle 300 ppm konsantrasyondan sonra ciddi şekilde artışlar tespit edilmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağının 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlardaki ölüm oranlarının 300 ve 500 ppm konsantrasyonlardaki ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür. Silicosec®, BHN-1 ve CBN-1 diatom topraklarında en yüksek ölüm oranları 1500 ppm konsantrasyonda tespit edilmiştir. BGN-1 ve AG2N-1 kodlu diatom topraklarının konsantrasyon artışına bağlı olarak ölüm oranları incelendiğinde, etki bakımından büyük bir artış gözlenememiş ve genel anlamda düşük etkiye sahip oldukları saptanmıştır.

Çeltik üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.3 yatay olarak incelendiğinde; 100 ppm konsantrasyon hariç (F<sub>4,20</sub>=1.291, P=0.307) diğer bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *S. oryzae* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar olduğu saptanmıştır. 7.gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan CBN-1 kodlu diatom toprağı %89 ölüm oranıyla, testlenen diatom toprakları



içerisinde kısa sürede en yüksek etkiye sahip diatom toprağı olarak tespit edilmiştir. 900 ppm konsantrasyon uygulamasında Silicosec® ticari diatom toprağı %41, BHN-1 kodlu diatom toprağı %37 oranında ölüm gerçekleştirirken, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında Silicosec® ticari diatom toprağı %66, BHN-1 kodlu diatom toprağı ise % 78 oranında ölüm gerçekleştirmiştir. Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1500 ppm konsantrasyonda gözlenmiş, ancak %100 ölüme rastlanmamıştır. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *S. oryzae* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru CBN-1 > BHN-1 > Silicosec® > AG2N-1 > BGN-1 olarak belirlenmiştir.

#### 4.3.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde testlen edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 14.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.4’de verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=258.665$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=300.533$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=17.636$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.4.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	100±0* Aa	13.4±2.3 Ab	100±0 Aa	93±5.8 Aa	100±0 Aa	$F_{4,20}=95.864$ $P<0.0001$
900 ppm	99±1 Aa	4.7±0.8 Bc	97.9±1.3 Aa	84±6.8 Ab	97.8±1.3 Aa	$F_{4,20}=71.569$ $P<0.0001$
500 ppm	78.1±4.5 Bb	1.3±0.8 BCd	75±3.8 Bb	19±5.8 Bc	97.8±2.2 Aa	$F_{4,20}=84.501$ $P<0.0001$
300 ppm	35.4±2.1 Cc	1.3±0.8 BCd	56.3±6.9 Cb	5±2.2 Cd	80.2±4.8 Ba	$F_{4,20}=56.311$ $P<0.0001$
100 ppm	8.3±2.1 Dab	0.7±0.7 Ccd	6±3.3 Dbc	0±0 Cd	17.6±3.9 Ca	$F_{4,20}=10.937$ $P<0.0001$
Kontrol	4±1.9	0±0	4±2.9	0±0	9±3.3	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=201.175$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=8.643$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=89.735$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=54.398$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=81.886$ $P<0.0001$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.4 dikey olarak incelendiğinde; bütün diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağı 300 ppm konsantrasyonda %80 oranında ölüm gerçekleştirmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağı 500 ve 900 ppm konsantrasyon uygulamalarında %98 oranında ölüm gerçekleştirirken, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında ölüm oranı %100'e ulaşmış olup, bu üç konsantrasyon arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. Silicosec® ticari diatom toprağı 500 ppm konsantrasyonda %78 oranında ölüm gerçekleştirmiştir. Silicosec® ticari diatom toprağı ayrıca 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında sırasıyla %99 ve %100 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan iki konsantrasyon arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik saptanmıştır. BHN-1 kodlu diatom toprağı 500 ppm konsantrasyonda %75 ölüm gerçekleştirmiştir. BHN-1 kodlu diatom toprağı ayrıca 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında sırasıyla %98 ve %100 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan iki konsantrasyon arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik saptanmıştır. Silicosec® ve BHN-1 kodlu diatom toprakları özellikle 500, 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında etki bakımından benzer ölüm oranları gerçekleştirmiştir. AG2N-1 kodlu diatom toprağı 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında sırasıyla %84 ve %93 oranında ölüm gerçekleştirerek, uygulanan iki konsantrasyon arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik saptanmıştır. BGN-1 kodlu diatom toprağının ölüm oranları incelendiğinde, konsantrasyon artışına bağlı olarak etki bakımından büyük bir artış gözlenememiş ve genel anlamda düşük etkiye sahip oldukları saptanmıştır.

Çeltik üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.4 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan Silicosec®, BHN-1 ve CBN-1 kodlu diatom toprakları %100, AG2N-1 kodlu diatom toprağı ise %93 ölüm gerçekleştirirken, uygulanan diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. BGN-1 kodlu diatom toprağı ise düşük etkiye sahip olmuştur. 900 ppm konsantrasyon uygulamalarında Silicosec® ticari diatom toprağı %99, CBN-1 ve BHN-1 kodlu diatom toprakları ise %98 ölüm oranına sahip olurken, uygulanan diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik saptanmıştır. CBN-1 kodlu diatom toprağı 300 ve 500 ppm konsantrasyon

uygulamalarında sırasıyla %80 ve %98 oranında ölüm gerçekleştirerek, uygulanan diğer diatom topraklarına kıyasla daha düşük konsantrasyon uygulamalarında oldukça yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *S. oryzae* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru CBN-1 = Silicosec® = BHN-1 > AG2N-1 > BGN-1 olarak belirlenmiştir.

#### 4.3.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde testlenen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 21.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.5'te verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=234.810$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=254.701$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ( $F_{16,100}=15.528$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.5.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	100±0* Aa	77.9±2.4 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{4,20}=131.543$ $P<0.0001$
900 ppm	100±0 Aa	39.1±7 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{4,20}=153.625$ $P<0.0001$
500 ppm	98.9±1.1 Aa	5.6±2.6 Cc	96.7±2.2 ABa	83±7 Bb	100±0 Aa	$F_{4,20}=69.756$ $P<0.0001$
300 ppm	84±5 Bb	1.2±0.8 Cd	93.5±3.2 Bab	49±8.6 Cc	97.7±1.4 Aa	$F_{4,20}=53.440$ $P<0.0001$
100 ppm	20.2±4.8 Cc	1.8±1.5 Cd	39.1±6.3 Cb	1±1 Dd	64.4±8 Ba	$F_{4,20}=30.880$ $P<0.0001$
Kontrol	6±2.4	2.6±1.2	8±3.4	0±0	13±3.4	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=68.577$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=78.769$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=42.374$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=86.308$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=27.359$ $P<0.0001$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.5 dikey olarak incelendiğinde; bütün diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağının 300 ppm konsantrasyon uygulamasında %98, 500 ppm ve üzeri konsantrasyon uygulamalarında ise

%100 ölüm gerçekleşmiştir. Silicosec® ticari diatom toprağının 300 ppm konsantrasyon uygulamasında %84 ölüm saptanmıştır. Silicosec® ticari diatom toprağının ayrıca 500 ppm konsantrasyon uygulamasında %99 ölüm oranı elde edilirken, 900 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise %100 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan konsantrasyonlar arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. BHN-1 kodlu diatom toprağı 300 ppm konsantrasyon uygulamasında %94 ve 500 ppm konsantrasyon uygulamasında %97 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan konsantrasyonlar arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. Ayrıca BHN-1 kodlu diatom toprağında 900 ppm konsantrasyonda %100 ölüm oranı elde edilmiştir. BGN-1 kodlu diatom toprağının uygulama konsantrasyonu 500 ppm'den 1500 ppm'e çıkartıldığında etkinliğini 13 kat artırarak ölüm oranını %6'dan %78'e yükselttiği belirlenmiştir.

Çeltik üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.5 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. 1500 ve 900 ppm konsantrasyon uygulamalarında Silicosec®, CBN-1, AG2N-1 ve BHN-1 ve kodlu diatom topraklarında %100 ölüm saptanmıştır. 500 ppm konsantrasyon uygulamalarında CBN-1, Silicosec® ve BHN-1 kodlu diatom toprakları sırasıyla %100, 99 ve 97 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. 300 ppm konsantrasyon uygulamalarında CBN-1 ve BHN-1 kodlu diatom toprakları sırasıyla %98 ve %94 ölüm gerçekleştirerek, iki diatom toprağı arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *S. oryzae* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması CBN-1 = Silicosec® = BHN-1 = AG2N-1 > BGN-1 olarak belirlenmiştir.

#### **4.3.4. Biyolojik testlerden elde edilen *Sitophilus oryzae*'nin yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı**

Çeltik üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 65.gün sonunda gözlenen yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayıları Çizelge 4.6'da verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin (F<sub>4,120</sub>=100.911, P<0.0001) ve uygulama konsantrasyonlarının (F<sub>5,120</sub>=37.016, P<0.0001) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise (F<sub>20,120</sub>=2.444, P=0.002) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.6.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin 65.gün sonunda gözlenen yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı

Yeni Nesil Ergin Sayısı (Adet)						
Konsantrasyon	Ortalama ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	32±3.67* Bb	62.6±2.73 Ba	5.4±0.81 Cc	21.6±5.92 Cb	8.2±3.44 Bc	F <sub>4,20</sub> =38.969 P<0.0001
900 ppm	31.2±6.62 Bb	60.2±2.15 Ba	20.6±3.4 Bb	28±7.57 BCb	15±5.39 Bb	F <sub>4,20</sub> =10.471 P<0.0001
500 ppm	35.4±5.12 Bb	82.8±5.7 Aa	38±6.69 Ab	43.8±2.75 ABb	19.8±5.11 Bc	F <sub>4,20</sub> =20.071 P<0.0001
300 ppm	41.2±3.87 Bbc	80.8±5.54 Aa	30.6±3.19 ABcd	43±3.03 ABb	24.2±3.12 Bd	F <sub>4,20</sub> =32.339 P<0.0001
100 ppm	74.6±7.06 Aa	91.4±8.45 Aa	37.4±4.38 Ab	38.4±3.33 BCb	50.4±7.82 Ab	F <sub>4,20</sub> =13.267 P<0.0001
Kontrol	71±2.9 Ab	88.4±4.2 Aa	33.4±3.3 Ad	56.4±7.78 Abc	48.4±5.3 Ac	F <sub>4,20</sub> =17.752 P<0.0001
F ve P Değeri	F <sub>5,24</sub> =15.143 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =6.369 P=0.001	F <sub>5,24</sub> =9.747 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =5.08 P=0.003	F <sub>5,24</sub> =11.281 P<0.0001	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 65 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.6 dikey olarak incelendiğinde; bütün diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak yeni nesil *S. oryzae* ergin çıkışlarında azalmalar tespit edilmiş ve bu azalmalar arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Uygulanan diatom topraklarının bütün konsantrasyonlarında yeni nesil ergin çıkışına rastlanmıştır. CBN-1 ve BHN-1 kodlu diatom toprakları yeni nesil ergin çıkışını tamamen engelleyemese de 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında oldukça az sayıda çıkış gözlenmiştir (CBN-1: 8 adet, BHN-1: 5 adet yeni nesil ergin).

Çeltik üzerinde 65 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.6 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında yeni nesil *S. oryzae* ergin çıkışlarında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyonda BHN-1 ve CBN-1 kodlu diatom toprağı uygulamalarında sırasıyla 5 ve 8 adet, AG2N-1 ve Silicosec® ticari diatom toprağı uygulamalarında sırasıyla 21 ve 32 adet yeni nesil ergin çıkışına rastlanmıştır. 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek yeni nesil ergin çıkışı BGN-1 kodlu diatom toprağı uygulamasında 63 adet olarak tespit edilmiştir.

#### 4.4. Pirinç Üzerinde *Sitophilus oryzae* ile Yürütülen Biyolojik Testler

##### 4.4.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Pirinç üzerinde test edilen bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 7.gündeki ölüm oranları Çizelge 4.7’de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=3.533$ ,  $P=0.01$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=0.867$ ,  $P=0.487$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olmadığı ve bu iki faktörün arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=0.450$ ,  $P=0.964$ ) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.7.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) $\pm$ S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	2 $\pm$ 1.22* Aa	0 $\pm$ 0 Aa	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =1.6 P=0.213
900 ppm	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =0.75 P=0.570
500 ppm	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =0 P=0
300 ppm	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =1 P=0.431
100 ppm	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =0.75 P=0.570
Kontrol	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 1	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =0.556 P=0.697	F <sub>4,20</sub> =0 P=0	F <sub>4,20</sub> =0.5 P=0.736	F <sub>4,20</sub> =0 P=0	F <sub>4,20</sub> =0 P=0	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.7 genel olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede bir artışa rastlanmamıştır. Tüm diatom toprağı uygulamalarında oldukça düşük ölüm oranları elde edilerek, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında en yüksek etki Silicosec® ticari diatom toprağında %2 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.4.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Pirinç üzerinde test edilen bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 14.gündeki ölüm oranları Çizelge 4.8’de verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=1.262$ ,  $P=0.29$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=2.315$ ,  $P=0.063$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olmadığı ve bu iki faktörün arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=0.586$ ,  $P=0.888$ ) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.8.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) $\pm$ S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	2 $\pm$ 1.22* Aa	0.81 $\pm$ 0.81 Aa	0.81 $\pm$ 0.81 Aa	1 $\pm$ 1 Aa	1 $\pm$ 1 Aa	F <sub>4,20</sub> =0.219 P=0.925
900 ppm	1 $\pm$ 1 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0.81 $\pm$ 0.81 Aa	2 $\pm$ 1.22 Aa	1 $\pm$ 1 Aa	F <sub>4,20</sub> =0.583 P=0.678
500 ppm	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =0 P=0
300 ppm	2 $\pm$ 2 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	F <sub>4,20</sub> =1 P=0.431
100 ppm	2 $\pm$ 1.22 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	1.62 $\pm$ 0.99 Aa	0 $\pm$ 0 Aa	2 $\pm$ 1.22 Aa	F <sub>4,20</sub> =1.338 P=0.290
Kontrol	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 1	1 $\pm$ 1	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =0.575 P=0.684	F <sub>4,20</sub> =1 P=0.431	F <sub>4,20</sub> =1 P=0.431	F <sub>4,20</sub> =1.6 P=0.213	F <sub>4,20</sub> =1 P=0.431	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.8 genel olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklara rastlanmamıştır. 14.gün sonunda da tüm diatom toprağı uygulamalarında düşük ölüm etkisi devam etmiştir.

#### 4.4.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Pirinç üzerinde ele alınan bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 21.gündeki ölüm oranları Çizelge 4.9’da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitleri ( $F_{4,100}=2.163$ ,

P=0.079) etki bakımından kıyaslandığında gözlenen farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=17.97$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktörün arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=2.09$ ,  $P=0.014$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.9.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) $\pm$ S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	1.62 $\pm$ 0.99* Ac	10.1 $\pm$ 2.47 Aab	17.17 $\pm$ 4.68 Aa	5 $\pm$ 2.74 Abc	10.3 $\pm$ 3.90 Aabc	F <sub>4,20</sub> =3.782 P=0.019
900 ppm	1.62 $\pm$ 0.99 Aa	4.44 $\pm$ 2.04 Ba	1.62 $\pm$ 0.99 Ba	3 $\pm$ 1.22 Aa	0.81 $\pm$ 0.81 Ba	F <sub>4,20</sub> =0.824 P=0.526
500 ppm	0 $\pm$ 1.06 Ab	0 $\pm$ 0 Cb	0 $\pm$ 0 Bb	0 $\pm$ 0 Bb	1.62 $\pm$ 0.99 Ba	F <sub>4,20</sub> =2.667 P=0.062
300 ppm	1.82 $\pm$ 1.82 Aa	0 $\pm$ 0 Ca	2.63 $\pm$ 1.80 Ba	0 $\pm$ 0 Ba	2.63 $\pm$ 1.80 Ba	F <sub>4,20</sub> =1.082 P=0.392
100 ppm	2.63 $\pm$ 1.80 Aa	0 $\pm$ 0 Ca	1.62 $\pm$ 0.99 Ba	0 $\pm$ 0 Ba	1.62 $\pm$ 0.99 Ba	F <sub>4,20</sub> =1.317 P=0.298
Kontrol	1 $\pm$ 1	1 $\pm$ 1	1 $\pm$ 1	0 $\pm$ 0	1 $\pm$ 1	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =0.595 P=0.671	F <sub>4,20</sub> =15.659 P<0.000	F <sub>4,20</sub> =9.176 P<0.000	F <sub>4,20</sub> =4.031 P=0.015	F <sub>4,20</sub> =2.524 P=0.073	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.9 dikey olarak incelendiğinde; BGN-1, BHN-1 ve AG2N-1 kodlu diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. BGN-1 kodlu diatom toprağının 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamaları kıyaslandığında, etkinliğini 2.5 kat arttırarak, ölüm oranını %4'den %10'a yükselttiği tespit edilmiştir.

Pirinç üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.9 yatay olarak incelendiğinde; 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *S. oryzae* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan BHN-1, CBN-1 ve BGN-1 kodlu diatom toprakları %10-17 arası ölüm etkisi gerçekleştirerek, uygulanan diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik saptanmıştır. Ancak, tüm diatom uygulamalarında *S. oryzae* erginleri üzerindeki etkinliğin oldukça düşük seviyelerde kaldığı görülmüştür.



#### 4.4.4. Biyolojik testlerden elde edilen *Sitophilus oryzae*'nin yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı

Pirinç üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 65.gün sonunda gözlenen yeni nesil ergin sayıları (F<sub>1</sub> birey sayısı) Çizelge 4.10'da verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin (F<sub>4,100</sub>=21.732, P<0.0001) ve uygulama konsantrasyonlarının (F<sub>4,100</sub>=21.921, P<0.0001) yeni nesil ergin verimleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise (F<sub>16,100</sub>=0.704, P=0.816) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.10.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Sitophilus oryzae* erginlerinin 65.gün sonunda gözlenen ortalama yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı

Konsantrasyon	Yeni Nesil Ergin Sayısı (Adet)					F ve P Değeri
	Ortalama ± S. Hata					
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	11.4±2.4* Bd	46.8±2.92 Cb	64.2±5.60 Ba	37±3.83 Cbc	35±3 Bc	F <sub>4,20</sub> =26.636 P<0.0001
900 ppm	22±4.29 Bb	60.8±4.81 Ca	66.8±10.04 Ba	55.8±5.71 BCa	63±6.43 ABa	F <sub>4,20</sub> =7.618 P=0.001
500 ppm	21±3.94 Bb	74±9.42 BCa	62.4±11.62 Ba	57.2±3.53 BCa	77.8±7 Aa	F <sub>4,20</sub> =8.459 P<0.0001
300 ppm	42.2±8.47 Ab	96.6±15.34 ABa	88±10.19 ABa	91.6±12.51 Aa	99±5.32 Aa	F <sub>4,20</sub> =4.625 P=0.008
100 ppm	58±5.26 Ab	101.2±12.48 ABa	110±17.78 Aa	103±12.97 Aa	84.4±17.4 6 Aab	F <sub>4,20</sub> =2.237 P<0.101
Kontrol	54.8±9.38 Ab	106.4±10.18 Aa	87.6±10.39 ABab	82.6±11.3 ABab	96±21.71 Aab	F <sub>4,20</sub> =2.091 P=0.120
F ve P Değeri	F <sub>5,24</sub> =10.015 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =5.703 P=0.001	F <sub>5,24</sub> =2.649 P=0.048	F <sub>5,24</sub> =7.404 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =3.788 P=0.011	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 65 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.10 dikey olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak yeni nesil *S. oryzae* ergin çıkışlarında azalmalar tespit edilmiş ve bu azalmalar arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar olduğu saptanmıştır. Uygulanan diatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında yeni nesil ergin çıkışına rastlanmıştır.

Pirinç üzerinde 65 gün süreyle yürütülen biyolojik testler sonucunda Çizelge 4.10 yatay olarak incelendiğinde; 300 ppm ve üzeri tüm konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında yeni nesil *S. oryzae* ergin çıkışlarında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıklar olduğu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyonda en düşük sayıda yeni nesil ergin çıkışı, Silicosec® ticari diatom toprağı uygulamasında 11 adet tespit edilmiştir. 1500 ppm konsantrasyonda BGN-1, AG2N-1 ve CBN-1 kodlu diatom toprağı uygulamalarında sırasıyla 47, 37 ve 35 adet yeni nesil ergin çıkışına rastlanmış ve AG2N-1 kodlu diatom toprağı diğer iki diatom toprağına etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik göstermiştir. 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek yeni nesil ergin çıkışı BHN-1 kodlu diatom toprağı uygulamasında 64 adet belirlenmiştir.

#### 4.5. Çeltik Üzerinde *Tribolium confusum* ile Yürütülen Biyolojik Testler

##### 4.5.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.11’de verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=288.592$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=72.634$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=20.817$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.11.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	3±2* Ac	25.3±4.3 Ab	0±0 Ac	96.9±2.1 Aa	19.2±4.5 Ab	$F_{4,20}=105.528$ $P<0.0001$
900 ppm	1±1 Ac	16.2±2.6 Ab	1±1 Ac	82.3±4.5 Ba	1.8±1.8 Bc	$F_{4,20}=87.383$ $P<0.0001$
500 ppm	0±0 Ac	5.3±1.7 Bb	0±0 Ac	54.2±5 Ca	0±0 Bc	$F_{4,20}=111.338$ $P<0.0001$
300 ppm	0±0 Ab	2.4±1 Bb	1±1 Ab	32.3±4.4 Da	1.6±1 Bb	$F_{4,20}=32.961$ $P<0.0001$
100 ppm	0±0 Ab	1.6±1 Bab	1±1 Ab	4.2±2.1 Ea	0±0 Bb	$F_{4,20}=3.997$ $P=0.015$
Kontrol	0±0	1±1	0±0	4±1.9	1±1	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=1.708$ $P=0.188$	$F_{4,20}=15.303$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=0.5$ $P=0.736$	$F_{4,20}=74.503$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=17.621$ $P<0.0001$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.11 dikey olarak incelendiğinde; Silicosec® ve BHN-1 kodlu diatom toprakları dışında ( $F_{4,20}=1.708$ ,  $P=0.188$  ve  $F_{4,20}=0.5$ ,  $P=0.736$ ) diğer bütün diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. AG2N-1 kodlu diatom toprağı 100 ppm konsantrasyondan sonra %4 olarak gözlenen ölüm oranını ciddi şekilde arttırarak, 900 ppm konsantrasyon uygulamasında %82 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında %97'ye yükseltmiştir. Diğer yandan uygulama konsantrasyonu 500 ppm'den 1500 ppm'e çıkartıldığında BGN-1 kodlu diatom toprağının, etkinliğini 5 kat arttırarak, ölüm oranını %5'den %25'e yükselttiği gözlenmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağında 900 ppm konsantrasyon uygulamasında %2 ölüm gözlenirken, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında bu oran %18'e yükselmiştir. Silicosec® ve BHN-1 kodlu diatom topraklarının konsantrasyon artışına bağlı olarak ölüm oranları incelendiğinde, etki bakımından büyük bir artış gözlenememiş ve genel anlamda düşük etkiye sahip oldukları saptanmıştır.

Çeltik üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.11 yatay olarak incelendiğinde; tüm konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. 7.gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan AG2N-1 kodlu diatom toprağının %97 ölüm oranıyla, test edilen diatom toprakları içerisinde kısa sürede en yüksek etkiye sahip diatom toprağı olduğu tespit edilmiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında BGN-1 ve CBN-1 kodlu diatom topraklarında sırasıyla %25 ve %19 ölüm oranı gözlenmiştir. Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1500 ppm konsantrasyonda gözlenmiş, ancak %100 ölüme rastlanmamıştır. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *T. confusum* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru AG2N-1 > BGN-1 > CBN-1 > Silicosec® > BHN-1 olarak belirlenmiştir.

#### **4.5.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları**

Çeltik üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.12'de verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=215.781$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=152.614$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki etkileşimin ise ( $F_{16,100}=15.119$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.12.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	39.4±4.2* Ad	89.8±4.6 Ab	15.2±2.9 Ae	100±0 Aa	80.6±4.1 Ac	F <sub>4,20</sub> =77.966 P<0.0001
900 ppm	5.5±2.7 Bd	66.3±9.2 Bb	4.4±2 Bd	100±0 Aa	25.5±4.4 Bc	F <sub>4,20</sub> =72.542 P<0.0001
500 ppm	4.6±3 Bc	21.4±4.7 Cb	0±0 Bc	94.3±1.8 Ba	1.2±0.7 Cc	F <sub>4,20</sub> =97.466 P<0.0001
300 ppm	2.6±1.8 Bc	16.3±6.4 Cb	3.6±2.7 Bc	72.7±4.5 Ca	3.9±1.8 Cc	F <sub>4,20</sub> =30.015 P<0.0001
100 ppm	1.8±1.8 Bb	2.4±0.6 Dab	1.6±1 Bb	8.4±3 Da	1.2±0.7 Cb	F <sub>4,20</sub> =2.219 P=0.103
Kontrol	1±1	2±1.2	1±1	12±3.7	2±1.2	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =13.742 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =33.828 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =7.331 P=0.001	F <sub>4,20</sub> =135.588 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =75.732 P<0.0001	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.12 dikey olarak incelendiğinde; bütün diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. AG2N-1 kodlu diatom toprağının 300 ve 500 ppm konsantrasyon uygulamalarında sırasıyla, %73 ve %94 ölüm oranı elde edilirken, 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında ölüm oranının %100'e ulaştığı belirlenmiştir. BGN-1 kodlu diatom toprağının 100 ppm konsantrasyon uygulamasından sonra ölüm etkisini ciddi anlamda arttırdığı görülürken, 900 ppm konsantrasyon uygulamasında %66 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında %90 ölüm oranı elde ettiği belirlenmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağının, özellikle 500 ppm konsantrasyon uygulamasından sonra etkinliğini ciddi şekilde artırarak, %1 olan ölüm oranını 900 ppm konsantrasyon uygulamasında %26'ya ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında %81'e yükselttiği tespit edilmiştir. Silicosec® ve BHN-1 kodlu diatom toprakları 900 ppm konsantrasyondan sonra etkinliğini 7 ve 4 kat artırarak ölüm oranlarını sırasıyla %6'dan %40'a ve %4'den %15'e yükselttiği tespit edilmiştir.

Çeltik üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.12 yatay olarak incelendiğinde; 100 ppm dışında (F<sub>4,20</sub>=2.219, P=0.103), tüm konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında

*T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan AG2N-1 kodlu diatom toprağında %100 ölüm etkisi saptanırken, BGN-1 ve CBN-1 kodlu diatom topraklarında sırasıyla %90 ve %81 ölüm oranı gözlenmiştir. 900 ppm konsantrasyonda uygulanan AG2N-1 kodlu diatom toprağı %100 ölüm etkisi saptanırken, BGN-1 ve CBN-1 kodlu diatom topraklarında sırasıyla %66 ve %26 ölüm oranı gözlenmiştir. 300 ve 500 ppm konsantrasyon uygulamalarında AG2N-1 kodlu diatom toprağı sırasıyla %73 ve %94 ölüm oranı ile uygulanan diğer diatom topraklarına kıyasla düşük konsantrasyon uygulamalarında oldukça yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *T. confusum* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru AG2N-1 > BGN-1 > CBN-1 > Silicosec® > BHN-1 olarak belirlenmiştir.

#### 4.5.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Çeltik üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.13'te verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=237.020$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=267.227$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksyonun ise ( $F_{16,100}=16.932$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.13.** Çeltik üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	86.9±3.4* Ab	100±0 Aa	56.6±3.4 Ac	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{4,20}=140.392$ $P<0.0001$
900 ppm	29.3±6.6 Bc	100±0 Aa	23.2±8.2 Bc	100±0 Aa	72.6±3.1 Bb	$F_{4,20}=75.526$ $P<0.0001$
500 ppm	11.3±4.6 Ccd	83.3±1.9 Bb	5.7±3.8 Cd	100±0 Aa	14.7±5.9 Cc	$F_{4,20}=78.537$ $P<0.0001$
300 ppm	2.6±1.8 Cc	50±8.2 Cb	5.5±2.7 Cc	94.2±2.6 Ba	7.4±2.7 Cc	$F_{4,20}=51.930$ $P<0.0001$
100 ppm	2.6±1.8 Cb	4.2±1.3 Db	2.4±1 Cb	33.3±7.4 Ca	1.1±1.1 Db	$F_{4,20}=15.769$ $P<0.0001$
Kontrol	1±1	4±1.9	1±1	13±4.1	5±2.7	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=44.422$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=181.576$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=15.416$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=70.613$ $P<0.0001$	$F_{4,20}=140.140$ $P<0.0001$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çeltik üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.13 dikey olarak incelendiğinde; bütün diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağı olarak *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. AG2N-1 kodlu diatom toprağı 300 ppm konsantrasyon uygulamasında %94 oranında, 500, 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise %100 ölüm gerçekleştirmiştir. BGN-1 kodlu diatom toprağının 500 ppm konsantrasyon uygulamasında %83 oranında, 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise %100 ölüm etkisi tespit edilmiştir. CBN-1 kodlu diatom toprağının 900 ppm konsantrasyon uygulamasında %73 ölüm gözlenirken, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında %100 ölüm gerçekleştirmiştir. Silicosec® ve BHN-1 kodlu diatom topraklarının hiçbir uygulama konsantrasyonunda %100 ölüme rastlanmamıştır. Silicosec® ticari diatom toprağı 900 ppm konsantrasyon uygulamasında %29 ölüm etkisi gösterirken, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında etkinliğini 3 kat arttırarak, ölüm etkisini %87'ye yükseltmiştir. BHN-1 kodlu diatom toprağı en yüksek doz uygulaması olan 1500 ppm konsantrasyonda %57 ölüm gerçekleştirmiştir.

Çeltik üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.13 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında AG2N-1, BGN-1 ve CBN-1 kodlu diatom topraklarında %100 ölüm gözlenirken, Silicosec® ticari diatom toprağı %87 ölüm gerçekleştirmiştir. 900 ppm konsantrasyon uygulamalarında AG2N-1 ve BGN-1 kodlu diatom topraklarında %100 ölüm, CBN-1 kodlu diatom toprağında ise %73 ölüm tespit edilmiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *T. confusum* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru AG2N-1 = BGN-1 = CBN-1 > Silicosec® > BHN-1 olarak belirlenmiştir.

#### **4.5.4. Biyolojik testlerden elde edilen *Tribolium confusum*'un yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı**

Çeltik üzerinde 65 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda bütün uygulama konsantrasyonları incelendiğinde kontrol grubu da dahil olmak üzere yeni nesil *T. confusum* ergin çıkışına rastlanmamıştır.

#### 4.6. Pirinç Üzerinde *Tribolium confusum* ile Yürütülen Biyolojik Testler

##### 4.6.1. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Pirinç üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.14'te verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitleri ( $F_{4,100}=1.269$ ,  $P=0.287$ ) *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli seviyede etkiye sahip olamazken, uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=6.480$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=1.516$ ,  $P=0.109$ ) istatistiksel açıdan önemli olmadığı olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.14.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	12±5.24* Aa	2.45±0.61 Ab	1.62±0.99 Ab	3.16±2.11 Ab	3.71±1.48 Aab	$F_{4,20}=2.671$ $P=0.062$
900 ppm	3.71±1.48 Ba	1.22±0.75 ABa	4.44±2.04 Aa	5.26±2.35 Aa	5.36±2.38 Aa	$F_{4,20}=0.519$ $P=0.723$
500 ppm	2.68±1.20 Ba	1.84±0.75 ABa	1.62±0.99 Aa	2.11±2.11 Aa	0.41±0.41 ABa	$F_{4,20}=0.778$ $P=0.553$
300 ppm	0.82±0.51 Bab	1.84±0.75 ABab	3.23±0.81 Aa	0±0 Ab	4.33±1.77 Aa	$F_{4,20}=2.672$ $P=0.062$
100 ppm	0.41±0.41 Ba	0±0 Ba	0.81±0.81 Aa	1.05±1.05 Aa	0±0 Ba	$F_{4,20}=0.526$ $P=0.718$
Kontrol	3±2	2±1.22	1±1	5±2.24	3±2	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=5.525$ $P=0.004$	$F_{4,20}=2.091$ $P=0.120$	$F_{4,20}=1.148$ $P=0.363$	$F_{4,20}=1.348$ $P=0.287$	$F_{4,20}=2.745$ $P=0.057$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.14 dikey olarak incelendiğinde; yalnızca Silicosec® ticari diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek etki Silicosec® ticari diatom toprağında %12 olarak tespit edilmiştir.

Pirinç üzerinde 7 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.14 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Tüm diatom toprağı uygulamalarının *T. confusum* erginleri üzerinde düşük etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.6.2. Ondördüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Pirinç üzerinde test edilen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *T. confusum* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.15'te verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{4,100}=10.198$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=6.423$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu, bu iki faktör arasındaki etkileşimin ise ( $F_{16,100}=1.370$ ,  $P=0.172$ ) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.15.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	17.53±4.31* Aa	4.68±2.72 Ab	3.47±1.31 Ab	2.22±1.36 Ab	5.26±1.66 Ab	$F_{4,20}=4.516$ $P=0.009$
900 ppm	7.22±2.82 ABa	0±0 Bb	5.92±2.59 Aa	2.22±1.36 Aab	7.37±2.68 Aa	$F_{4,20}=3.320$ $P=0.031$
500 ppm	4.74±2.25 Ba	0.85±0.85 ABb	1.22±0.75 Aab	1.11±1.11 Ab	0±0 Bb	$F_{4,20}=2.491$ $P=0.076$
300 ppm	5.77±2.18 Ba	0.85±0.85 ABab	2.45±0.61 Aab	0±0 Ab	7.37±3.57 Aa	$F_{4,20}=3.033$ $P=0.042$
100 ppm	3.71±2.20 Ba	0.85±0.85 ABab	1.22±0.75 Aab	2.22±2.22 Aab	0±0 Bb	$F_{4,20}=1.465$ $P=0.250$
Kontrol	3±2	6±1.87	2±1.22	10±2.24	5±1.58	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=3.220$ $P=0.034$	$F_{4,20}=1.750$ $P=0.179$	$F_{4,20}=1.118$ $P=0.376$	$F_{4,20}=0.574$ $P=0.684$	$F_{4,20}=4.503$ $P=0.009$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.15 genel olarak incelendiğinde; sadece Silicosec® ve CBN-1 kodlu diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır.



Silicosec® ticari diatom toprağının 900 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamaları kıyaslandığında etkinliğini 2.5 kat arttırarak, ölüm oranını %7'den %18'e yükselttiği belirlenmiştir.

Pirinç üzerinde 14 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrultusunda Çizelge 4.15 yatay olarak incelendiğinde; 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında gözlenen fark istatistiksel açıdan önemli olarak belirlenmiştir. 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek etki %18 ile Silicosec®, en düşük etki %2 ile AG2N-1 kodlu diatom toprağında gerçekleşmiştir. Tüm diatom toprağı uygulamalarının 14.gün sonunda da *T. confusum* erginleri üzerinde düşük etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.6.3. Yirmibirinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları

Pirinç üzerinde ele alınan bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *S. oryzae* erginlerinin 21.günde ölüm oranları Çizelge 4.16'da verilmektedir. Yapılan çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitleri ( $F_{4,100}=2.169$ ,  $P=0.078$ ) etki bakımından kıyaslandığında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olmadığı, uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,100}=5.985$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu iki faktörün arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{16,100}=0.818$ ,  $P=0.662$ ) istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.16.** Pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Tribolium confusum* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata					F ve P Değeri
	Silicosec®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	CBN-1	
1500 ppm	17.89±4.28* Aa	6.81±3.79 Ab	4.17±1.28 Ab	6.67±2.72 Ab	9.57±2.91 Aab	$F_{4,20}=2.265$ $P=0.098$
900 ppm	5.26±2.88 Ba	1.70±1.04 Aa	7.08±3.15 Aa	3.33±1.36 Aa	10.85±3.35 Aa	$F_{4,20}=1.364$ $P=0.282$
500 ppm	4.21±1.97 Ba	1.70±1.04 Aa	1.67±1.17 Aa	2.22±2.22 Aa	1.70±1.04 ABa	$F_{4,20}=0.384$ $P=0.817$
300 ppm	8.42±3.16 ABa	4.68±2.14 Aa	4.17±2.08 Aa	2.22±2.22 Aa	8.93±4.02 ABa	$F_{4,20}=0.973$ $P=0.444$
100 ppm	2.11±2.11 Ba	0±0 Aa	2.71±1.46 Aa	3.33±2.22 Aa	1.91±1.91 Ba	$F_{4,20}=0.217$ $P=0.926$
Kontrol	5±2.24	6±2.45	4±1.87	10±2.24	6±2.45	
F ve P Değeri	$F_{4,20}=3.751$ $P=0.020$	$F_{4,20}=0.796$ $P=0.542$	$F_{4,20}=0.967$ $P=0.447$	$F_{4,20}=0.654$ $P=0.631$	$F_{4,20}=2.690$ $P=0.061$	

\* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Pirinç üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik testlerin sonucunda Çizelge 4.16 dikey olarak incelendiğinde; yalnızca Silicosec® ticari diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağılı olarak *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan farklılıkların olduğıu saptanmıştır. 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında en yüksek etki Silicosec® ticari diatom toprağında %18 olarak tespit edilmiştir.

Pirinç üzerinde 21 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrulusunda Çizelge 4.16 yatay olarak incelendiğinde; uygulanan diatom topraklarının tüm konsantrasyonları birbirleriyle etki bakımından kıyaslandığında *T. confusum* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli seviyede farklılıkların olmadığı belirlenmiştir.

#### **4.6.4. Biyolojik testlerden elde edilen *Tribolium confusum* 'un yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı**

Pirinç üzerinde 65 gün süreyle yürütülen biyolojik test sonuçları doğrulusunda bütün uygulama konsantrasyonları incelendiğinde kontrol grubu da dahil olmak üzere yeni nesil *T. confusum* ergin çıkışına rastlanmamıştır.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi'nde farklı lokasyonlardan temin edilmiş olan 4 farklı Türk diatom toprağı: BGN-1, BHN-1, AG2N-1, CBN-1 ile Alman menşeli Silicosec® ticari diatom preparatı; 100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm (mg/kg) konsantrasyonlarda çeltik ve pirinç üzerinde uygulanarak, depolanmış çeltik ve pirincin önemli zararlıları; *Sitophilus oryzae* (L.) ve *Tribolium confusum* du Val erginlerine karşı insektisidal etkinlikleri değerlendirilmiştir. 7, 14 ve 21 gün süreyle diatom toprağı uygulamalarına maruz bırakılan *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerinin ölüm oranları ve 65 gün sonunda yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayıları belirlenmiştir. Tüm testler 25±1 °C sıcaklık ve %55±5 nispi neme sahip laboratuvar koşullarında ve karanlık ortamda yürütülmüştür. Test edilen ürünler daha sonra yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) çıkışlarını belirlemek için 65 gün süreyle 26±1 °C sıcaklık ve %65±5 nispi nemde karanlık ortamda bekletilmiştir.

Çeltik üzerinde *S. oryzae* erginleri ile yürütülen biyolojik testlerde 7.gün sonunda CBN-1'in %89 ölüm oranıyla kısa sürede en yüksek etkiye sahip diatom toprağı olduğu tespit edilmiş ve en yüksek ölüm oranları 1500 ppm konsantrasyonda gözlenmiş, ancak %100 ölüme rastlanmamıştır. 14.gün sonunda CBN-1 300 ppm konsantrasyonda %80, 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda %98-100 ölüm gerçekleştirmiştir. 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda Silicosec® ve BHN-1 %98-100, AG2N-1 ise sırasıyla %84 ve %93 ölüm gerçekleştirmiştir. 21.gün sonunda CBN-1'de 300 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda %98-100 ölüm gözlenmiştir. 500 ppm konsantrasyonda CBN-1, Silicosec® ve BHN-1'de %97-100 ölüm gözlenirken, AG2N-1'de 500 ppm üzeri konsantrasyonlarda %100 ölüm gerçekleşmiştir. 65 gün sonunda diatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında yeni nesil ergin çıkışı tamamen baskı altına alınamasa da konsantrasyon artışına bağlı olarak yeni nesil ergin çıkışlarında azalmalar gözlenmiş ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında 5-32 adet yeni nesil ergin çıkışı tespit edilmiştir. Alagöz (2016), *S. oryzae* erginleri ile çeltik üzerinde yürüttüğü benzer bir çalışmada Silicosec®'in %97 ölüm oranına 14.gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda ulaştığını, ayrıca yeni nesil ergin çıkışını tamamen baskılayamasa da artan konsantrasyonda yeni nesil ergin sayılarında azalmalar gözlediğini belirterek, mevcut çalışmaya paralel sonuçlar elde etmiştir. Çeşitli araştırmacılar çeltik üzerinde *S. oryzae* erginlerine karşı yürüttükleri çalışmalarda Silicosec®'in, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda 7 ve 14.gün sonunda %100 ölüm gerçekleştirerek, yeni nesil ergin çıkışını kontrol altına aldığını (Athanassiou ve ark. 2003), ayrıca 100, 300, 500 ve 900 ppm

konsantrasyonlarda ise 7, 14 ve 21.gün sonunda düşük etkili bulunarak, daha yüksek konsantrasyonlarına gereksinim duyulduğunu (Chiriloaie ve ark. 2014) ve çeltik dışında buğday, çavdar, yulaf ve tritikale üzerinde ürüne göre etkinlikte farklılıklar gözlediklerini, genel olarak 750-1500 ppm arası konsantrasyonlarda, 7 ve 14 günlük uygulama sürelerinde tam kontrol sağlayabildiğini bildirilmişlerdir (Athanassiou ve ark. 2004, 2005, 2016; Baldassari ve Martini 2014).

Çeltik üzerinde *T. confusum* erginleri ile yürütülen biyolojik testlerde 7.gün sonunda AG2N-1'in 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda sırasıyla %82 ve %97 ölüm oranıyla kısa sürede en yüksek etkiye sahip diatom toprağı olduğu tespit edilmiştir. Diğer diatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında düşük etki gözlenmiştir. 14.gün sonunda AG2N-1, 900 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda %100 ölüm gerçekleştirmiştir. BGN-1 ve CBN-1, 1500 ppm konsantrasyonda sırasıyla %90 ve %81 oranında ölüm gerçekleştirirken, Silicosec®'de %39 ölüm oranı ile oldukça düşük etki tespit edilmiştir. 21.gün sonunda AG2N-1, 300 ppm ve üzeri tüm konsantrasyonlarda %94-100 ölüm gerçekleştirmiştir. BGN-1'in 900 ve 1500 ppm, CBN-1'in ise 1500 ppm konsantrasyonlarında %100 ölüm belirlenmiştir. Silicosec® ve BHN-1'de %100 ölüme rastlanamazken, Silicosec®'in ölüm etkisini %87'ye yükselttiği gözlenmiştir. 65 gün sonunda tüm diatom toprakları ve konsantrasyonları incelendiğinde kontrol grubu da dahil olmak üzere yeni nesil *T. confusum* ergin çıkışına rastlanmamıştır. Alagöz (2016), *T. confusum* erginleri ile çeltik üzerinde yürüttüğü çalışmada Silicosec®'in 1500 ppm konsantrasyonda 21.gün sonunda %99 ölüm gerçekleştirdiğini, ayrıca kontrol grubu da dahil olmak üzere yeni nesil ergin çıkışına rastlamadığını bildirmiştir. Çeşitli araştırmacılar buğday üzerinde *T. confusum* erginlerine karşı yaptıkları çalışmalarda Silicosec®'in 1000-2000 ppm konsantrasyonlarda, 7 ve 14 günlük uygulama sürelerinde tam kontrol sağladığını (Athanassiou ve ark. 2005; Vayias ve ark. 2006a, 2006b; Ziaee ve Moharramipour 2012), ayrıca çavdar, yulaf ve tritikale üzerinde yaptıkları çalışmalarda ise 750-1500 ppm konsantrasyonlarda 21 günlük uygulama süresinde tam kontrol sağlayamadığını bildirmişlerdir (Athanassiou ve ark. 2004).

Pirinç üzerinde *S. oryzae* erginleri ile yürütülen biyolojik testlerde 7, 14 ve 21.gün sonunda tüm diatom topraklarında ve konsantrasyonlarında oldukça düşük etki saptanmıştır. 21.gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek ölüm oranları BHN-1'de %17, BGN-1 ve CBN-1'de ise %10 olarak tespit edilmiştir. 65 gün sonunda uygulanan diatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında yeni nesil ergin çıkışı baskı altına alınamasa da konsantrasyon artışına bağlı olarak yeni nesil ergin çıkışlarında azalmalar tespit edilmiştir. 1500 ppm

konsantrasyonda en düşük yeni nesil ergin çıkışı Silicosec®'de 11 adet olarak tespit edilmiştir. Alagöz (2016), *S. oryzae* erginleri ile pirinç üzerinde yürüttüğü çalışmada Silicosec® de dahil olmak üzere tüm diatom topraklarında düşük etki tespit ettiğini, ayrıca yeni nesil ergin çıkışını tamamen baskılayamadığını ancak artan konsantrasyon uygulamalarıyla yeni nesil ergin çıkışlarında azalmalar gözlediğini belirterek, mevcut çalışmaya paralel sonuçlar elde etmiştir. Çeşitli araştırmacılar pirinç üzerinde *S. oryzae* erginlerine karşı yürüttükleri çalışmalarda ticari Silicosec®'in 1000-1500 ppm konsantrasyonlarda 14.gün sonunda %90-100 ölüm gerçekleştirdiğini (Athanassiou ve ark. 2003, 2011), ticari Perma Guard®'in ise 3500-5250 ppm konsantrasyonlarda 21.gün sonunda %100 ölüme ulaşamadığını (McGaughey 1972) bildirmişlerdir.

Pirinç üzerinde *T. confusum* erginleri ile yürütülen biyolojik testlerde 7, 14 ve 21.gün sonunda tüm diatom toprakları ve konsantrasyonlarında oldukça düşük etki saptanmıştır. 21.gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek ölüm oranları Silicosec®'de %18 ve CBN-1'de %10 olarak tespit edilmiştir. 65 gün sonunda tüm diatom toprakları ve konsantrasyonları incelendiğinde, kontrol grubu da dahil olmak üzere yeni nesil ergin çıkışına rastlanmamıştır. Alagöz (2016), *T. confusum* erginleri ile pirinç üzerinde yürüttüğü çalışmada Silicosec®'in düşük etki gösterdiğini, tüm konsantrasyonlarda kontrol grubu da dahil olmak üzere yeni nesil ergin çıkışına rastlamadığını belirterek, mevcut çalışmaya paralel sonuçlar elde etmiştir. *T. confusum* erginleri ile pirinç üzerinde yürütülen benzer çalışmalarda Athanassiou ve ark. (2011) Silicosec®'in 1000 ppm konsantrasyonda 14.günde %93 ölüm gerçekleştirdiğini, McGaughey (1972) ise Perma Guard®'in 1750-7000 ppm konsantrasyonlarda 21.gün sonunda düşük etki gösterdiğini bildirmiştir.

Mevcut çalışmada, test edilen Türk diatom topraklarının çeltik ve pirinç üzerinde her iki zararlıya karşı aynı ya da farklı konsantrasyonlarda farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim uygulamalarda kullanılan diatom topraklarının coğrafi kökenleri ve fiziksel özellikleri, diatom topraklarının insektisidal etkinliklerini etkileyebilmektedir (Vayias ve ark. 2009). Bunun yanı sıra diatom topraklarının etkinlikleri sıcaklık, nem ve tahıl cinsine bağlı olarak da değişim gösterebilmektedir (Dowdy 1999, Fields ve Korunic 2000, Subramanyam ve Roesli 2000, Vayias ve Athanassiou 2004, Vayias ve ark. 2006b, Athanassiou ve ark. 2003, 2004, 2005, 2007b, Kavallieratos ve ark. 2005, 2010). Biyolojik testlerde uygulanan Türk diatom topraklarının partikül boyutlarının 12-20 µm arasında olduğu tespit edilmiştir. Korunic (1997), çeşitli diatom topraklarının insektisidal karakteristik etkilerini değerlendirirken, 2-30 µm arasındaki diatom toprağı parçacıklarının yüksek diatom toprağı

etkinliği ile pozitif ilişkili olabileceğini; ayrıca birçok araştırmacı, diatom toprağının partikül boyutunun diatom toprağı etkinliğini gcl şekilde etkileyebileceğini ve partikül boyutu küçük olan diatom topraklarının daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (Vayias ve ark. 2009, Ziaee ve ark. 2012). Bu noktadan hareketle Türk diatom toprakları ticari hale dönüştürülürken, diatom toprağı imalat işlemleri sırasında bu hususun dikkate alınması gereken önemli bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının kimyasal içerikleri incelendiğinde AG2N-1 hariç (%21) tüm diatom topraklarının %81-86 arasında SiO<sub>2</sub> ieridikleri belirlenmiş ve Dünya sağlık örgütünün diatom toprağı tanımında belirttiği amorf SiO<sub>2</sub> (%80-95) içeriği ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır (WHO 1986).

Çeltik zerindeki diatom toprağı uygulamalarında *T. confusum*'u baskı altına almak için *S. oryzae*'ye kıyasla daha yüksek konsantrasyonlarda ve daha uzun uygulama süresi gerektiği anlaşılmıştır. Nitekim bir çok araştırmacı, depolanmış tahıl zararlıları içerisinde diatom topraklarına karşı en toleranslı türlerin ergin dönemlerinde *Tribolium* spp.'ler olduğunu bildirmişlerdir (Korunic 1998, Fields ve Korunic 2000, Vayias ve Athanassiou 2004, Athanassiou ve ark. 2011). Ayrıca Korunic ve ark. (1996a, 1996b, 1997) eşitli zararlıların Protect-It<sup>®</sup>'e karşı duyarlılıklarını inceledikleri çalışmalarda mevcut çalışma sonucuna paralel olarak, *S. oryzae*'nin *T. confusum*'dan daha hassas olduğunu saptamışlardır.

Biyolojik testlerde özellikle pirinç üzerinde, her iki zararlıya karşı düşük ölüm etkisi saptanmıştır. Diatom topraklarının çeşitli ürünler üzerinde etkinlikleri incelendiğinde ürünlere göre LD<sub>50</sub> değerleri (pirinç > mısır > yulaf > arpa > buğday) farklılık gösterebilmektedir (Korunic 1997, 2007). Bu durumun pirinç yüzeyinin oldukça pürüzsüz olması ve uygulanan diatom topraklarının yüksek oranda ve kuvvetli bir şekilde pirinç yüzeyine yapışarak, böcek üzerine yeterli miktarda geçememesinden; ayrıca ürünün işlenmesi esnasında parlatma amacıyla eklenen bitkisel yağ kalıntısının diatomit parçacıkları tarafından emilerek, yapısal özelliğini kısmen yitirmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle pirinç üzerinde daha yüksek konsantrasyonlarda gerçekleştirilecek diatom toprağı uygulamalarıyla mevcut çalışmada gözlenen düşük etkinin daha da arttırılabileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca pirinç üzerinde test edilen diatom topraklarının *S. oryzae* erginleri üzerinde düşük ölüm etkisi göstermesine rağmen, artan konsantrasyon uygulamalarında yeni nesil ergin çıkışlarında ciddi azalmalara neden olduğu saptanmıştır. Bu durumun, diatom topraklarının *S. oryzae* erginleri üzerinde kaçırıcı (repellent) etki göstererek, dişi bireylerin pirinç içerisine yumurta bırakımını engellemesinden kaynaklanabileceği kanısına varılmıştır.

Mevcut çalışma ışığında çeltik ve pirinç üzerinde yürütülen testler sonucunda, diatom toprağı uygulamalarının genellikle 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda ve çoğunlukla 7 günden daha uzun sürelerde etkili olduğu gözlenmiştir. Birçok araştırmacı, düşük memeli toksisitesi gösteren bitkisel materyal ya da insektisit ilavesi ile nispeten daha düşük dozlarda ve uygulama sürelerinde yüksek insektisidal etkinlik gösterebilen yeni diatom preparatlarının geliştirilebileceğini bildirmektedir (Athanassiou ve Korunic 2007; Athanassiou ve ark. 2007b, 2008, 2009; Vayias ve Stephou 2009). Benzer şekilde birçok araştırmacı, diatom topraklarının etkinliğini arttırmak amacıyla entomopatojen funguslar ile kombine olarak kullanılabilme potansiyeline ilişkin çok sayıda çalışma yürütmüş ve umut verici sonuçlara ulaştıklarını bildirmişlerdir. (Lord 2001, Akbar ve ark. 2004, Athanassiou ve Steenberg 2007, Vassilakos ve ark. 2006, Aydın 2015). Bu noktadan hareketle Türk diatom topraklarının etkinliğinin artırılmasına yönelik geniş kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kimyasal pestisitlerin, memelilerde toksisite, üründe kalıntı bırakma, direnç oluşumu, çevre kirliliği ve korozif etkileri gibi nedenlerinden dolayı alternatif mücadele yöntemleri üzerinde yoğun çalışmalar başlatılmış, diatom toprağı gibi fiziksel savaşım tekniklerine olan ilgi artmıştır. Diatom toprağının memelilerde toksisite oluşturmadan güvenle kullanılabilir olması, depolama sonrası ürün kalitesini etkilememesi, uzun süreli koruma sağlaması ve diğer mücadele metotlarına yakın maliyette olması en önemli avantajları arasında yer almaktadır. Türkiye 125 milyon ton rezervle diatom kaynağı bakımından oldukça zengin bir ülkedir (Çetin ve Taş, 2012). Ülkemizde bulunan rezervler pek çok sanayi kuruluşunda farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmasına rağmen, depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede ruhsat almış herhangi bir preparat henüz mevcut değildir. Bu organik materyalin depo zararlılarıyla mücadelede etkin bir şekilde kullanılamamasının en önemli nedenlerinden biri de diatom toprağının bu yönünün iyi tanınmamasıdır. Ülkemizde depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede yerli diatom topraklarının kullanım olanakları ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu araştırmacılar (Doğanay 2013, Alagöz 2016), farklı zararlılara karşı farklı ürünler üzerinde pek çok Türk diatom toprağının depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede ticari preparatlara kıyasla benzer ya da daha yüksek etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar mevcut çalışmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Sonuç olarak, BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1 kodlu Türk diatom topraklarının Silicosec® ticari preparatına kıyasla laboratuvar koşullarında çeltik üzerinde *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı yüksek insektisidal etkinlik göstererek, depolanmış çeltik zararlı yönetiminde kullanılabilme potansiyeli olduğu, ayrıca entegre

mücadele teknikleri içerisinde kullanılan insektisitlere umut verici bir alternatif olabileceği kanısına varılmıştır. Mevcut çalışma ışığında etkin bulunan Türk diatom topraklarının ayrı ayrı ya da kombine bir şekilde ticari hale dönüştürülebilmesi için özellikle gerçek depo veya silo şartlarında; farklı orijin ve partikül boyutlarına sahip diatom toprağı uygulamalarıyla, değişik sıcaklık ve nem ortamlarında, uzun süreli, geniş kapsamlı ve gerçek zamanlı çalışmalara ağırlık verilmesi gerektiği düşünülmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abbott WS (1925). A method of computing the efectiveness of insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.
- Akbar W, Lord JC, Nechold JR, Howard RW (2004). Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases conidial attachment. Journal of Economic Entomology, 97: 273-280.
- 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 Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Anonim (2016). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>  
(Erişim Tarihi: 11.12.2016)
- Anonim (2017a) <https://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5389317>  
(Erişim Tarihi: 01.02.2017)
- Anonim (2017b) <http://ecology-of.ru/moshki/moshki-v-krupakh>  
(Erişim Tarihi: 01.02.2017)
- Atabay S, Aydın V, Özder N (2013). Balıkesir (Gönen) ve Edirne (Uzunköprü)'de depolanmış çeltik ve pirinçlerde saptanan zararlı böcek türleri, Bitki Koruma Bülteni 53(3):141-157 ISSN 0406-3597
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Tsaganou C, Vayias BJ, Dimizas CB ve Buchelos C Th (2003). Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Protection 22:1141–1147.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Andris NS (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 CG, Vayias BJ, Dimizas CB, Kavallieratos NG, Papagregoriou AS, Buchelos C Th (2005). Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. Journal of Stored Products Research, 41: 47-55.
- Athanassiou CG, Steenberg T (2007). Insecticidal effect of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota: Hypocreales) in combination with three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Biological Control, 40(3): 411-416.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Meletsis CM (2007a). Insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations, applied alone or in combination, against three stored-product beetle species on wheat and maize. Journal of Stored Products Research, 43: 330-334.

- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Peteinatos GG, Petrou SE, Boukouvala MC, Tomanovic Z (2007b). Influence of temperature and humidity on insecticidal effect of three diatomaceous earth formulations against larger grain borer (Coleoptera: Bostrychidae). *Journal of Economic Entomology*, 100: 599-603.
- Athanassiou CG, Korunic Z (2007) Evaluation of two new diatomaceous earth formulations, enhanced with abamectin and bitterbarkomycin, against four stored-grain beetle species. *Journal of Stored Products Research*, 43: 468-473.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Vayias BJ, Stephou VK (2008). Evaluation of a new, enhanced diatomaceous earth formulation for use against the stored products pest, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). *International Journal of Pest Management*, 54: 43-49.
- Athanassiou CG, Korunic Z, Vayias B J (2009). Diatomaceous earths enhance the insecticidal effect of bitterbarkomycin against stored-grain insects. *Crop Protection*, 28: 123-127.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Vayias B J, Tomanovic Z, Petrovic 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. *Crop Protection*, 30: 329-339.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Chiriloaie A, Vassilakos TN, Fatu V, Drosu S, Ciobanu M, Dudoiu R (2016). Insecticidal efficacy of natural diatomaceous earth deposits from Greece and Romania against four stored grain beetles: the effect of temperature and relative humidity. *Bulletin of Insectology* 69 (1): 25-34 ISSN 1721-8861
- Athie I, Gomes RA, Bolonhezi S, Valentini SR, and DeCastro MFPM (1998). Effects of carbon dioxide and phosphine mixtures on resistant populations of stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*, 34(1): 27-32.
- 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 Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Baldassari N, Martini A (2014). The efficacy of two diatomaceous earths on the mortality of *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae*. *Bulletin of Insectology* 67 (1): 51-55 ISSN 1721-8861
- Bell CH, Wilson SM (1995). Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*, 31: 199-205.
- Benhalima H, Chaudhry MQ, Mills KA, Price NR (2004). Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. *Journal of Stored Product Research*, 40(3): 241-249.
- Bozkurt H (2016). Adana ve Şanlıurfa illerinde tahıl depolarındaki *Sitophilus granarius* (L.) (buğday biti) ve *Sitophilus oryzae* (L.) (pirinç biti) popülasyonlarının fosfine karşı dayanıklılık durumunun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

- Cook DA, Armitage DM (1999). The efficacy of Dryacide, an inert dust, against two species of Astigmatid mites, *G/ycyphagus destructor* and *Acarus siro*, at nine temperature and moisture content combinations on stored grain. *Experimental and Applied Acarology*, 23: 51-63.
- Chiriloaie A, Athanassiou C, Vassilakos T, Fatu V, Drosu S, Ciobanu M (2014). Influence of grain type on the efficacy of some formulations of Diatomaceous Earth against The Rice Weevil (*Sitophilus Oryzae* L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. 57: 140-145.
- Chaudry MQ (1996). A review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insect. *Pesticide Science*, 49: 213-228
- Çetin M, Taş B (2012). Biyolojik orjinli tek mineral: Diyatomit. *Türk Bilim Araştırma Vakfı (TÜBAV) Bilim Dergisi*, 5(2): 28-46.
- Doğanay İŞ (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 Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Dowdy AK (1999). Mortality of red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to high temperature and diatomaceous earth combinations. *Journal of Stored Products Research*, 35: 175-182.
- Ebeling W (1971). Sorptive dusts for pest control. *Annual Review of Entomology*, 16(1): 123-158.
- Ertürk S (2014). Farklı diyatom toprağı formülasyonlarının depolanmış çeltikte zararlı böceklerle etkinliği üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- EPA (1991). EPA R.E.D. Facts: Silicon dioxide and Silica Gel. 21T-1021. 1-4, September.
- Fields P, 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.
- FAO (2016). *Food Outlook Biannual Report on Global Food Markets* ISSN 0251-1959.
- Greenspan L (1976). Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. *Journal of Research of the National Bureau of Standarts- A Physics and Chemistry* 81A(1): 89-96.
- Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Pashalidou FG, Andris NS, Tomanovic Z (2005). Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). *Pest Management Science*, 61: 660-666.
- Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Vayias BJ, Betsi PCC (2010). Insecticidal efficacy of fipronil against four stored-product insect pests: influence of commodity, dose, exposure interval, relative humidity and temperature. *Pest Management Science*, 66: 640-649.

- Korunic Z, Ormsher P, Fields P, White N, Cuperus G (1996a). Diatomaceous Earth an Effective Tool in Integrated Pest Management. In Proceedings 1996 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Environmental Agency and United States Department of Agriculture, Orlando, Florida. 81-82.
- Korunic Z, Fields PG, Kovacs MIP, Noll JS, Lukow OM, Demianyk CJ, Shibley KJ (1996b). The effect of diatomaceous earth on grain quality. *Postharvest Biology and Technology*, 9(3): 373-387.
- Korunic Z (1997). Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research*, 33: 219-229.
- Korunic Z (1998). Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research*, 34: 87-97.
- Korunic Z (2007). The Effect of Different Types of Grain and Wheat Classes on the Effectiveness of Diatomaceous Earth against Grain Insects. In Proceedings Seminar DDD i ZUPP. Disinfection, Disinfestation, Deratization and Protection of Stored Agricultural Products, Zagreb, Croatia. 361-373.
- Koçak E, Schlipalius D, Kaur R, Tuck A, Ebert P, Collins P and Yılmaz A (2015). Determining phosphine resistance in rust red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.)(Coleoptera: Tenebrionidae) populations from Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 39(2): 129-136.
- Ling Z, Zhanggui Q, Korunic Z (2000). Field and laboratory experiments with Protect-It™, an enhanced diatomaceous earth, in P. R. China. In J. Zuxun, L. Quan, L. Yongsheng, T. Xianchang and G. Lianghua (eds.), 7th Int'l. Working Conf. Stored-Prod. Prot., Sichuan Publishing House of Science & Technology, Chengdu, Sichuan Province, Peoples Republic of China. 745-757.
- Lord JC (2001). Desiccant dusts synergize the effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycete: Moniliales) on stored-grain beetles. *Journal of Economic Entomology*, 94(2): 367-372.
- Mewis I and Reichmuth Ch (2000). Diatomaceous earths against the Coleoptera granary weevil *Sitophilus granarius* (Curculionidae), the confused flour beetle *Tribolium confusum* (Tenebrionidae), the mealworm *Tenebrio molitor* (Tenebrionidae), In J. Zuxun, L. Quan, L. Yongsheng, T. Xianchang and G. Lianghua [eds.], 7th Int'l. Working Conf. Stored Prod. Prot., Sichuan Publishing. 765-780.
- McGaughey WH (1972). Diatomaceous earth for confused flour beetle and rice weevil control in rough, brown and milled rice. *Stored-Product Insects Research, Market Quality Research Division, Agric. Res. Serv., USDA, Beaumont*, 1427-1428.
- Pimentel MAG, Faroni LRDA, DaSilva FH, Batista MD and Guedes RN (2010). Spread of phosphine resistance among Brazilian populations of three species of stored product insects. *Neotropical Entomology*, 39(1): 101-107.
- Sağlam Ö, Edde PA, Phillips TW (2015). Resistance of *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) to Fumigation with Phosphine. *Journal of Economic Entomology*, 108(5): 2489-2495.

- Singh CB, Jayas DS, Paliwal J, White NDG (2009). Detection of insect-damaged wheat kernels using near-infrared hyperspectral imaging. *Journal of Stored Products Research*, 45: 151-158.
- Subramanyam Bh, Roesli R. (2000). Inert dusts. In (Bh. Subramanyam & D.W. Hagstrum (Eds.). *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 321-380.
- Vassilakos TN, Athanassiou CH, Kavallieratos NG, Vayias BJ (2006). Influence of temperature on the insecticidal effect of *Beauveria bassiana* in combination with diatomaceous earth against *Rhyzopertha dominica* and *Stophilus oryzae* on stored wheat. *Biological Control*, 38: 270-281.
- Vayias BJ, Athanassiou CG (2004). Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused flour beetle, *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection*, 23: 565-573.
- Vayias BJ, Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Buchelos CTh (2006a). Susceptibility of different European populations of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) to five Diatomaceous Earth formulations. *Journal of Economic Entomology*, 99(5): 1899-1904.
- Vayias BJ, Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Tsesmeli CD, Buchelos CTh (2006b). Persistence and efficacy of two diatomaceous earth formulations and a mixture of diatomaceous earth with natural pyrethrum against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on wheat and maize. *Pest Management Science*, 62: 456-464.
- Vayias BJ, Athanassiou CG, Korunic Z, Rozman V (2009). Evaluation of natural diatomaceous earth deposits from south-eastern Europe for stored grain protection: the effect of particle size. *Pest Management Science*, 65: 1118-1123.
- Vayias BJ, Stephou VK (2009). Factors affecting the insecticidal efficacy of an enhanced diatomaceous earth formulation against three stored-product insect species. *Journal of Stored Products Research*, 45: 226-231.
- Zettler LJ, Keever DW (1994). Phosphine resistance in cigarette beetle (Coleoptera: Anobiidae) associated with tobacco storage in the southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*, 87(3): 546-550.
- Ziaee M, Moharramipour S (2012). Efficacy of Iranian diatomaceous earth deposits against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 547-553.
- White GD, Berndt WL, Schesser JH, Fified CC (1966). Evaluation of inert dusts for the protection of stored wheat in Kansas from insect attack. *Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. ARS-51-8*.
- WHO (1986). International agency for research on cancer. IARC Monograph on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, Silica and some silicates, Volume 42.

## ÖZGEÇMİŞ

Önder BAYTEKİN, 1987 yılında Ankara'da doğmuştur. Aslen Tekirdağlıdır. 2004 yılında Yenimahalle Mustafa Kemal Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2006 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne girmeye hak kazanmıştır. 2007 yılında Ankara Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulu'nda İngilizce hazırlık bölümünü tamamladıktan sonra 2011 yılında Bitki Koruma Bölümü'nden mezun olmuştur. 2012 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine ve aynı yıl içerisinde özel bir firmada Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başlamıştır. 2013 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na atanmış ve halen Bakanlık bünyesinde görevini sürdürmektedir. Evli ve bir kız çocuğu babasıdır.