

**ORTA ANADOLU BÖLGESİ DIATOMİD  
TOPRAKLARININ, BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ,  
*Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:  
Chrysomelidae: Bruchninae)'A KARŞI  
İNSEKTİSİDAL ETKİNLİĞİ  
Mehmet Akif GÜLTEKİN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI  
DANIŞMAN:  
Doç. Dr. Özgür SAĞLAM  
2017**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORTA ANADOLU BÖLGESİ DIATOMİD TOPRAKLARININ,  
BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ, *Callasobruchus maculatus* (F.)  
(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)'A KARŞI INSEKTİSİDAL  
ETKİNLİĞİ**

**Mehmet Akif GÜLTEKİN**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Özgür SAĞLAM**

**TEKİRDAĞ-2017**

**Her hakkı saklıdır.**

Doç. Dr. Özgür SAĞLAM danışmanlığında, Mehmet Akif GÜLTEKİN tarafından hazırlanan ‘Orta Anadolu Bölgesi Diatomid Topraklarının Börülce Tohum Böceği *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)’a Karşı İnsektisidal Etkinliği’ isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

*İmza:*

Üye : Prof.Dr. Müjgan KIVAN

*İmza:*

Üye : Prof. Dr. Mehmet Kubilay ER

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTA ANADOLU BÖLGESİ DIATOMİD TOPRAKLARININ  
BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ, (*Callasobruchus maculatus*) (F.) (Coleoptera:  
Chrysomelidae: Bruchninae)'A KARŞI İNSEKTİSİDAL ETKİNLİĞİ

**Mehmet Akif GÜLTEKİN**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki  
Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

Bu çalışmada, Türkiye'nin çeşitli noktalarından elde edilmiş olan 7 farklı yerel diatom toprağı: BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1, FB2N-1 ile Silicosec® (Biofa AG-Almanya) ve Desect® (Ep Naturals- Amerika) ticari diatom preparatları, 100, 300, 500, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda nohut üzerinde test edilerek, depolanmış nohutun önemli zararlısı *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae) erginlerine karşı insektisidal etkinliği belirlenmiştir. 1, 3, 5 ve 7.gün sonunda, diatom uygulanan erginlerin ölüm oranları ve 42 gün sonunda, yeni nesil ergin (F1) sayıları tespit edilmiştir. Uygulamalar laboratuvar koşullarında 25±1°C sıcaklık, % 55±5 nispi nem ve karanlık ortamda sürdürülmüştür. Nohutta 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında 1. gün sonunda *C.maculatus* erginleri üzerinde % 75 ölüm gerçekleştiren CCN-1, % 59 ölüm gerçekleştiren AG2N-1 ve % 58 ölüm gerçekleştiren BHN-1 kodlu yerel diatom toprakları kısa sürede en fazla etkiye sahip diatomlar olarak belirlenmiştir. AG2N-1, BHN-1 ve CCN-1 kodlu diatom toprakları ele alınan yüksek konsantrasyonlarda (1000, 1500 ppm), tüm uygulama sürelerinde yüksek toksisite göstermiş olup istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Silicosec®,Desect®,BGN-1,AC2N-1,CB2N-1 diatomlarına 7 gün süreyle 1500 ppm konsantrasyonlarda maruz bırakılan *C.maculatus* erginlerinin ölüm oranları %98-100 olarak belirlenmiş ve uygulanan diatomlar arasında benzer yüksek insektisidal etki saptanmıştır. FB2N-1 kodlu diatom toprağı hariç diğer bütün diatom topraklarına 7 gün boyunca 1500 ppm konsantrasyonlarda maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin ölüm oranları % 100 olarak bulunmuştur. AC2N-1 kodlu diatom toprağı 1. gün, 3. gün ve 5. gün uygulamalarında diğer diatom topraklarına kıyasla *C.maculatus* erginleri üzerinde genel olarak düşük etki göstermiş ancak 7 gün uygulama süresi sonunda 1500 ppm konsantrasyonda % 100 ölüm oranına ulaşmıştır.Yeni nesil ergin (F1) çıkışı CCN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CB2N-1 kodlu diatom toprakları uygulanan nohutlarda büyük oranda (%97-99) baskı altına alınmıştır. Genel olarak yüksek konsantrasyonlarda az sayıda ergin çıkışı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, özellikle ilk 3 günde yüksek etki gösteren CCN-1, AG2N-1, ve BHN-1 Türk diatom topraklarının Silicosec® ve Desect® ticari preparatları ile kıyaslandığında yüksek insektisidal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiş ve depolanmış nohut zararlı yönetiminde kullanılabilme potansiyeli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Türk diatom toprakları, Silicosec®, Desect®, *Callosobruchus maculatus*, nohut

2017, 44 sayfa

## ABSTRACT

MSc Thesis

INSECTICIDAL EFFECT OF CENTRAL ANATOLIAN REGION DIATOMACEOUS EARTHS AGAINST COWPEA WEEVIL (*Callosobruchus maculatus*) (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)

**Mehmet Akif GÜLTEKİN**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Plant Protection Department

Supervisor: Associate Prof. Dr. Özgür SAĞLAM

In this study, insecticidal efficacy of seven different local diatomaceous earths (DE) obtained from different deposits in Turkey together with two commercial DEs, Silicosec® (Biofa AG- Germany) and Desect® (Ep Naturals- America) against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae) an important pest of stored chickpea at five different concentrations (100, 300, 500, 1000 and 1500 ppm). Mortality of the adults was assessed after 1, 3, 5 and 7 days of exposure, and consequently progeny (F<sub>1</sub>) production on treated chickpeas was recorded 42 days later. The tests were carried out under laboratory conditions at 25±1 °C, 55±5 % R.H. in a dark place. Most effective DEs in 1 days of exposure were CCN-1, AG2N-1 and BHN-1 causing 75%, 59%, 58% mortalities respectively at 1500 ppm concentration. AG2N-1, BHN-1 and CCN-1 showed high efficacy in all exposure times and were statistically similar. Silicosec®, Desect®, BGN-1, AC2N-1, were applied at 1500 ppm concentration *C. maculatus* mortalities were 98-100% after 7 days of exposure, showing similar high insecticidal efficacy. Except FB2N-1 all DEs killed 100% of adults at 1500 ppm concentration after 7 days of exposure. After 1, 3, 5 days of exposure, AC2N-1 showed low effect comparing to the other DEs. However its effect reached to 100% mortality after 7 days. The progeny (F<sub>1</sub>) production was 97-99 % substantially prevented by CCN-1, BHN-1, AG2N-1 and CB2N-1. Generally increasing concentration lowered the progeny production. In conclusion, this study indicated that the Turkish DEs with high efficacy in 3 days of exposure, CCN-1, AG2N-1 and BHN-1, had high insecticidal activity in comparison with commercial DEs Silicosec® and Desect®. These local DEs to be used in the management of pests of stored chickpea.

**Keywords:** Turkish diatomaceous earths, Silicosec®, Desect®, *Callosobruchus maculatus*, chickpea

2017, 44 pages

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim süresince bana her türlü destek olan, yardım ve sabrını esirgemeyen bütün bilgi ve birikimini paylaşarak ufkumu açan, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özgür SAĞLAM' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entomoloji Bölümü'ndeki hocalarım; Sayın Prof.Dr. Nihal ÖZDER, Sayın Prof.Dr. Müjgan KIVAN, Sayın Yrd.Doç.Dr. Nihal KILIÇ ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Tolga AYSAL'a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki hocam Sayın Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER' e teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda yardım ve desteklerini esirgemeyen Toksikoloji Laboratuvarı çalışma ekibine çok teşekkür ederim.

Hayatta ve eğitim süresince her zaman manevi desteklerini hiç esirgemeyen canım Eşim Veteriner Hekimi Hülya EKER GÜLTEKİN'e ve biricik oğlum Emir GÜLTEKİN'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Aralık 2017

Mehmet Akif GÜLTEKİN

Ziraat Mühendisi

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<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>vii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	<b>10</b>
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan böcek .....	10
3.1.2. Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprakları.....	10
3.1.3. Biyolojik testlerde kullanılan nohut .....	11
3.2. Metot.....	12
3.2.1. Yerel diatom topraklarının elde edilmesi ve uygulamaya hazırlanması.....	12
3.2.2. Diatom topraklarının taramalı elektron mikroskopunda görüntülenmesi.....	13
3.2.3. Diatom topraklarının Silisyum Dioksit (SiO <sub>2</sub> ) oranı ve partikül büyüklükleri .....	13
3.2.4. Diatom topraklarının Nohut üzerinde yapışma oranlarının belirlenmesi .....	13
3.2.5. <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinin yetiştirilmesi.....	14
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. Nohut üzerine diatom topraklarının yapışma oranları.....	20
4.3. Nohut üzerinde <i>Callasobruchus maculatus</i> ile yürütülen biyolojik testler .....	21
4.3.1. Birinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları.....	21
4.3.2. Üçüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	23
4.3.3. Beşinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	26
4.3.4. Yedinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları .....	29
4.3.5. Biyolojik testlerden elde edilen <i>C. maculatus</i> yeni nesil ergin (F1) sayısı. ....	31
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>	<b>34</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>44</b>



## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 4.1. Biyolojik denemelerde kullanılan diatom topraklarının morfolojik özellikleri ve SiO <sub>2</sub> oranları.....	19
Çizelge 4.2. Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının, ürün üzerine yapışma oranları.....	20
Çizelge 4.3. Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 1 gün süreyle maruz bırakılan Callasobruchus maculatus erginlerinin ölüm oranları.....	22
Çizelge 4.4. Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 3 gün süreyle maruz bırakılan Callasobruchus maculatus erginlerinin ölüm oranları.....	24
Çizelge 4.5. Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 5 gün süreyle maruz bırakılan Callasobruchus maculatus erginlerinin ölüm oranları.....	27
Çizelge 4.6. Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan Callasobruchus maculatus erginlerinin ölüm oranları.....	30
Çizelge 4.7. Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan Callasobruchus maculatus erginlerinin 42.gün sonunda gözlenen ortalama yeni nesil ergin (F1) birey sayısı.....	32

## ŞEKİL DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 3.1. Biyolojik testlerde kullanılan ergin böcek: <i>Callasobruchus maculatus</i> .....	10
Şekil 3.2. Biyolojik testlerde kullanılan diatom toprakları (Silicosec®, Desect®,BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1,FB2N-1....	11
Şekil 3.3. Biyolojik testlerde kullanılan nohut.....	12
Şekil 4.1. Silicosec® (Almanya) ticari diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	16
Şekil 4.2. Desect® (Amerika) ticari diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	16
Şekil 4.3. BGN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	17
Şekil 4.4. BHN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	17
Şekil 4.5. AG2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 1000x büyütme (b) 5000x büyütme.....	17
Şekil 4.6. AC2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	18
Şekil 4.7. CB2N-1 (Çankırı) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	18
Şekil 4.8. CCN-1 (Çankırı) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	18
Şekil 4.9. FB2N-1 (Aydın) kodlu diatom toprağı içerisinde bulunan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme.....	19

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
l	: Litre
ml	: Mililitre
ppm	: Milyonda bir birim
%	: Yüzde
LD50	: Populasyonun % 50'sini öldürmek için gerekli ilaç miktarı
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
ANOVA	: Varyans analizi
US EPA	: Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşundan günümüze kadar besin ihtiyaçlarını karşılama eğiliminde olduğundan, tarihin her döneminde tarım çok önemli bir yere sahip olmuştur. Son yüzyılda ise Dünya nüfusu hızlı bir şekilde artmış, tarım arazilerinin şehirleşme ve sanayi tesislerine dönüştürülmesi gibi faktörler yüzünden verimli topraklar hızlı bir şekilde azalmaya başlamıştır. İnsan beslenmesinde asırlardır olduğu gibi hala yemeklik baklagiller büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizde en çok ekimi yapılan yemeklik baklagillerin başında; fasulye, mercimek ve nohut gelmektedir.

Toplam baklagil üretim değerlerine bakıldığında Türkiye dünyanın en büyük üreticileri arasında yer almaktadır. 2014 verileri incelendiğinde, dünyada baklagil ekim alanı 85 655 492 ha ve üretimi 77 644 253 ton (FAO 2014) ve Türkiye’de baklagil ekim alanı 7 438 228 da, üretimi 1 035 832 ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam baklagil üretimi göz önünde bulundurulduğunda nohut % 43,4 , mercimek % 33, fasulye % 20,7 ve diğerleri (bakla, fiğ) % 3,6 paya sahiptir. Türkiye’de 2016 yılında nohut üretim alanı 360 000 ha olup üretim miktarı bir önceki yıla nazaran % 1,1 azalarak 455 000 ton olarak gerçekleşmiştir. (TÜİK 2016).

Depo zararlıları, depoda muhafaza edilen ürünler üzerinde beslenerek ağırlık kaybı, tohum özelliğinin kaybolması, besin kalite değerlerinde düşüş vb. değişikliklere neden olmakta ve bunun sonucunda üründe ticari değer kaybı meydana gelmektedir (Boxall 2001). Bruchidae familyasına bağlı olan baklagil tohum böceklerinin birçoğunun esas konukçuları Leguminosae familyasına bağlı bitki türleridir (Lodos 1998). Baklagil tohum böcekleri ‘tek döl veren türler’ (*Bruchus pisorum* L., *B. rufimanus* Boh., *B. lentis* Fröhl. ve *B. ervi* Fröhl.) ve ‘çok döl veren türler’ (*Callosobruchus maculatus* (F.) ve *Acanthoscelides obtectus* (Say.)) olarak 2 gruba ayrılırlar. Yurdumuzda depolanmış baklagillerde belirlenen en yaygın türlerin *C. maculatus* (Börülce tohum böceği) ve *A. obtectus* (Fasulye tohum böceği) olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Elmalı ve Toros 1990, Turanlı 2007). *C. maculatus* nohut, bezelye ve börülcede beslenerek çok döl veren bir zararlıdır. Her ay yeni nesil vererek depolanmış ürünler üzerindeki popülasyonunu çok süratli bir şekilde arttırmaktadır (Ouedraogo ve ark. 1996). Beslendiği depolanmış ürünü % 100 zarara uğratarak % 60 ağırlık kaybına sebep olmaktadır (Kaita ve ark. 2000). Başlıca zararları; ağırlık kaybı, pazar değeri kaybı (Elhag 2000), tohum çimlenme gücünün kaybı (Kayder ve ark. 1973, Seçkin 1981, Zeren ve Yabaş 1989, Baier ve Webster 1992) ve protein içeriğinde azalma olarak sıralanabilir. Piyasada çok önemli yer tutan baklagillerin zarar görmesi sonucu pazar değeri düşmekte ve bu zararlı ile mücadelenin önemi daha da artmaktadır.

Günümüz depo ürün yönetiminde; zararlılarla mücadelede en popüler yöntem kimyasal savaşımdır. Depolanmış baklagil zararlıları ile mücadelede en çok kullanılan kimyasallar ise; Kontak etkili sentetik insektisitler olan Chlorpyrifos-metil, Pirimiphos-metil, Malathion, Deltamethrin+piperonyl butoxide' dir. Ancak pestistlerin kalıntı bırakması ve direnç geliştirmesi gibi nedenlerle fumigant kullanımı yaygınlaşmıştır. Fumigant olarak bilinen 16 kimyasal madde olmasına rağmen, depolanmış ürünlerde en yaygın kullanılan fumigantlar metil bromit (MeBr) ve fosfin (PH<sub>3</sub>)'dir (Taylor 1994). 2015 yılında Montreal Protokolü kapsamında bütün dünyada metil bromit kullanımı son bulmuş ve sadece fosfin uygulanan zararlılarda direnç oluşumu görülmeye başlanmıştır. Bir çok ülkede depolanmış ürün zararlılarının fosfine karşı direnç kazandığı bildirilmiştir (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). Ülkemizde de yapılan çalışmalarda aynı şekilde fosfine dayanıklılık olduğu kaydedilmiştir (Koçak ve ark. 2015, Bozkurt 2016).

Son yıllarda fumigantların ve koruyucu insektisitlerin, direnç ve kalıntı gibi sorun oluşturmalarının yanı sıra çevre ve insan sağlığına olan zararlı etkileri araştırmacıları alternatif mücadele yöntemleri üzerine çalışmalar yapmaya yönlendirmiştir. İnert tozlardan olan Diatom toprağı (Diatomaceous earth) uygulamaları da bu alternatif mücadele yöntemlerinden birisidir. Diatom toprağının, depo zararlısı böceklerin kimyasal savaşımında kullanılan etkili maddelere göre daha az direnç oluşumuna neden olması, kalıntı bırakmaması, uygulama yapılan ürün üzerinden daha kolay bir şekilde uzaklaştırılması, son olarak çevreye ve memelilere daha az zarar vermesi nedeniyle depolanmış ürün zararlısı böceklerin mücadelesinde diatom toprakları kullanılmaktadır (Fields 1998).

Diatom toprakları, diatomit alglerin fosilleşmiş silisli kabuklarından oluşmuş bir çökelti olmakla beraber hücre çeperleri (kabukları) amorf silisten (SiO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O) oluşmuştur. Diatomların yaklaşık 15.000 türü olduğu saptanmıştır. Her türün kendine özgü geometrik şekli, gözenek yapısı ve büyüklüğü vardır. Büyüklükleri 2 -500 mikron arasında değişir. Ülkemizde 5-150 mikron arasında değişen büyüklüklerde diatomit türlerine rastlanmaktadır. Diatomların çeşitli nedenlerle yaşamlarının sona ermesi ile silisli kabukları bir araya toplanarak çökelmekte ve diatomit rezervlerini oluşturmaktadırlar (Özbey ve Atamer 1987). Diatom toprağı depolanmış ürün ve diğer tarım zararlılarına karşı oldukça etkili olmasının yanı sıra hedef olmayan organizmalar için de güvenlidir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (US EPA) Diatom toprağı (DE)' nin gıda depoları ve işletmelerinde gıda katkı maddesi olarak kullanılmasına izin vermiş ve gıda açısından güvenli olarak sınıflandırmıştır (EPA 1991).

Diatom toprağının böceklerin vücut duvarına yapışarak yağ moleküllerini absorbe ettiği ve böylelikle böceklerin su kaybından dolayı öldüğü belirlenmiştir (Ebeling 1971).

Ülkemizden elde edilen ve işlenen yerel diatom topraklarının depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliği üzerine son yıllarda dikkat çeken çalışmalar yapılmaktadır (Doğanay 2013, Işıkber ve ark. 2016, Alagöz 2016, Doğanay ve ark. 2017, Baytekin ve Sağlam 2017). Nohutta *C.maculatus* zararlısına karşı yerel diatom topraklarının insektisidal etkinliği üzerine ise sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Doğanay ve ark. 2017). Mevcut alışma kapsamında; Türkiyenin farklı bölgelerinden temin edilen diatom topraklarının yanı sıra Alman menşeli Silicosec<sup>®</sup> ve Amerikan menşeli Desect<sup>®</sup> ticari diatom preparatları da kullanılarak nohutta depolama sürecinde zarar yapan *C. maculatus*'a karşı insektisidal etkinliği değerlendirilmiş ve depolanmış ürün zararlı yönetiminde kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Prasantha ve ark. (2002), Fossil-Shield® diatom toprağının *Callosobruchus maculatus* ve *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) zararlılarına karşı toksisitesini araştırmışlardır. Diatom toprağı uygulamasını 20-25-30-35°C sıcaklık ve % 43-52-64-74-84 orantılı nem koşullarında gerçekleştirmişlerdir. Fasulye üzerindeki *C.maculatus* erginlerine, 2 gün boyunca sırasıyla 1020 mg/kg (ppm) ve 1080 mg/kg (ppm) konsantrasyon diatom toprağı uygulayarak ölüm oranlarını tespit etmişlerdir. *C.maculatus* erginlerine 25°C sıcaklık ve % 52 orantılı nem koşullarında 2 gün boyunca 1020 mg/kg konsantrasyon Fossil-Shield diatom toprağı uygulandığında % 60 ölüm oranı gözlemlenmiştir. Aynı süre ve konsantrasyonda 35°C sıcaklık ve % 52 orantılı nem koşullarında diatom uygulandığında ise yaklaşık olarak % 100 ölüm oranı gösterdiğini kaydetmişlerdir. Sonuç olarak Fossil-Shield® diatom toprağının *C.maculatus* ve *A.obtectus* zararlılarını kontrol etmede etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Stathers ve ark. (2004), ticari olarak geliştirilmiş 2 diatom toprağı Dryacides® ve Protect-It®'in 4 genel depo zararlısı *Prostephanus truncatus* (Horn) (Bostrichidae), *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), *Callosobruchus maculatus* ve *Acanthoscelides obtectus*'a karşı 3 farklı depolama periyodunda (0, 3 ve 6 aylık) etkisini araştırmışlardır. Denemeler, 27±5°C sıcaklık ve % 50 ile % 60 orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. 0-3 günlük *C.maculatus* erginlerine 3 gün boyunca 0,1 g Dryacid® ve 0.02g- 0.03g Protect-It® uygulandığında yaklaşık olarak % 100 oranında öldürdüğünü kaydetmişlerdir. 49. gün sonunda kontrol gruplarında F1 birey sayısını yaklaşık 350 adet olarak bulurlarken, 0.1 g Dryacid® uygulanan nohutta yaklaşık 150 adet ergin, 0.02g ile 0.03g Protect-It® uygulanan nohutta ise yaklaşık 160 adet ergin olarak bulmuşlardır. Her iki DE formülasyonunun, bütün depolama periyotlarında kontrole kıyasla *C.maculatus* ergin ölüm oranını artırırken F1 yavru verimini azalttığını kaydetmişlerdir. Sonuç olarak DE'nin zararlıları kontrol etmede etkili olduğunu gözlemlenmişler ve her bir böceğin DE'ye karşı hassaslığını farklı bulmuşlardır.

Islam ve ark. (2010), İki ticari diatom toprağı Silicosec®, Protect-It® ile monoterpenoidlerden, eugenol ve cinnamaldehyde' in *Callosobruchus maculatus* ve *Sitophilus oryzae* üzerine etkisini araştırmışlardır. 1000 ppm konsantrasyonda Silicosec®'e 72 saat maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin yaklaşık % 90 oranında öldüğünü, Protect-It®'e aynı konsantrasyon ve sürede maruz kalanların ise yaklaşık % 78 oranında öldüğünü tespit etmişlerdir. Genel olarak *C.maculatus*, DE ve karışım uygulamalarında *S.oryzae*'e göre daha

hassas bulunmuştur. DE, monoterpenoidlerle karıştırılarak uygulandığında ise ölüm oranları artmıştır. Protect-It® + cinnamaldehyde (LD<sub>50</sub> = 20.84 ppm) karışımını daha etkili bulan araştırmacılar diğer monoterpenoit ve DE karışımlarının daha az etki gösterdiğini bildirmişlerdir. DE'nin etkisinin monoterpenoitlerle karıştırılarak daha etkili olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Wakil ve ark. (2010), Diatom toprağının (Diafil 610) *Callosobruchus maculatus* 'a karşı etkisi üzerine laboratuvar koşullarında çalışma yapmışlardır. Denemeyi 25-30°C sıcaklık ile % 50-60 orantılı nem koşullarını kombine ederek yürütmüşlerdir. Diafil 610 DE formülasyonunu 4 farklı konsantrasyonda (200, 400, 600 ve 800 ppm) 50 karışık cinsiyetteki ergin *C. maculatus* 'a her bir kavanozda üç tekerrürlü olacak şekilde uygulamışlardır. 2., 3. ve 5. gün sayımlarında ölü bireyler ayrıldıktan sonra 25 gün beklenerek F1 ergin çıkışları kaydedilmiştir. Sonuç olarak bütün DE kombinasyonlarının etkili olduğu ancak en çok ölüm oranının (% 100); 800 ppm konsantrasyon, 30°C sıcaklık ve % 50 orantılı nem koşullarında 5. gün sonunda gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Shams ve ark. (2011), 30 °C sıcaklık ve % 65 orantılı nem koşullarında ticari diatom toprağı olan Silicosec®'i buğday ve börülceyle karıştırarak *Callosobruchus maculatus* (F.) ve *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculinoidea) erginlerine karşı insektisidal etkisini araştırmışlardır. *C. maculatus* için (300, 340, 387, 439 ve 500 mg/kg (ppm)), *S. granarius* için (250, 323, 426, 562 ve 750 mg/kg (ppm)) olmak üzere 5 farklı DE konsantrasyonu uygulamışlardır. Ölü ergin sayımını 24, 36 ve 48 saat sonra yapmışlardır. *C. maculatus* için 24 saat sonra LC<sub>50</sub> ve LC<sub>95</sub> değerlerini sırasıyla 351,55 ve 673,80 mg/kg olarak bulmuşlardır. 500 mg/kg doz Silicosec® uygulandıktan 24 sonra *C. maculatus* erginlerinin yaklaşık % 80 oranında öldüğünü ve 48 saat sonra bu oranın % 95'e ulaştığını kaydetmişlerdir. Silicosec®'in uygulama dozu ve maruz bırakılma süresi arttıkça ölüm oranlarını da arttırdığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca *C. maculatus* erginlerinin, *S. granarius* 'a kıyasla Silicosec®'e daha hassas olduğunu tespit etmişlerdir.

Hosseinreza ve ark. (2011), İran formülasyonu olan ticari Diatom toprağı (Sayan®)'ın ergin *Callosobruchus maculatus* 'a etkisini 30±1°C sıcaklık ve % 60±5 orantılı nem koşullarında laboratuvar ortamında araştırmışlardır. 6 farklı doz (0, 30, 72, 173, 416 ve 1000 ppm ) ve 6 tekerrürlü olarak yürüttükleri çalışmada, 3 günün sonunda 416 ppm konsantrasyonun *C. maculatus* zararlısı üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. 3 gün sonra LC<sub>50</sub> değerini yaklaşık olarak 58,85 ppm olarak bulmuşlardır. DE uygulaması yapılan tohumların uygulama



yapılmayan kontrol grubuna kıyasla yeni nesil böcek oluşumunu engellemede etkili olduğunu ve 1000 ppm konsantrasyon uygulandığında ise F1 çıkışının % 81 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Mahdi ve Khalequzzmaan (2012), Silicosec® Diatom toprağı (DE) ile diğer inert tozların (kaolin tozu, çeltik kavuz külü, kömür külü, alüvyal toprak ve Çin kili) ve insektisit carbaryl'in toz formülasyonunun *Callosobruchus chinensis* ve *C. maculatus*' a karşı etkisini araştırmışlardır. Denemede kullanılan tozları ergin böceklerin bulunduğu mercimek ve siyah fasülye olarak bilinen *Vigna munga* tohumları ile karıştırılarak uygulamışlardır. DE 50 ppm olarak karışımlara katılırken diğer inert tozları karışıma farklı oranlarda katmışlardır. Bütün tozların karışımıyla *C. maculatus* zararlısına karşı uygulama yapıldıktan 48 saat sonraki LD<sub>50</sub> değerini 3640.55 ppm olarak hesaplamışlardır. DE+ carbaryl için; LD<sub>50</sub> değerini 0.483 ppm olarak bulmuşlardır. DE+carbaryl kombinasyonu uygulamalarında toksisite değeri en yüksek olarak kaydedilmiştir. 1600 ppm doz DE karışımı uygulandıktan 48 saat sonra en yüksek etkiyi göstermiş ancak % 100 ölüm oranına ulaşmamışlardır. Toz ve killer tek başına uygulandığında *C. maculatus* ve *C. chinensis*' a karşı etkili olmazken bunların DE ile kombinasyonunun sinerjik etki yarattığını bildirmişlerdir.

Sadeghi ve ark. (2012), Sayan® ticari diatom toprağını; kepek, talaş, kil gibi maddeler ile karıştırarak *C. maculatus* ve 5 farklı depo zararlısı üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmayı 27 ± 2°C sıcaklık ve % 65 ±5 orantılı nem koşullarında laboratuvar ortamında 4 tekerürlü olarak yürütmüşlerdir. Ergin ölüm oranlarını 24, 48 ve 72 saat sonra hesaplamışlardır. 60 mg doz Sayan diatom toprağının tek başına uygulandıktan 72 saat sonra, *C. maculatus* erginlerinin % 48'ini öldürdüğünü tespit etmişlerdir. Kepek, talaş ve kile nazaran DE'nin *C. maculatus* erginlerini öldürmede daha etkili olduğu kanaatine varmışlardır.

Tofel ve ark. (2012), Börülce üzerindeki *C. maculatus* erginlerine Silicosec® uygulamışlardır. 21.5- 26.5°C sıcaklık ve % 71.0- 84.5 orantılı nem koşullarında laboratuvar ortamında gerçekleştirdikleri çalışmada 4 farklı konsantrasyondaki (0.5, 1, 1.5 and 2 g/kg) diatom toprağını börülce üzerine uygulamışlardır. 1, 2, 4 ve 6 gün sonunda ergin ölüm sayımları yapılmış ve *C. maculatus* erginlerine 4 gün boyunca 2 g/kg konsantrasyonda Silicosec® uygulandığında % 100 ölüm oranına ulaşıldığını tespit etmişlerdir. Silicosec®'in F1 verimini %80 den fazla azalttığını, diatom toprağının *C. maculatus* erginlerini kontrol etmede etkili olduğu entegre mücadele kapsamında alternatif olabileceği kanaatine varmışlardır.

Chelav ve ark. (2013), İnan menşeli ticari diatom toprağı Sayan®'ın b6r6lce tohum b6ceği, *Callosobruchus maculatus* 6zerine etkisini araştırmışlardır. 5 farklı DE konsantrasyonunu (0.1, 0.2, 0.5, 1.0 g/kg) 1 kg b6r6lce tohumlarına uygulamışlardır. Uygulamadan 1 g6n sonra her bir 6rnekten 50g alarak k66k şişelere koymuşlar ve i6lerine 25 ergin *C. maculatus* bırakmışlardır. 27±1 °C sıcaklık , % 60 ± 0.5 oranlı nem ve karanlık koşullarda 24-72 saat bekletildikten sonra ergin 6l6m oranlarını tespit etmişlerdir. 72 saat sonunda hayatta kalan erginleri ayırmış ve 6rneklere aynı koşullarda 35 g6n tutarak yeni yavru 6ıkışlarını g6zlemlemişlerdir. 0,0, 0,1 ve 0,2 g/kg konsantrasyonlarda ergin 6l6m oranlarını % 5 'den daha az bulmuşlardır. Doz miktarı ve uygulama s6resi arttık6a 6l6m oranının arttığını kaydetmişlerdir. 1,0 g/kg konsantrasyon 72 saat boyunca uygulandıktan sonra 6l6m oranının % 68'e ulaştığını bildirmişlerdir. En fazla F1 yavru 6ıkışını kontrol grubunda g6zlemlemişler ve doz miktarı arttık6a F1 veriminin azaldığını kaydetmişlerdir. Araştırmacılar Sayan® DE ticari form6lasyonunun *C. maculatus*'a karşı etkili olduğunu ancak daha y6ksek doz ve uygulama s6resinin zararlıyı kontrol etmede daha etkili olacağını bildirmişlerdir.

Badii ve ark. (2013), Diatomelerde, Probe-A, Fossil -Shield ve Damol-DI isimli 4 ticari Diatom form6lasyonlarının *Callosobruchus maculatus* 6zerine etkilerini araştırmışlardır. Her bir DE'yi 25 °C sıcaklık, % 50-80 oranlı nem koşullarında 4 farklı dozda (0.5, 1 , 1.5, ve 2 g/kg) *C. maculatus* bireylerinin bulunduğu petri kabına uygulamışlardır. 24 saat, 48 saat , 7 g6n ve 14 g6n sonraki ergin 6l6m oranları , ovipozisyon , b6ceklerin yeni d6l 6ıkışları ve tohumda ağırlık kaybı ile canlılık 6zerine etkilerini belirleyerek data verileri oluşturmuşlardır. Probe -A diatom toprağını, 1 ve 2 g/kg dozlarda 7.g6nde % 100 6l6m oranına ulaşan tek diatom toprağı olarak bulmuşlardır. Fossil –Shield ve Damol-DI diatom topraklarının ise 2 g/kg dozda 7.g6nde % 80-81 6l6m g6sterdiğini tespit etmişlerdir. Diatomelerde'nin ise aynı dozda 7.g6nde % 54 6l6m g6stererek diğerlerine kıyasla az etkili olduğunu kaydetmişlerdir. 1.5 g/kg doz uygulanan Probe-A diatom toprağının F1 6ıkışı ortalama 0.7 adet, Damol-DI diatom toprağında ise ortalama 1.7 olarak tespit etmişler ve yaklaşık % 90 oranında F1 6ıkışını baskı altına aldığını bildirmişlerdir. Sonu6 olarak; Probe-A ya da Damol-DI isimli ticari DE preparatlarının 1.5 ya da 2 g/kg dozlarda % 50 oranlı nem koşullarında *C. maculatus*'un yol a6tığı zararları engellemek i6in 6nemli bir alternatif olabileceğini kaydetmişlerdir.

Kabir ve Wulgo (2014), Celite 209, DiaFil 610, Protect-It ve SilicoSec isimli 4 farklı DE form6lasyonunun b6r6lce tohum b6ceği *Callosobruchus maculatus*'a karşı etkisini

araştırmışlardır. 27 - 32°C sıcaklık ve % 68-76 orantılı nem koşullarında 1-48 saat yaşındaki erginlere 4 farklı dozda (250, 500, 1000 ve 1500 mg/kg) diatom toprağı uygulamışlardır. Ergin ölüm oranlarını 3 ve 5 günlük maruz bırakılma süresinden sonra, F1 birey sayıları ve tohum zararını ise 40 gün sonra hesaplamışlardır. Bütün DE formülasyonlarında ergin ölüm oranlarını, uygulama yapılmayan kontroldekilere kıyasla yüksek bulmuşlardır. 3.gün sonunda 1500 mg/kg dozda Protec-It diatom toprağını % 100 ölüm oranına ulaşan tek diatom toprağı olarak bulmuşlardır. Celite 209 dışındaki bütün DE formülasyonlarını 1000 mg/kg'dan fazla dozda uyguladıklarında 5 gün sonra erginlerde ölüm oranının % 100'e ulaştığını kaydetmişlerdir. Silicosec'in ise aynı süre ve dozda % 80 civarında ölüm oranı gösterdiğini bulmuşlardır. 40 gün sonununda 1500 mg/kg doz uygulanan *C.maculatus* erginlerinin F1 ergin sayısı Protect-It için ortalama 3.7 adet, Silicosec için 3.3 adet olarak bulunmuştur. Araştırmacılar 4 farklı DE formülasyonunun *C. maculatus*'a karşı etkisini sırasıyla Protect-It > SilicoSec > Celite 209 = DiaFil 610 olarak tespit etmişlerdir.

Chelav ve Khashaveh (2014), SilicoSec® ticari diatom toprağının bürölce tohum böceğı *Callosobruchus maculatus*'a karşı etkisi üzerine 0 aylık, 3 aylık ve 6 aylık depolanma periyodunda depolanmış tohumlar üzerinde çalışma yürütmüşlerdir. Denemeyi 25 °C sıcaklık, % 55 orantılı nem ve karanlık koşullarda gerçekleştirmişlerdir. DE formülasyonunu 3 farklı (0.1, 0.5 ve 1 g/kg) dozda uygulamışlardır. *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranlarını 72 saatlik uygulama süresi sonunda kaydetmişlerdir. Sayımdan sonra bütün böcekleri (ölü ve canlı) şişelerden ayırmışlar ve aynı koşullarda 35 gün daha tutarak yeni yavru üretimini gözlemlenmişlerdir. Bütün depolama periyotlarında 1 g/kg doz DE uygulanan ürünlerde 72 saat sonra % 100 ölüm oranına ulaşmışlardır. F1 yavru üretiminin 1g/kg doz uygulanan ürünlerde yaklaşık % 95 oranında baskılandığını ve genel olarak doz arttıkça yeni yavru üretim miktarının önemli derecede azaldığını kaydetmişlerdir. Araştırmacılar SilicoSec®' in 6 aylık depolama periyodunun her döneminde 1 g/kg doz uygulandığında bürölce tohum böceğini kontrol altına alacağını bildirmişlerdir.

Ofuya ve ark. (2015), Silicosec® ticari diatom toprağı ile Batı Afrika siyah biberi olarak bilinen *Piper guineense* tohum tozlarının *Callosobruchus maculatus*'a karşı biyolojik etkilerini araştırmışlardır. Silicosec® ve *P. guineense* tohum tozlarını, enfekte olmuş bürölce tohumlarına küçük plastik kutularda 4 farklı konsantrasyonda (0.02, 0.04, 0.06, 0.08 g/ 20g tohum) uygulamışlardır. Diatom toprağı uygulanan *C. maculatus* erginlerinin 24 saat sonraki ölüm oranlarını % 85.6-90 olarak bulmuşlar ve 48 saat sonra bu oranın % 100'e ulaştığını

kaydetmişlerdir. *P. guineense* tozu uygulandıktan 24 saat sonra *C. maculatus* erginlerinin % 65-70'inin, 48 saat sonra ise % 99,6'sının öldüğünü tespit etmişlerdir. DE ve *P. guineense* tohum tozu karışımının, kontrole göre yeni bireyleri ve ovipozisyonu engellediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar *P. guineense* tohum tozunun Silicosec® ile karıştırılarak *C. maculatus*'a karşı uygulanmasının potansiyel bir alternatif mücadele yöntemi olabileceğini kaydetmişlerdir.

Doğanay ve ark. (2017), DeTurco-1 isimli yerel diatom toprağı ile ticari diatom toprağı Silicosec®'in depolanmış nohutta *C. maculatus* zararlısına karşı etkisi üzerine laboratuvar koşullarında çalışma yapmışlardır. DeTurco-1 ve Silicosec®'in 5 farklı konsantrasyonu (0, 250, 500, 700 ve 1000 ppm) kullanılarak yapılan çalışmada 1. gün, 3.gün ve 5.gün sonunda ergin ölüm oranlarını kaydetmişler ve 45 gün sonra F1 yavru sayımını yapmışlardır. 1.gün sonunda DeTurco-1'in 1000 ppm konsantrasyonda % 75 ölüm oranı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Silicosec®'in ise aynı doz ve sürede % 68 ölüm oranı gösterdiği belirtilmiştir. 3.gün ve 5. gün sayımlarında ise her iki diatomun genel olarak benzer sonuçlar verdiği kaydedilmiştir. 3.gün sonunda 1000 ppm konsantrasyonda DeTurco-1 ve Silicosec®'in yaklaşık olarak % 98 ölüm oranı gösterdiği belirlenirken 5.gün sonunda ise % 100 ölüm oranına ulaştığını kaydetmişlerdir. F1 yavru çıkışları tamamen kontrol altına alınmasada doz arttıkça çıkış yapan yavru sayısının azaldığını bildirmişlerdir.1000 ppm konsantrasyon DE uygulamalarında F1 yavru sayısı Silicosec® için 40, DeTurco-1 için 25 civarında olduğu kaydedilirken kontrol gruplarında bu sayıyı 350 civarında bulmuşlardır. Sonuç olarak DeTurco-1 yerel diatom toprağının baklagil zararlısı *Callosobruchus maculatus* ile mücadelede etkili olacağı kanaatine varmışlardır.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Biyolojik testlerde kullanılan böcek

Biyolojik denemelerde; depolanmış nohutun önemli zararlılarından olan börülce tohum böceği olarak bilinen *Callosobruchus maculatus* erginleri kullanılmıştır. Biyolojik denemelerde kullanılan böcekler Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölüm'ünde bulunan Toksikoloji Laboratuvarındaki stok kültürlerden elde edilmiştir. Şekil 3.1'de *Callosobruchus maculatus* erginlerinin mikroskop görüntüleri görülmektedir.



Şekil 3.1. *Callosobruchus maculatus* erginlerinin alttan (a) ve üstten görünüşleri (b)

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

Biyolojik testlerde ticari diatom preparatı Silicosec® (Biofa AG-Almanya), Desect® (Ep Naturals-Amerika) ile BGN-1 (Kayseri), BHN-1 (Kayseri), AG2N-1 (Ankara), AC2N-1 (Ankara), CB2N-1 (Çankırı), CCN-1 (Çankırı), FB2N-1 (Aydın) kodlu Türk diatom toprakları kullanılmıştır. Testlerde kullanılan diatom toprakları Şekil 3.2'de verilmektedir.



**Şekil 3.2.** Diatom toprakları (Silicosec<sup>®</sup>, Desect<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, FB2N-1, CCN-1)

### 3.1.3. Biyolojik testlerde kullanılan nohut

Biyolojik testlerde Türkiye’de en yaygın olarak kullanılan yemeklik nohut çeşidi olan “Koçbaşı” çeşidi kullanılmıştır. Uygulamalarda kullanılan nohut Şekil 3.3’de verilmektedir. KETT PM-650/A.B.D. model portatif nem tayin cihazı ile yapılan ölçümler sonucunda, testlerde kullanılan Koçbaşı çeşidi nohutun nem içeriği %  $9 \pm 1$  olarak belirlenmiştir.

Temin edilen nohutlar paketler halinde derin dondurucuda  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’de 3 gün süreyle bekletilerek, olması muhtemel zararlılardan arındırılmış ve biyolojik testlerde kullanılmak üzere steril hale getirilmiştir.



**Şekil 3.3.** Koçbaşı çeşidi nohut

## **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 ve AC2N-1 kodlu diatom toprağı Ankara, CB2N-1 ve CCN-1 kodlu diatom toprağı Çankırı ve FB2N-1 kodlu diatom toprağı Aydın illerinden temin edilmiştir. Bu alanlarda yer alan diatom toprağı kaynağını temsil etmek üzere rastgele bir şekilde farklı alanlardan 10 yarma yapılarak en az 2 kg'lık oluk numuneler elde edilmiştir. Daha sonra bu elde edilen oluk numuneler sırasıyla kodlanarak laboratuvara taşınmıştır.

Numune diatom toprakları, içeriğindeki nem miktarı % 3-5 olana kadar  $100\pm 10$  °C'de 2 saat süreyle fırında bekletilerek kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra diatom toprakları en yüksek hızda laboratuvar değirmeninde (Mertler LB-160/Türkiye) öğütülerek, 100 mesh (149 µm) elek yardımıyla elenmiştir. Eleğin alt tarafında kalan nemli küçük parçacıklar havalandırılmalı fırın içerisinde 40 °C'de 24 saat süreyle kurutulmuştur. Böylelikle 149 µm ve daha küçük partikül büyüklüğündeki diatom toprakları denemelerde kullanılmak üzere elde edilerek 1 l'lik cam kavanozlarda laboratuvar koşullarında muhafaza edilmiştir.

### **3.2.2. Diatom topraklarının taramalı elektron mikroskopunda görüntülenmesi**

Biyolojik denemeler sırasında kullanılan diatomların görüntüleri; Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde (NABİLTEM) bulunan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (FEI, QUANTA FEG 250/A.B.D.) ile elde edilmiştir.

### **3.2.3. Diatom topraklarının Silisyum Dioksit (SiO<sub>2</sub>) oranı ve partikül büyüklüğünün belirlenmesi**

Lazerli Tane İriliği Dağılım cihazı kullanılarak diatom topraklarının partikül büyüklükleri tespit edilmiştir. Asitte çözme ve Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) yöntemiyle Silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) oranı hesaplanmıştır. Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'ne bağlı akredite olmuş Analiz Laboratuvarına analizler yaptırılmıştır.

### **3.2.4. Diatom topraklarının Nohut üzerinde yapışma oranlarının belirlenmesi**

Diatom topraklarının nohut üzerine yapışkanlığı ile ilgili literatürde bir protokole rastlanmadığından tahıllar için yapışma testi referans alınmıştır. Diatom topraklarının ürün üzerindeki yapışma oranları Korunic (1997)'in bildirdiği protokole uyularak yapılmıştır. Biyolojik denemelerde kullanılan diatom toprakları (Silicosec<sup>®</sup>, Desect<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1 ve FB2N-1) için yapışma testleri 3 tekerrürlü olacak şekilde uygulanmıştır. Yapışma oranı belirlenecek olan nohuttan 500 g örnek alınarak 3 l hacimli cam kavanozlara aktarılmıştır. Her bir diatom toprağı 1000 ppm (0.5 g DE/ 0.5 kg ürün) konsantrasyonda kavanozlara aktararak kapaklarla boşluk kalmayacak şekilde sıkıca kapatılmıştır. 60 saniye süresince elle çalkalandıktan sonra diatom toprağı uygulaması yapılan nohutlar, 2 mm Retsch marka metal elek kullanılarak (Retsch/Almanya) 1 dakika boyunca elenmiştir. Elek altında biriken diatom toprakları hassas terazide tartılarak elde edilen değerler kaydedilmiştir. Ürünlere atılan toplam diaotom toprağı ile kaydedilen değerler arasındaki fark hesaplanarak, aşağıdaki formül yardımıyla yapışma oranları yüzde olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Yapışma oranı} = ((A-B)/A) \times 100$$

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



### 3.2.5. *Callasobruchus maculatus* erginlerinin yetiştirilmesi

Denemelerde kullanılan *Callasobruchus maculatus* kültürü için besi ortamı olarak nohut kullanılmıştır. Nohutlar denemelerde kullanılmadan önce paketler halinde -20 °C’de 3-5 gün bekletilerek olası zararlı ve hastalık bulaşıklığı ortadan kaldırılmıştır. 1 litrelik kavonozlara 300 g nohut konularak, üzerlerine 30-40 adet karışık cinsiyetli ergin bireyler bırakılmıştır. 7 gün boyunca % 65±5 nem ve 25±1 °C sıcaklıkta iklim odasında karanlık ortamda kalmış ve böylelikle erginlerin çiftleşerek dane üzerine yumurta bırakması ve yumurtadan çıkan larvaların dane içerisine girişi sağlanmıştır. 7. gün sonunda ergin *C.maculatus*’lar 5 mm elek kullanılarak kavanozdan alınmıştır. Larvaların gelişmesi ve ergin çıkışları günlük olarak kontrol edilerek yeni nesil ergin çıkışı olduğunda 5 mm elek yardımıyla ergin bireyler alınmıştır. Alınan böcekler denemelerde kullanılarak ya da yeni nohutlu kavonozlara alınarak kültür devamlılığı çalışma süresince bu şekilde sağlanmıştır.

### 3.2.6. Biyolojik testler ve deneme yöntemi

Denemelerde kullanılan nohutlar, 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 0.05, 0.150, 0.250, 0.500 ve 0.750 g (100, 300, 500, 1000 ve 1500 ppm) olacak şekilde tartıldıktan sonra cam kavanoz içerisindeki ürünlerin üzerine konularak konsantrasyonlar sağlanmıştır. Daha sonra bu kavanozların ağızları metal kapaklarla sıkıca kapatılıp, diatom toprağının nohut üzerine homojen bir şekilde yapışması için 3 dakika boyunca elle çalkalanmıştır. Nohut denemelerinde her bir diatom toprağı ve uygulama dozu, etkinlik değerlendirmesi yapmak için uygulama yapılmayan kontrol gruplarıyla kıyaslanmıştır. 500 g’lık ürün, 200 ml’lik cam şişelere Sinbo marka mutfak terazisi kullanılarak 100’er g olacak şekilde konulmuştur. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 5’er tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her bir cam şişe içerisine stok kültürlerden elde edilen <2 günlük 20’şer adet karışık cinsiyette ergin *C.maculatus* ince fırça yardımıyla bırakılmış ve şişelerin ağızları hava giriş-çıkışını sağlayan tülle lastiklenerek sıkıca kapatılmıştır. Şişeler gruplar halinde sıralı bir şekilde 25±1 °C sıcaklık ve % 55±5 nispi neme ayarlanmış Jeotest marka iklimlendirme dolabında bekletilmiştir.

Ergin ömrünün kısa olması nedeniyle 1, 3, 5 ve 7.gün sonunda şişelerde canlı-ölü böcek sayımları şeklinde yapılmıştır. Eleme işleminden yaklaşık 60 saniye sonra yumuşak uçlu fırça ile

dokunulduğunda hareket etmeyen, bacakları çekilmemiş şekilde duran böcekler ölü olarak kabul edilmiştir. 7.gün sayımı tamamlandıktan sonra bütün böcekler dışarı alınmıştır. Nohutlar dozlarına göre ayrılarak üzerinde delikler bulunan plastik saklama kaplarına konulmuş ve  $26 \pm 1$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 5$  nispi nem koşullarında 80 l hacimli ve kapaklı plastik saklama kabında, karanlık ortamda 42 gün boyunca bekletilmiştir. Ortam neminin sabit kalması için Sodyum Bromür (94.32g NaBr/100 ml su) çözeltisi kullanılmıştır (Greenspan 1976). 42 gün sonra şişelerde tekrar sayım yapılarak, *C. maculatus* yeni nesil ergin sayısı belirlenmiştir.

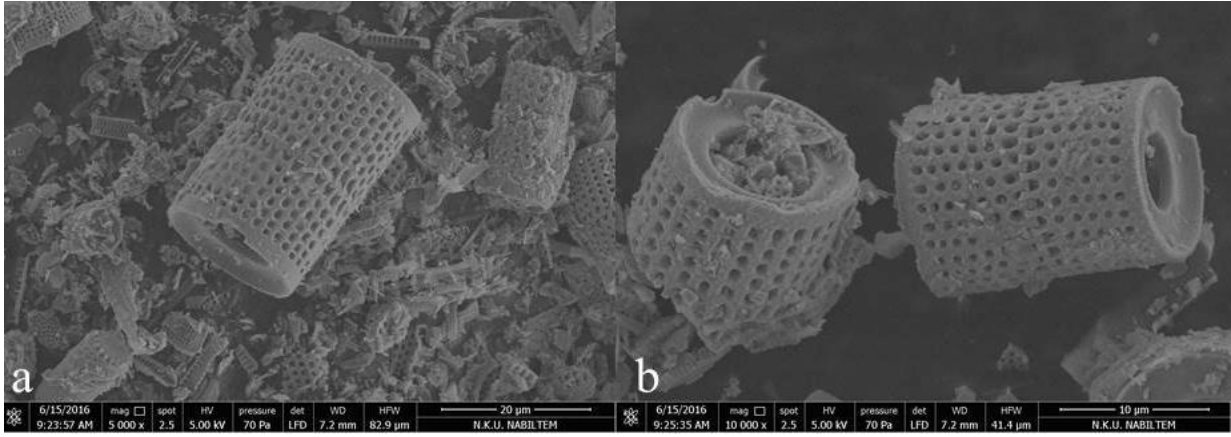
### **3.2.7. Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizler**

Denemeler 1, 3, 5 ve 7.gün sayımlarında ölü bulunan ve 42.gün sayımlarında yeni nesil ergin (F1) çıkışı sağlayan canlı birey sayıları EXCEL programında tablolar yapılarak kayıt altına alınmıştır. 1, 3, 5 ve 7.gün sayımlarında tespit edilen ölüm oranları, kontrol sayımlarında elde edilen ölüm oranları referans alınarak, Abbott'un düzeltme formülü (Abbott 1925) ile düzeltilmiştir. Düzeltilen ölüm oranlarına Arcsin transformasyonu uygulandıktan sonra çıkan değerlere SPSS 15.0 istatistik programında çift yönlü (Faktörler; Diatom toprağı çeşiti ve Konsantrasyon) varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. 42 gün sonra tespit edilen yeni nesil (F1) *C.maculatus* birey sayılarında herhangi bir düzeltme yapılmayarak direk varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. % 5 önem seviyesinde Duncan testi referans alınarak, ölüm oranlarına ve yeni nesil ergin birey sayılarına ait ortalamalar arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

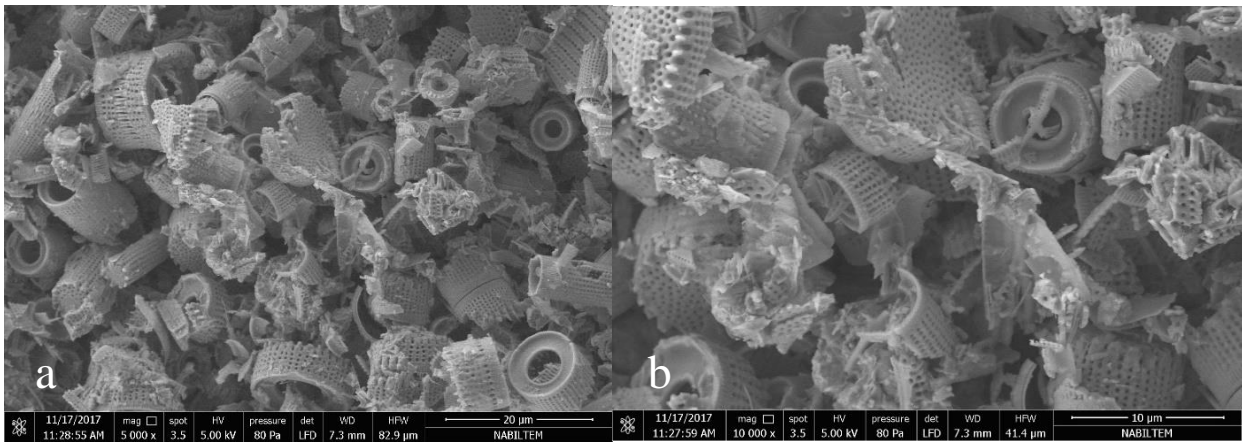
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Diatom topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

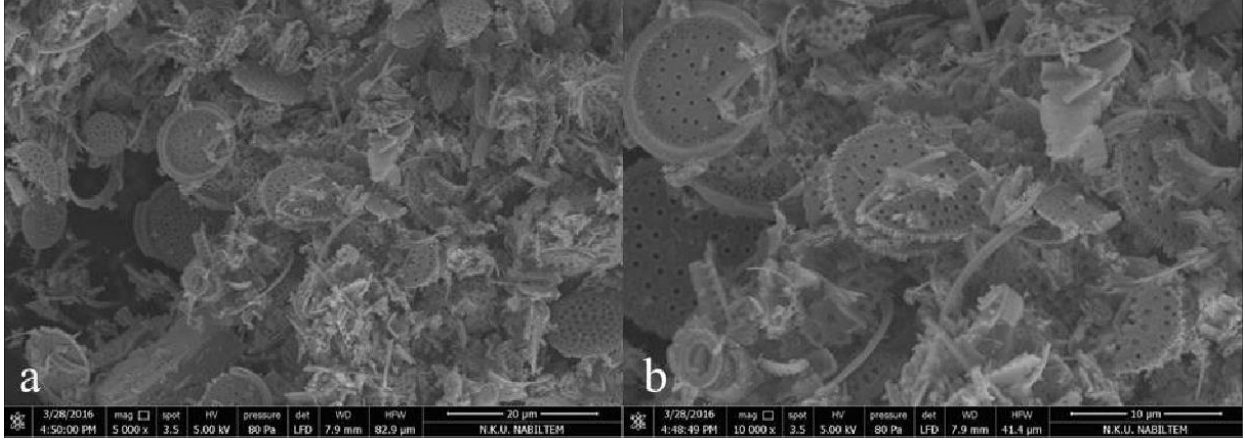
Biyolojik denemelerde test edilen Silicosec<sup>®</sup>, Desect<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N1, CCN-1 ve FB2N1, kodlu diatom topraklarını meydana getiren diatomit parçacıklarının 1000, 5000 ve 10 000 kat büyütülmüş Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri aşağıda sırasıyla verilmektedir (Şekil 4.1-4.9). 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. CCN-1 ve AG2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağı görüntülerinde seçici diatomit şekilleri tespit edilememiştir.



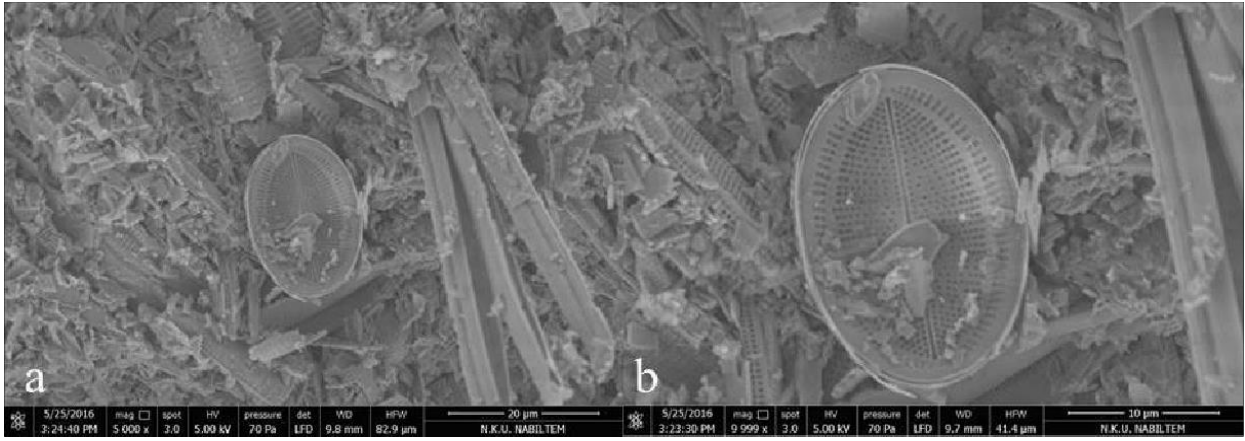
Şekil 4.1. Silicosec<sup>®</sup> (Almanya) ticari diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri:  
(a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



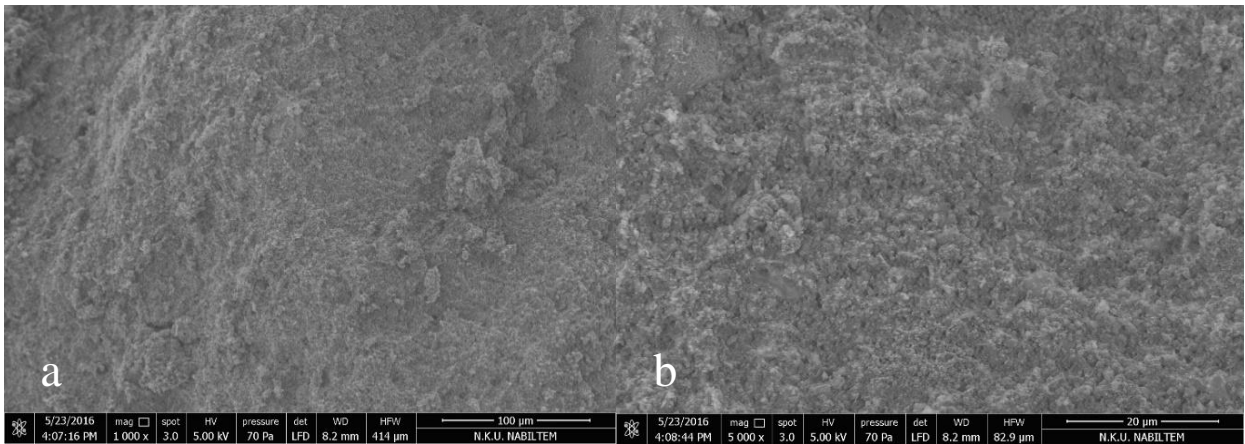
Şekil 4.2. Desect (Amerika) ticari diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri:  
(a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



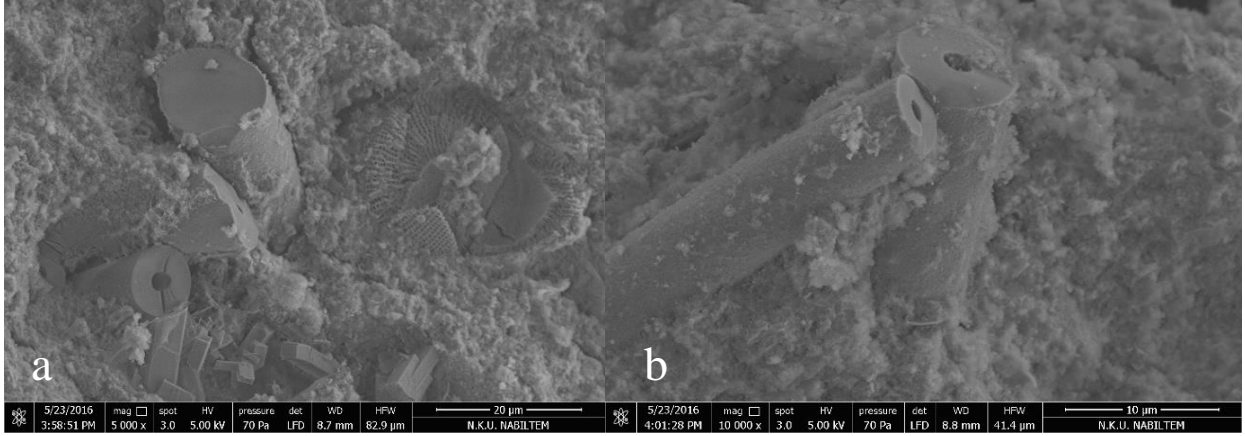
**Şekil 4.3.** BGN-1 kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



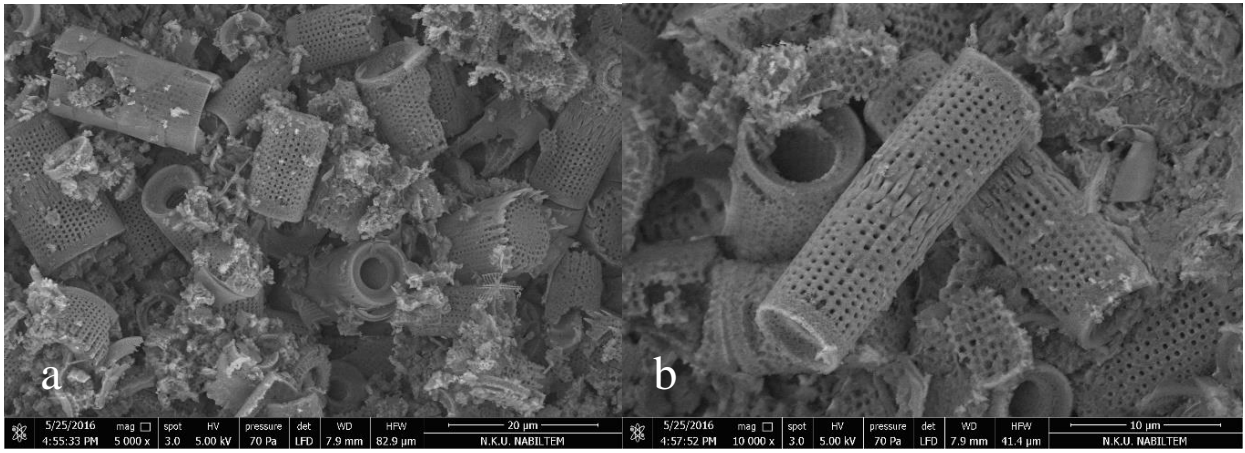
**Şekil 4.4.** BHN-1 (Kayseri) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



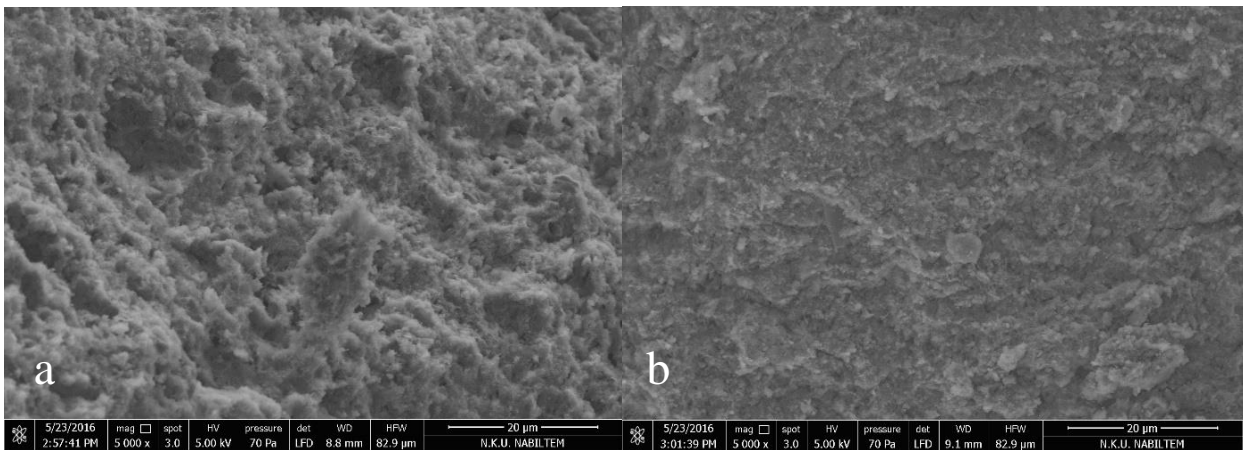
**Şekil 4.5.** AG2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 1000x büyütme (b) 5000x büyütme



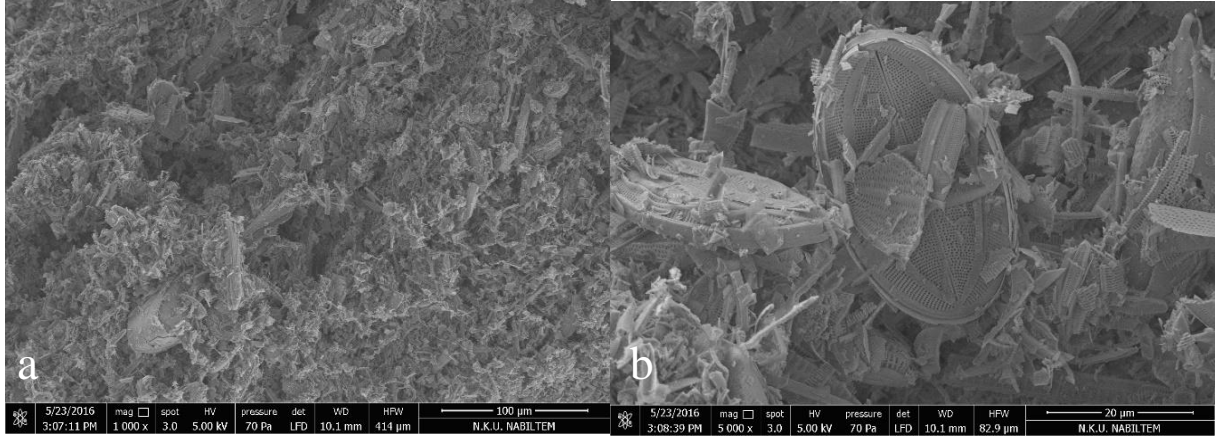
**Şekil 4.6.** AC2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



**Şekil 4.7.** CB2N-1 (Ankara) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



**Şekil 4.8.** CCN-1 (Çankırı) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri: (a) 5000x büyütme (b) 10000x büyütme



**Şekil 4.9.** FB2N-1 (Aydın) kodlu diatom toprağını oluşturan diatomitlerin görüntüleri:

(a) 1000x büyütme (b) 5000x büyütme

Biyolojik denemelerde testlenen Silicosec<sup>®</sup>, BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1, FB2N-1 kodlu diatom toprak numuneleri, partikül çaplarının ve ihtiva ettiği SiO<sub>2</sub> oranlarının belirlenebilmesi için MTA laboratuvarında analiz ettirilmiş, ancak ticari Desect diatomu için katalogunda belirtilen bilgiler kullanılmış ve MTA analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmektedir.

**Çizelge 4.1.** Biyolojik denemelerde kullanılan diatom topraklarının morfolojik özellikleri ve SiO<sub>2</sub> oranları

Diatom Toprağı Kodu	Medyan Partikül Büyüklüğü <sup>3</sup> (µm)	SiO <sub>2</sub> Oranı (%)	Renk	Diatom partikülü durumu <sup>4</sup>
Silicosec <sup>®1</sup>	12.515	85.70	Sarımtırak- beyaz	+
BGN-1 <sup>1</sup>	12.980	83.20	Krem-beyaz	+
BHN-1 <sup>1</sup>	20.059	91.40	Beyaz	+
CB2N-1 <sup>1</sup>	13.090	80.75	Sarımtırak-beyaz	+
FB2N-1 <sup>1</sup>	16.997	91.90	Beyaz	+
CCN-1 <sup>1</sup>	12.752	74.60	Sarımtırak-beyaz	-
AG2N-1 <sup>1</sup>	12.319	20.90	Beyaz	-
Desect <sup>®2</sup>	-	85.00	Beyaz	+
AC2N-1 <sup>1</sup>	Analize gönderildi, sonuç beklenmektedir.			+

<sup>1</sup>Kodları verilen diatom topraklarının analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’ne ait Analiz Laboratuvarı tarafından yapılmıştır. <sup>2</sup>Ürünün katalogundan alınan verilerdir. <sup>3</sup>Hacimsel kümülatif partikül büyüklüğü dağılımında toplam partikül hacminin %50’sine denk gelen medyan değeridir. <sup>4</sup>SEM analiz sonucuna göre diatom yapısının görülüp görülmemesi

Çizelge 4.1 verileri incelendiğinde biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının partikül çaplarının BHN-1 kodlu diatom toprağı (20.059 µm)hariç 12-17 µm arasında olduğı gözlenmektedir. Testlenen diatom topraklarının SiO<sub>2</sub> oranları incelendiğinde, oldukça değışken değerlere sahip olduğı anlaşılmaktadır. AG2N-1 kodlu diatom toprağı % 20.9 oranıyla en düşük, BHN-1 kodlu diatom toprağı ise % 91.4 oranıyla en yüksek SiO<sub>2</sub> ihtiva eden diatom toprakları olarak tespit edilmiştir. Diğer diatom topraklarının SiO<sub>2</sub> oranları % 74-85 arasında değışim göstermektedir. Testlenen diatom topraklarının renkleri ise beyaz veya beyazın tonları arasına değışim göstermektedir.

#### 4.2. Nohut üzerine diatom topraklarının yapışma oranları

Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının nohut üzerinde yapışma testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmektedir.

**Çizelge 4.2.** Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının, nohut üzerinde yapışma oranları

Diatom Toprağı	Yapışma oranı ± S.hata %
AG2N-1	88,8±1,80 <b>A*</b>
Silicosec <sup>®</sup>	87,8±1,04 <b>AB</b>
FB2N-1	86,3±1,33 <b>ABC</b>
AC2N-1	82,0±2,13 <b>BCD</b>
BHN-1	80,8±2,77 <b>CD</b>
Desect <sup>®</sup>	79,3±1,85 <b>D</b>
BGN-1	79,0±0,54 <b>D</b>
CCN-1	73,2±0,94 <b>E</b>
CB2N-1	72,2±3,01 <b>E</b>

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

Çizelge 4.2 incelendiğinde nohut üzerine diatom topraklarının yapışma oranlarının % 72-88 aralığında değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Desect® ve BGN-1 kodlu diatom toprakları sırasıyla %79, %79,3 yapışma oranı göstermiş ve aralarında istatistiksel olarak farklılığın olmadığı görülmüştür. CCN-1 ve CB2N-1 kodlu diatom toprakları ise sırasıyla %73.2, %72,2 yapışma oranı göstermiş ve aralarında istatistiksel olarak farklılığın olmadığı görülmüştür. Diğer diatom toprakları yapışma oranları bakımından birbirinden istatistiksel olarak farklılık göstermişlerdir. Athanassiou ve Kavelleriatos (2005), diatom toprağının ürünlere yapışma oranlarını belirleme üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek yapışma oranının % 92 ile pirinçte, en düşük yapışma oranının ise % 10 ile mısırdada olduğunu saptamışlardır. Yapışma oranının her ürün için farklı olduğunu kaydetmişlerdir.

#### **4.3. Nohut üzerinde *Callasobruchus maculatus* ile yürütülen biyolojik testler**

##### **4.3.1. Birinci gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları**

Nohut üzerinde uygulanan ve her bir diatom toprağının 5 farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *C.maculatus* erginlerinin 1. gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çift yönlü varyans analiz sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{8,180}=66.896$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,180}=107.198$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{32,180}=9.400$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Nohut üzerinde 1 gün boyunca sürdürülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.3 dikey olarak incelendiğinde; Silicosec ( $F_{4,20}=0.874$ ,  $P=0,497$ ), BGN-1 ( $F_{4,20}=1.050$ ,  $P=0,407$ ) ve FB2N-1 ( $F_{4,20}=1.392$ ,  $P=0,273$ ) hariç, diğer tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu görülmüştür. BHN-1, AG2N-1 ve CCN-1 kodlu yerel diatom topraklarında en yüksek ölüm oranları 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonda görülmüştür. AG2N-1 kodlu diatom toprağının 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlardaki ölüm oranlarının 300 ve 500 ppm konsantrasyonlardaki ölüm oranlarından önemli düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Silicosec®, Desect®, BGN-1, AC2N-1, FB2N-1 diatom topraklarının konsantrasyon artışına bağlı olarak ölüm oranları incelendiğinde, etki bakımından büyük bir artış görülmemiş ve genel anlamda 1. günde düşük etki gösterdikleri tespit edilmiştir



**Çizelge 4.3.** Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 1 gün süreyle maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Ölüm Oranı (%) ± S. Hata									F ve P Değeri
	Silicosec®	Desect®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	AC2N-1	CB2N-1	CCN-1	FB2N-1	
1500 ppm	4.1±2.6* Ad	7.2±2.9 Ad	6.9±3.6 Ad	57.6±2.9 Ab	58.8±5.2 Ab	2.6±1.2 ABd	21.2±0.7 Ac	74.7±6.2 Aa	9.6±1.6 Acd	F <sub>8,36</sub> =35.336 P<0.0001
1000 ppm	4.8±3 Ac	4.8±1.6 Abc	4.4±1.3 Ac	45.6±1.4 Ba	54.2±5.3 Aa	3.9±1.8 Ac	13±3.2 Ab	56.4±5.2 Ba	8.4±1.7 Abc	F <sub>8,36</sub> =30.809 P<0.0001
500 ppm	2.9±1.9 Ade	0±0 Bd	1.6±1.1 Ade	21.1±2 Ca	9.7±3.5 Bbc	0±0 Bd	4.8±1.5 Bcd	15.1±0.9 Cab	5.6±2.4 Acd	F <sub>8,36</sub> =11.486 P<0.0001
300 ppm	1±1 Abc	0±0 Bc	1±1 Abc	5.8±1.8 Da	7.8±1.9 Ba	0±0 Bc	3.6±1.6 Bab	5±1.6 Ca	7.9±1.3 Aa	F <sub>8,36</sub> =11.161 P<0.0001
100 ppm	0±0 Ab	1±1 Bb	3.5±2.5 Aab	2.1±1.2 Eab	0±0 Cb	0.9±0.9 ABb	1±1 Bb	1±1 Db	4.8±1.4 Aa	F <sub>8,36</sub> =1.783 P=0.113
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =0.874 P=0,497	F <sub>4,20</sub> =6.51 3P=0,00 2	F <sub>4,20</sub> =1.050 P=0,407	F <sub>4,20</sub> =64.838 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =45.151 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =2.954 P=0,045	F <sub>4,20</sub> =13.502 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =72.576 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =1.392 P=0,273	

\* 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.

Nohut üzerinde 1 gün boyunca sürdürülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.3 yatay olarak incelendiğinde; 100 ppm konsantrasyon hariç ( $F_{8,36}=1.783$ ,  $P=0.113$ ), diğer bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından karşılaştırıldıklarında *C. maculatus* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. 1.gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan CCN-1 kodlu diatom toprağı, % 75 ölüm oranı ile diğer diatom toprakları içerisinde kısa sürede en yüksek etkiye sahip diatom toprağı olarak tespit edilmiştir. 1000 ppm konsantrasyonda; CCN-1 kodlu diatom toprağı % 56, AG2N-1 kodlu diatom toprağı % 54 oranında ölüm göstermiştir. Tüm diatom toprakları için en yüksek ölüm oranları 1500 ppm konsantrasyonda gözlemlenirken %100 ölüm oranı görülmemiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *C. maculatus* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru CCN-1 > AG2N- 1 > BHN-1 > CB2N-1 > FB2N-1 > Desect > BGN-1 > Silicosec > AC2N-1 olarak tespit edilmiştir.

#### **4.3.2. Üçüncü gün sonunda biyolojik testlerden elde edilen ölüm oranları**

Nohut üzerinde uygulanan ve her bir diatom toprağının 5 farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin 3.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{8,180}=73.866$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,180}=659.275$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{32,180}=9.179$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.4.** Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 3 gün süreyle maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata									F ve P Değeri
	Silicosec®	Desect®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	AC2N-1	CB2N-1	CCN-1	FB2N-1	
1500 ppm	82.9±2.9* Acd	71.7±2.9 Ade	82.3±4.8 Acd	96.3±1.6 Aab	100±0 Aa	61.1±8.9 Ae	90.6±1.1 Abc	98±1.1 Aa	78.7±6.2 Acd	F <sub>8,36</sub> =15.200 P<0.0001
1000 ppm	62.2±5.2 Bb	70.4±3.7 Ab	65.3±6.3 Bb	92.1±2.6 Aa	94.1±1.7 Ba	40.3±7.8 Bc	66.1±4 Bb	96±1.8 Aa	62.7±4.8 Bb	F <sub>8,36</sub> =17.017 P<0.0001
500 ppm	48.3±3.2 Cb	25.2±5.8 Bd	9.5±1.2 Ce	31.4±2.3 Bcd	36±2.8 Cc	2.9±2.2 Cf	39.7±2.6 Cbc	72.9±3 Ba	23.9±2 Cd	F <sub>8,36</sub> =46.989 P<0.0001
300 ppm	20.4±2.6 Db	8.7±2.9 Cb	5.5±0.9 Cb	6.8±1.1 Cb	21.6±2.6 Da	1±1 Cc	22.5±0.9 Da	23.8±4.3 Ba	20.6±4.1 Ca	F <sub>8,36</sub> =51.558 P<0.0001
100 ppm	0±0 Ed	0.7±1.06 Dcd	4.2±2.6 Ccd	4.9±1.6 Cbc	11.3±1.8 Eab	3.5±2.4 Ccd	10.6±1.1 Eab	6.4±3.4 Cbc	17.7±2.8 Ca	F <sub>8,36</sub> =7.441 P<0.0001
Kontrol	0±0	0.5±0.5	2±1.2	0±0	0±0	2±1.2	0±0	0±0	1±1	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =150.222 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =67.512 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =68.741 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =131.617 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =247.357 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =28.780 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =204.950 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =76.216 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =35.671 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.

Nohut üzerinde 3 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.4 dikey olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağı olarak *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğı görülmüştür. 9 farklı diatom toprağı içerisinde 1500 ppm konsantrasyonda sadece AG2N-1 kodlu diatom toprağı % 100 ölüm oranına ulaşmıştır. AG2N-1 kodlu diatom toprağı 500 ppm konsantrasyonda % 36 oranında ölüm gerçekleştirirken 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonda sırasıyla % 94, 100 ölüm oranı gerçekleştirmiş ve bu iki konsantrasyon arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik görülmemiştir. CCN-1 kodlu diatom toprağı 500 ppm konsantrasyonda % 73 oranında ölüm gerçekleştirmiştir. CCN-1 kodlu diatom toprağı 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında sırasıyla % 96 ve 98 oranında ölüm gerçekleştirirken bu iki konsantrasyon arasında etki bakımından istatistiksel açıdan benzerlik tespit edilmiştir. BGN-1, FB2N-1 kodlu diatom toprakları ile Silicosec® ticari diatom toprağı özellikle 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında etki bakımından benzerlik göstermişlerdir. CCN-1 ve AG2N-1 kodlu diatom toprakları 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında etki bakımından benzer bulunmuştur. AC2N-1 kodlu diatom toprağı incelendiğinde ise diğ er diatom topraklarına göre 3. gün sonunda genel olarak düşük etki göstermiştir.

Nohut üzerinde 3 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.4 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatomlar kendi aralarında etki bakımından karşılaştırıldıklarında *C. maculatus* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılıklar olduğı görülmüştür. 1500 ppm konsantrasyonda uygulanan AG2N-1 kodlu diatom toprağı % 100, CCN-1 kodlu diatom toprağı % 98 ölüm oranı ile en yüksek etkiyi gösterirken gerçekleştirirken, AC2N-1 kodlu diatom toprağı ise en düşük etkiye sahip olmuştur. 1000 ppm konsantrasyonda Silicosec® ticari diatom toprağı % 62, BGN-1 kodlu diatom toprağı % 65, CB2N-1 kodlu diatom toprağı % 66 oranında ölüm oranı göstermiş ve uygulanan diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik görülmüştür. CCN-1 kodlu diatom toprağı 300 ve 500 ppm konsantrasyonda sırasıyla % 24 ve % 73 ölüm oranı göstererek, uygulanan diğ er diatom topraklarına nazaran daha düşük konsantrasyon uygulamalarında daha fazla etkiye sahip olduğı görülmüştür. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *C. maculatus* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru AG2N-1 > CCN-1 > BHN-1 > CB2N-1 > Silicosec® > BGN-1 > FB2N-1 > Desect® > AC2N-1 olarak belirlenmiştir.

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

Nohut üzerinde uygulanan ve her bir diatom toprağının 5 farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin 5.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{8,180}=56.916$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,180}=513.054$ ,  $P<0.0001$ ) ölüm oranları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{32,180}=7.335$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Nohut üzerinde 5 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.5 dikey olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu görülmüştür. BHN-1 kodlu diatom toprağı 500 ppm konsantrasyon uygulamasında % 98, 1000 ppm ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise % 100 ölüm gerçekleştirerek diğer diatom topraklarına göre en düşük dozdan itibaren yüksek etki göstermiştir. CCN-1 kodlu diatom toprağı 300 ppm ve 500 ppm konsantrasyon uygulamasında sırasıyla % 58 ve % 88 ölüm gerçekleştirirken 1000 ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında % 100 ölüm gerçekleştirmiştir. AG2N-1 kodlu diatom toprağı 1000 ppm konsantrasyon uygulamasında % 99, 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında ise % 100 ölüm gerçekleştirerek uygulanan konsantrasyonlar arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. AC2N-1 kodlu diatom toprağının uygulama konsantrasyonu 300 ppm'den 1500 ppm'e çıkartıldığında etkinliğini yaklaşık 9 kat arttırarak % 10'dan % 87'ye çıkardığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 5 gün süreyle maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata									F ve P Değeri
	Silicosec®	Desect®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	AC2N-1	CB2N-1	CCN-1	FB2N-1	
1500 ppm	99.2±0.8* Aa	96.1±1.7 Aa	98.8±1.1 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	86.5±4.5 Ab	99±0.9 Aa	100±0 Aa	95.1±2.7 Aa	F <sub>8,36</sub> =4.421 P=0.001
1000 ppm	97.1±1.1 Aabc	95±0.2 Abcd	93.8±3.1 Aabcd	100±0 Aa	99±1 Aab	83.4±6.3 Ad	92.6±3.3 Bbcd	100±0 Aa	89.6±3.1 Acd	F <sub>8,36</sub> =4.040 P=0.02
500 ppm	85.9±3.5 Bb	63.8±3.8 Bcd	46.3±5.6 Bd	98.1±1.1 Aa	68.4±3.9 Bc	16.2±6.3 Be	72.1±4.3 Cc	88.2±4.6 Bb	91.2±2.8 Aab	F <sub>8,36</sub> =26.435 P<0.0001
300 ppm	74.6±2.1 Cab	23.2±2.1 Cd	29.2±2.7 Cd	82.9±2.3 Ba	48.4±4.4 Cc	9.9±3.3 Be	54.6±2 Dc	57.9±3.8 Bc	71.4±6.3 Bb	F <sub>8,36</sub> =47.198 P<0.0001
100 ppm	18.9±2.3 Db	6.7±1.3 Dbc	11±3.9 Dbc	38.2±6.8 Ca	19.6±2.9 Db	5.5±2.4 Bc	18.4±1.8 Eb	18.1±5.8 Cb	51.7±3.5 Ca	F <sub>8,36</sub> =11.216 P<0.0001
Kontrol	5.7±0.8	5.4±0.5	5±2.2	5.1±1.1	5.1±1.1	5±2.2	5.1±1.1	5.7±0.8	10±2.06	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =70.221 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =195.655 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =72.748 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =81.082 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =153.688 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =38.268 8 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =71.447 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =66.595 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =13.138 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.

Nohut üzerinde 5 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.5 yatay olarak incelendiğinde; bütün konsantrasyonlarda uygulanan diatomlar kendi aralarında etki bakımından karşılaştırıldıklarında *C.maculatus* erginleri üzerindeki ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında BHN-1, AG2N-1 ve CCN-1 kodlu diatom topraklarında % 100 ölüm tespit edilmiştir. 1000 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise BHN-1 ve CCN-1 kodlu diatom topraklarında %100 ölüm tespit edilmiştir. 500 ppm konsantrasyon uygulamalarında Silicosec® ve CCN-1 sırasıyla % 86, % 88 ölüm oranı gerçekleştirerek, uygulanan diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik tespit edilmiştir. 300 ppm konsantrasyon uygulamalarında - diatom toprakları farklı ölüm oranları göstermiş olup diatom toprakları arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik görülmemiştir. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *C. maculatus* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması büyükten küçüğe doğru BHN-1 = CCN-1 = AG2N-1 > Silicosec® > CB2N-1 > BGN-1 > Desect® > FB2N-1 > AC2N-1 olarak belirlenmiştir.

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

Nohut üzerinde uygulanan ve her bir diatom toprağının 5 farklı konsantrasyon uygulamasına maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin 7.gün sonunda gerçekleşen ölüm oranları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{8,180}=29.178$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{4,180}=552.856$ ,  $P<0.0001$ ) yeni nesil ergin sayıları üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksiyonun ise ( $F_{32,180}=8.560$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür.

Nohut üzerinde 7 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.6 dikey olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak *C.maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. BHN-1 kodlu diatom toprağı 300 ppm ve 500 ppm konsantrasyon uygulamalarında sırasıyla % 84 ve 99 ölüm oranı gerçekleştirirken 1000 ppm ve 1500 pmm konsantrasyon uygulamalarında % 100 ölüm gerçekleştirmiştir. CCN-1 diatom toprağının 300 ppm konsantrasyon uygulamasında % 82 ölüm tespit edilmiştir. CCN-1 kodlu diatom toprağının ayrıca 500 ppm konsantrasyon uygulamasında % 97 ölüm oranına ulaşılrken, 1000 ppm ve 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise % 100 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan konsantrasyonlar arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik tespit edilmiştir. BGN-1 kodlu diatom toprağı 300 ppm konsantrasyon uygulamasında % 81 ve 500 ppm konsantrasyon uygulamasında % 90 ölüm gerçekleştirerek, uygulanan konsantrasyonlar arasında etki bakımından istatistiksel olarak benzerlik tespit edilmiş, 1000 ppm ve 1500 ppm konsantrasyonda % 100 ölüme ulaşılmıştır. AC2N-1 kodlu diatom toprağı 500 ppm uygulama konsantrasyonunda % 66 ölüm gerçekleştirirken uygulama dozu 1500 ppm'e çıkartıldığında etkinliğini arttırarak ölüm oranını % 100'e yükselttiği görülmüştür. 7 gün verilerine göre tüm diatom toprakları 500 ppm konsantrasyonda % 80 ve üzeri bir toksiste gösterdiği belirlenmiş, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonda 7 günlük uygulama süresi bakımından istatistiksel olarak benzer etki gösterdiği bulunmuştur.



**Çizelge 4.6.** Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölüm oranları

Konsantrasyon	Düzeltilmiş Ölüm Oranı (%) ± S. Hata									F ve P Değeri
	Silicosec®	Desect®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	AC2N-1	CB2N-1	CCN-1	FB2N-1	
1500 ppm	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	98.1±1.1 Ab	F <sub>8,36</sub> =2.667 P=0.021
1000 ppm	100±0 Aa	99±1 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	99±1 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	97.1±1.1 Ab	F <sub>8,36</sub> =2.606 P=0.023
500 ppm	96.8±1.3 Bab	87.4±3.7 Bc	90.7±2 Bbc	99.1±0.8 Aa	81.7±1.3 Bcd	66.2±8.2 Bd	89.8±2.7 Bc	97±1.9 Aa	85.4±2 Bc	F <sub>8,36</sub> =10.147 P<0.0001
300 ppm	90.7±1 Ca	56.4±2.7 Cc	81.3±4.3 Bab	83.9±2.2 Ba	72.1±1.5 Cb	38±7.2 Cd	83±2.3 Cab	82.3±3.3 Aab	84.5±3.2 Ba	F <sub>8,36</sub> =22.658 P<0.0001
100 ppm	54.1±6 Dbc	17.5±2.6 Dde	58.2±10 Cab	61.7±3.9 Cab	42.3±1.4 Dcd	20.8±3.5 Ce	46.8±1.9 Dbc	42.6±3.7 Bcd	70±4.6 Ca	F <sub>8,36</sub> =10.451 P<0.0001
Kontrol	15.2±1.6	12.2±0.7	12.8±2.1	16±0.9	16±0.9	12.8±2.1	16±0.9	15.2±1.6	14.1±1.6	
F ve P Değeri	F <sub>4,20</sub> =61.239 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =143.05 2 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =26.98 4 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =98.853 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =813.837 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =58.433 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =129.31 7 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =63.37 1 P<0.0001	F <sub>4,20</sub> =18.436 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.

Nohut üzerinde 7 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.6 yatay olarak incelendiğinde; tüm konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından karşılaştırıldıklarında *C. maculatus* ergin ölüm oranlarında, FB2N-1 kodlu diatom toprağı hariç diğer bütün diatom toprakları 1500 ppm konsantrasyonda % 100 ölüm gerçekleştirerek istatistiksel olarak aynı etkiyi göstermişlerdir. 1000 ppm konsantrasyon uygulamasında Desect® ve AC2N-1 yüzde 99 ölüm gerçekleştirirken, % 100 ölüm gerçekleştiren Silicosec®, BGN-1 , BHN-1, AG2N-1, CB2N-1, CCN-1 ile etki bakımından istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. 300 ppm konsantrasyon uygulamalarında BHN-1 ve BGN-1 kodlu diatom toprakları sırasıyla % 81 ve % 84 ölüm gerçekleştirerek, iki diatom toprağı arasında etki bakımından istatistiksel fark bulunmamıştır. 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında tüm diatom toprakları için *C. maculatus* erginleri üzerinde etkinlik sıralaması BHN-1 = CCN-1 = AG2N-1 = Silicosec® = CB2N-1 = BGN-1 =Desect® = AC2N-1 > FB2N-1 olarak belirlenmiştir. 500 ppm konsantrasyon uygulamalarında ise etkin sıralaması BHN-1 > CCN-1 > Silicosec® > BGN-1 > CB2N-1 > Desect® > FB2N-1 > AG2N-1 > AC2N-1 olarak tespit edilmiştir.

#### **4.3.5. Biyolojik testlerden elde edilen *Callosobruchus maculatus*'un yeni nesil ergin (F1) sayısı**

Nohut üzerinde testlenen ve bütün diatom topraklarının farklı konsantrasyon uygulamalarına maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin 42.gün sonunda gözlenen yeni nesil ergin sayıları (F1 sayıları) Çizelge 4.7'de verilmektedir. Çift yönlü varyans analizleri sonucunda diatom toprağı çeşitlerinin ( $F_{8,216}=12.254$ ,  $P<0.0001$ ) ve uygulama konsantrasyonlarının ( $F_{5,216}=196.336$ ,  $P<0.0001$ ) yeni nesil ergin verimleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli etkiye sahip olduğu ve bu iki faktör arasındaki interaksyonun ( $F_{40,216}=2.520$ ,  $P<0.0001$ ) istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.7.** Nohut üzerinde test edilen diatom topraklarının farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerinin 42.gün sonunda gözlenen ortalama yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayısı

Konsantrasyon	Yeni Nesil Ergin Sayısı (Adet) (Ortalama ± S. Hata)									F ve P Değeri
	Silicosec®	Desect®	BGN-1	BHN-1	AG2N-1	AC2N-1	CB2N-1	CCN-1	FB2N-1	
1500 ppm	27.8±3.7 Cb	18.4±3.4 Dc	27.8±5.8 Cb	1.4±0.5 Cd	2.4±0.5 Dd	37.8±2.9 Ca	2.8±0.8 Dd	0.4±0.2 Cd	20.4±3.1 Cbc	F <sub>8,36</sub> =22.343 P<0.0001
1000 ppm	29.6±12.1 Ca	27.8±4,8 Da	35.8±6.7 Ca	1.2±0.5 Cb	6.2±1.1 Db	41.6±7.1 Ca	22±5.1 Dab	5.2±2 Cb	36±10.2 Ca	F <sub>4,20</sub> =5.058 P<0.0001
500 ppm	39.8±5 Cd	60.8±10.4 Ccd	84.4±6.2 Bab	3.6±0.6 Ce	57.8±4.5 Ccd	97.6±7.3 Ba	47.6±7.6 Cd	56.6±9 Bed	71.2±6.8 Bbc	F <sub>8,36</sub> =15.103 P<0.0001
300 ppm	67.6±12.1 BCc	97.4±5.9 Bab	97±4.9 Bab	18.6±1.2 Cd	61±8 Cc	102.4±5.7 ABa	62.4±6.8 Cc	109.6±6.7 Aa	78.6±6.1 ABbc	F <sub>8,36</sub> =15.749 P<0.0001
100 ppm	103.4±16.6 ABa	107.6±10.5 Ba	105±7 ABa	77.4±18.9 Ba	96.8±12.3 Ba	105.2±6 ABa	99.2±10.9 Ba	111.6±4.9 Aa	80.4±12.3 ABa	F <sub>8,36</sub> =1.002 P=0.451
Kontrol	138.2±20 Aa	93.3±17.1 Aa	129.8±17.7 Aa	98.8±13.3 Aa	98.8±13.3 Aa	129.8±17.7 Aa	98.8±13.3 Aa	138.2±20.2 Aa	102.4±9.2 Aa	F <sub>8,36</sub> =0.497 P=0.850
F ve P Değeri	F <sub>5,24</sub> =11.86 3 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =28.117 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =19.149 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =33.924 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =38.762 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =16.841 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =31.905 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =36.477 P<0.0001	F <sub>5,24</sub> =12.919 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.

Nohut üzerinde 42 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.7 dikey olarak incelendiğinde; tüm diatom toprağı uygulamaları sonucunda konsantrasyon artışına bağı olarak yeni nesil *C. maculatus* ergin çıkışlarında azalmalar görülmüş ve bu azalmalar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Uygulaması yapılan 9 farklı diatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenmiştir. Ancak bunlardan CCN-1 ve BHN-1 kodlu diatom topraklarının 1500 ppm konsantrasyon uygulamasında neredeyse yok denilecek düzeyde az yeni nesil ergin çıkışı tespit edilmiştir.

Nohut üzerinde 42 gün boyunca yürütülen biyolojik testler kapsamında Çizelge 4.7 yatay olarak incelendiğinde; 300 ppm ve üzeri tüm konsantrasyonlarda uygulanan diatom toprakları birbirleriyle etki bakımından karşılaştırıldıklarında yeni nesil *C. maculatus* ergin çıkışlarında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. 1500 ppm konsantrasyonda CCN-1 kodlu diatom toprağı uygulamasında yeni nesil ergin çıkışı 0.4 olarak tespit edilmiştir. 1500 ppm konsantrasyonda CB2N-1 ve AG2N-1 kodlu diatom toprağı uygulamalarında sırasıyla 3 ve 2 adet yeni nesil ergin çıkışına rastlanmıştır ve iki diatom toprağı etki bakımından istatistiksel olarak benzer etki göstermiştir. 1500 ppm konsantrasyonda en yüksek yeni nesil ergin çıkışı AC2N-1 kodlu diatom toprağı uygulamasında 38 adet olarak belirlenmiştir. Bütün diatom toprakları uygulamalarında kontrol grubuna ait yeni nesil ergin sayıları 93-138 adet arasında değişmiş olup istatistiksel olarak aynı grupta yer alarak benzerlik göstermiştir. Genel olarak konsantrasyon arttıkça yeni nesil ergin çıkışında azalmalar görülmüştür.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye'nin çeşitli noktalarından elde edilmiş olan 7 farklı yerel Türk diatom toprağı: AG2N-1, CCN-1, AC2N-1, FB2N-1, BGN-1, BHN-1, CB2N-1 ile Alman menşeli Silicosec® ve Amerikan menşei Desect® ticari diatom preparatı; 100, 300, 500, 1000 ve 1500 ppm (mg/kg) konsantrasyonlarda nohut üzerinde uygulanarak, depolanmış nohutun önemli zararlısı *Callosobruchus maculatus* erginlerine karşı insektisidal etkinlikleri araştırılmıştır. Ergin ömrünün kısa olması nedeniyle 1, 3, 5 ve 7. gün sonunda diatom toprağı uygulamalarına maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin ölüm oranları ve 42 gün sonunda yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) sayıları tespit edilmiştir. Tüm denemeler karanlık ortamda ve 25±1 °C sıcaklık ve %55±5 nispi neme sahip laboratuvar koşullarında sürdürülmüştür. Uygulama yapılan ürünler daha sonra yeni nesil ergin (F<sub>1</sub>) çıkışlarını tespit amacıyla 42 gün süreyle 26±1 °C sıcaklık ve %65±5 nispi nemde karanlık ortamda tutulmuştur.

Diatom topraklarının birbirleriyle şekil, coğrafi köken, partikül büyüklüğü, SiO<sub>2</sub> içeriğı bakımından farklılıklar gösterdikleri bilinmektedir. Diatom topraklarının bu özellikleri, insektisidal faaliyetlerine etki etmektedir (Korunic, 1997, 1998). Diatom toprağının partikül boyutunun etkinlik açısından önemli olabileceğı ve partikül boyutu küçük olan diatomların zararlıları kontrol etmede daha etkili olduğı araştırmacılar tarafından kaydedilmiştir (Vayias ve Stephan 2009, Ziaee ve Moharramipour 2012). Korunic (1997) ise 2-30 µm arasındaki diatom toprağı parçacıklarının etkinliklerinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada uygulanan Türk diatom topraklarının medyan partikül boyutlarının 12-20 µm arasında olduğı saptanmıştır. Ulrichs ve ark. (2006) partikül boyutu küçük olan diatom formülasyonlarının böcek epikütikulasındaki yağları absorbe ettiğini ve bu yüzden ölüm oranını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bir başka çalışmada da Vayias ve Stephan (2009) diatomun etkisinin partikül boyutuyla ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Biyolojik denemelerde uygulanan diatom topraklarının kimyasal içeriklerine bakıldığında AG2N-1 hariç (%21) tüm diatom topraklarının %81-86 arasında SiO<sub>2</sub> içerdikleri tespit edilmiş ve Dünya sağlık örgütünün diatom toprağı tanımında belirttiğı amorf SiO<sub>2</sub> (%80-95) içeriğı ile benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır (WHO 1986).

Ele alınan diatom topraklarının yapışma oranlarının % 72- 88 aralığında istatistiksel olarak birbirinden farklı değerlere sahip olduğı ve nohut yüzeyine yapışma sonuçları ele alındığında yeterli oranda yapıştığı düşünülmektedir. Diatomların nohuta yapışması ile ilgili bir literatür çalışmasına ratlanmamış olmasına rağmen Athanassiou ve Kavelleriatos (2005), diatom toprağının ürünlere yapışma oranlarını belirleme üzerine yaptıkları bir çalışmada en yüksek

yapışma oranının % 92 ile pirinçte, en düşük yapışma oranının ise % 10 ile mısırdada olduğunu saptamışlardır. Yapışma oranının her ürün için farklı olduğunu kaydemişlerdir.

Sınırlı sayıda araştırmacı, çeşitli diatom toprağı formulasyonlarının *C.maculatus* üzerine toksisitesi üzerine çalışmalar yapmış olup bir çoğı farklı orijine sahip diatom topraklarını farklı sıcaklık nem ve sürelerde ergin böceklerle karşı uygulamışlardır (Prasanth ve ark. 2002, Stathers ve ark. 2004, Islam ve ark. 2010, Wakil ve ark. 2010, Shams ve ark. 2011, Parsaeyan ve ark. 2012, Tofel ve ark.2012, Badii ve ark. 2013, Chelav ve ark. 2013, Ofuya ve ark. 2015, Doğanay ve ark. 2017).

Nohut üzerinde *C.maculatus* erginleri ile sürdürülen biyolojik denemelerde 1 gün sonra CCN-1 %75 ölüm oranı göstererek kısa zamanda en fazla etkiye sahip diatom toprağı olmuş ve en yüksek ölüm oranları 1500 ppm konsantrasyonda görülmüş, fakat %100 ölüm oranına 1 gün sonra ulaşamamıştır. Doğanay ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada De-Turco-1 yerel diatom toprağının 1000 ppm konsantrasyonda 1. gün sonunda % 75 ölüm oranı gösterdiğini kaydetmişler ve mevcut çalışmadakine benzer şekilde 2. gün sonunda % 100 ölüm oranına ulaşamamışlardır. 3 gün sonra CCN-1 500 ppm konsantrasyonda %73, 1000 ppm ve 1500 ppm konsantrasyonlarda % 96-98 ölüm oranı göstermiştir. 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda BHN-1 %92-96, AG2N-1 ise sırasıyla % 94 - 100 ölüm oranı göstermiştir.

Mevcut çalışmada 3. gün sonunda 1500 ppm konsantrasyonda sadece AG2N-1 kodlu diatom toprağı % 100 ölüm oranı göstermiştir. Stathers ve ark. (2004) Dryacid® ticari diatom toprağı ile yaptıkları denemede 0,1 g konsantrasyon diatom toprağı uygulandığında 3 gün sonunda *C.maculatus* erginlerinin % 100' ünü öldürdüğünü tespit ederek mevcut çalışmadaki AG2N-1 kodlu diatom toprağı ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Mevcut çalışmada CCN-1 kodlu diatom toprağı 1000 ppm konsantrasyonda 3 gün sonunda % 98 ölüm oranı göstermiştir. Doğanay ve ark. (2017) yerel diatom toprakları ile yaptıkları çalışmada 3 gün sonunda 1000 ppm konsantrasyonda De-Turco-1 diatom toprağının yaklaşık % 98 oranında ölüm gösterdiğini bildirerek mevcut çalışmayla paralel sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmada şahit ticari preparat olarak ele alınan Silicosec® 1500 ppm konsantrasyonda 3 gün süreyle uygulandığında *C.maculatus* erginleri % 83, 5 gün sonra ise % 99 oranında toksisite göstermiştir. Shams ve ark. (2011) yaptıkları çalışmalarda Silicosec®'i *C.maculatus* üzerinde 2 gün boyunca 500 ppm konsantrasyonda uygulamış ve % 95 ölüm oranına ulaşmışlardır. Tofel ve ark. (2012) 4 gün süreyle 2000 ppm konsantrasyon Silicosec® uyguladıklarında % 100 ölüm oranına ulaşmışlardır.

Islam ve ark. (2010) ise 1000 ppm'de 72 saat (3 gün) Silicosec®'e maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin yaklaşık % 90 oranında öldüğünü bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada Silicosec®'de 5.günde % 99 ölüm oranı görülürken % 100 ölüm oranına ancak 7.gün 1500 ppm konsantrasyonda ulaşılmıştır. Çalışmalar arasındaki farklılıkların deney koşulları, ürün çeşidi ve böcek popülasyonları arasındaki farklılardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında 5. gün sonunda yapılan sayımlarda BHN-1'de 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda % 98-100 ölüm oranı gözlemlenirken dozlar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Ticari Silicosec® preparatı ise 500 ppm ve üzeri konsantrasyonlarda % 85-99 ölüm oranı göstermiş ve dozlar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar görülmüştür. 1000 ppm konsantrasyonda BHN-1 ve CCN-1, 1500 ppm konsantrasyonda AG2N-1 % 100 ölüm oranı ile aynı etkiyi göstermişlerdir. 7 gün sonra 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonda diatomlar % 97-100 ölüm oranı ile istatistiksel olarak aynı etkiyi gösterirken 500 ppm konsantrasyonda %100 ölüm oranına ulaşan diatom toprağı çeşidi görülmemiştir. Kabir ve Wulgo (2014) *C.maculatus* erginleri üzerinde yürüttükleri benzer bir çalışmada Silicosec®'in %100 ölüm oranına 5. gün sonunda 1000 ppm konsantrasyonda ulaştığını, ayrıca yeni nesil ergin çıkışlarını tamamen sıfırlayamasa da konsantrasyon artışına bağlı olarak azalmalar görüldüğünü tespit ederek, mevcut çalışmaya benzer sonuçlar elde etmiştir. Tofel ve ark. (2012) Silicosec® ile yürüttükleri çalışmada 4 gün boyunca 2 g/kg (2000 ppm) konsantrasyona maruz kalan *C.maculatus* erginlerinin % 100 ölüm oranına ulaştığını kaydetmiştir. Wakil ve ark. (2010) Diafil 610 diatom formülasyonunu *C.maculatus* erginleri üzerine 5 gün boyunca 800 ppm konsantrasyon uyguladıklarında *C.maculatus* erginlerinin % 100'ünü öldürdüğünü tespit ederek BHN-1 ve CCN-1 yerel diatom toprakları ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Uygulamayı takip eden 7. gün verilerine göre tüm diatom toprakları 500 ppm konsantrasyonda % 80 ve üzeri bir toksiste gösterdiği belirlenmiş, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonda 7 günlük uygulama süresi bakımından % 100 veya % 100'e yakın ölüm oranları ile istatistiksel olarak benzer etki gösterdiği bulunmuştur.

Genel olarak konsantrasyon arttıkça yeni nesil ergin *C. maculatus* çıkış sayılarında azalma görülmektedir. CCN-1 ve BHN-1 kodlu diatom toprakları uygulanan nohutlarda sırasıyla 0,4, 1,4 yeni nesil ergin çıkışı görülerek istatistiksel olarak aynı olduğu saptanmıştır. AG2N-1 ve CB2N-1 kodlu diatom toprakları uygulanan nohutlarda ise sırasıyla 2,4, 2,8 yeni nesil ergin çıkışı görülerek istatistiksel olarak aynı olduğu saptanmıştır. CCN-1 kodlu diatom toprağı kullanılarak 1000 ppm konsantrasyon uygulamalarına maruz kalan *C. maculatus* erginlerinin 42. gün sonunda gözlenen yeni nesil ergin sayısı mevcut çalışmada ortalama 5 olarak bulunurken Wakil ve ark.

(2010) *C.maculatus* üzerinde yürüttükleri benzer çalışmada 800 ppm konsantrasyon Diafil 610 uygulamasında yeni nesil ergin çıkışı aynı şekilde ortalama 5 olarak bulmuşlardır. *C.maculatus*'a karşı DE ile yapılan önceki çalışmalarda da 5. günde % 100 ölüm gösteren diatomlarda yeni nesil ergin çıkışı saptanmış ve çalışmamıza benzer sonuçlar elde edilmiştir (Stathers ve ark. 2004, Kabir ve Gaya 2013). Hosseinreza ve ark. (2011) 1000 ppm konsantrasyonda Sayan ticari diatom toprağı uygulanan böceklerin F1 çıkışının % 81 oranında azaldığını kaydetmişlerdir. Mevcut çalışmada da 1000 ppm konsantrasyonda özellikle CCN-1 ve BHN-1 kodlu yerel diatom topraklarının yaklaşık % 95 oranında F1 yavru verimini azalttığı gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmada CB2N-1 kodlu diatom toprağına 1000 ppm konsantrasyonda maruz kalan erginlerin F1 yavru sayısı 22 olarak bulunmuştur. Doğanay ve ark. (2017) yerel diatom toprağı De-Turco-1'e 1000 ppm konsantrasyonda maruz kalan erginlerin F1 yavru sayısını 25 olarak bulmuşlar ve çalışmamıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir. 9 farklı diatom toprağı çalışmamızdaki en yüksek konsantrasyon olan 1500 ppm uygulandığında yeni nesil ergin sayısını % 61-99 oranında engellemiştir. Ancak BHN-1, AG2N-1, CB2N-1, CCN-1 1500 ppm konsantrasyon uygulamalarında 0,4-3 adet yeni nesil ergin çıkışı göstererek kontrol grubuna kıyasla yeni nesil ergin çıkışında ciddi oranda düşüş meydana getirmişlerdir. Bunun sebebi olarak bulaşıklığın başladığı ilk günlerde yumurtlamanın engellenmesi gösterilebilir. Ancak F1 veriminin ciddi oranda azalmasının depoda uzun vadede birey sayısını azaltacağı kanaatine varılmıştır. Diğer depo zararlılarından *Sitophilus oryzae* L. (Nwaubani ve ark. 2014, Alagöz 2016, Baytekin 2017), *Sitophilus zeamais* Mots. (Ceruti ve ark. 2008), *Rhizophorthera dominica* F. (Chanbang ve ark. 2008), *Prostephanus truncatus* Horn (Athanassiou ve ark. 2007) 'a karşı yapılan diatom uygulamalarında önemli düzeyde yüksek ölüm oranları görülürken, ürün grubuna bağlı olarak değişmekle birlikte yeni nesil ergin çıkışları tespit edildiğini bildirmektedir. Mevcut tez çalışmasında ticari preparatlar dahil ele alınan Diatom topraklarının tüm konsantrasyonlarında 42 gün sonunda yeni nesil ergin çıkışıyük ölçüde baskı altına alınmıştır.

Bu çalışmada diatom toprağıının genel olarak nohut üzerinde *C.maculatus* erginlerini kontrol etmede etkili olduğu sonucuna varılmış ancak bunların arasından CCN-1, AG2N-1, BHN-1, CB2N-1 kodlu diatomların ilk 3 günde zararlıyı kontrol etmesi ve az sayıda yeni nesil ergin çıkışı göstermesi bakımından diğerlerine göre daha etkili olduğu kanaatine varılmıştır. Diğer depolanmış ürün zararlılarıyla yapılan çalışmalarda da olduğu gibi; doz miktarı ve uygulama süresi arttıkça ergin ölüm oranları da artmıştır (Vayias ve Athanassiou 2004, Athanassiou ve ark. 2005, Korunic ve Fields 2006, Shayesteh ve Ziaee 2007, Vayias ve Stephan 2009, Alagöz 2016, Baytekin ve Sağlam 2017). Diatomların 3.günde göstermiş olduğu etki



referans alındığında, etkinlik sıralaması AG2N-1= CCN-1> BHN-1> CB2N-1> Silicosec®= BGN-1> Desect®> FB2N-1> AC2N-1 şeklindedir. Araştırmacılar farklı deney koşullarında (sıcaklık ve nem), değişik partikül boyutları ve SiO<sub>2</sub> oranına sahip, çeşitli ürünlerle yaptıkları çalışmalarda farklı sonuçlar bulmuşlardır. Ancak önceki bütün çalışmalarda Diatom toprağının bürölce tohum böceğine karşı etkili olduğu kanısına varılmıştır.

Depolanmış ürün zararlılarıyla mücadelede önemli bir potansiyele sahip olan diatom toprağının mevcut çalışmada özellikle BHN-1, CCN-1 ve AG2N-1 kodlu yerel diatom topraklarının 1500 ppm konsantrasyonda ilk 3 günde yüksek etkinlik gösterdiği ve buna bağlı olarak yeni nesil ergin çıkışını büyük oranda baskıladığı ortaya konmuştur. Gelecek çalışmalarda bu diatom topraklarının gerçek depo koşullarında testlenmesinin faydalı olacağı kanısına varılmıştır.

## 6. KAYNAKLAR

- Abbott WS (1925). A method of computing the effectiveness of insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- 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.
- Athanassiou CG, Vayias BJ, Dimizas CB, Kavallieratos NG, Papagregoriou AS, Buchelos CT (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 and Kavallieratos NG (2005). Insecticidal effect and adherence of Pyrisec in different grain commodities. *Crop Protection* 24: 703–710.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Peteinatos GG, Petrou SE, Boukouvala, MC, Tomanovic Z (2007). 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.
- 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.
- Badii BK, Adarkwah C, Dobeng-Ofori D, Ulrichs C (2013). Efficacy of diatomaceous earth formulations against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in Kersting's groundnut (*Macrotyloma geocarpum* Harms): influence of dosage rate and relative humidity. *Journal of Pest Science*, 87: 285-294.
- Baier H, Webster BD (1992). Control of *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms- II. Germination and cooking time, *Journal of Stored Product Research*, 28: 295-298.
- Baytekin Ö., Sağlam Ö., 2017. Insecticidal Efficacy of Turkish Diatomaceous Earth Deposits in Stored Paddy against Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L.). 11th Conference of the IOBC/wprs Working Group on the Integrated Protection of Stored Products, 3-5 July 2017, Ljubljana, Slovenia, p.83.
- Baytekin Ö (2017). Orta Anadolu Bölgesi Diatomid topraklarının depolanmış çeltik ve pirinç üzerinde pirinç biti (*Sitophilus oryzae* L.) ve kırma bitine (*Tribolium confusum* Du Val.)'ne karşı insektisidal etkinliği. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- 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.
- Boxall RA (2001). Post-harvest losses to insect-a world overview. International Biodeterioration&Biodegradation Vol. 48, pp. 137-152.
- Ceruti FC, Lazzari SMN, Lazzari FA, Pinto-Junior AR (2008). Efficacy of diatomaceous earth and temperature to control the maize weevil on stored maize. Scientia Agraria Curitiba 9, 73-78.
- Chanbang Y, Arthur FH, Wilde GE, Throne JE (2008). Control of *Rhyzopertha dominica* in stored rough rice through a combination of diatomaceous earth and varietal resistance. Insect Science 15, 455-460.
- 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.
- Chelav HS, Khashaveh A, Zare FS (2013). Adult mortality and progeny production assessment of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) exposed to Sayan. Agriculture & Forestry, Vol. 59. Issue 4: 115-126.
- Chelav H S and Khashaveh A (2014). Short-term, mid-term and long-term effectiveness of Silicosec® against cowpea weevil. Agriculture & Forestry, Vol. 60. Issue 1: 75-82.
- 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.
- Doğanay İ, Işıkber AA, Sağlam Ö, Tunaz H, Er MK (2017). Insecticidal efficiency of local turkish diatomaceous earth against Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) adults on chickpea. 2nd International Balkan Agriculture Congress 2017:26, Turkey.
- Ebeling W (1971). Sorptive dusts for pest control. Annual Review of Entomology, 16(1): 123-158.
- Elhag EA (2000). Deterrent effect of some botanical products on oviposition of cowpea bruchid *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), Int. J. Pest Manage., 46, 109-113.
- Elmalı M, Toros S (1990). Değişik fasulye çeşitlerinin denge nem oranları ve bunun Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say, (Col., Bruchidae))' nin gelişme ve çoğalmasına etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1195, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 655 Ankara, 37s.
- EPA (1991). EPA R.E.D. Facts: Silicon dioxide and Silica Gel. 21T-1021. 1-4, September.
- FAO (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi: 04.09.2017)
- Fields P (1998). Diatomaceous earth: Advantages and Limitations. Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, 14-19 October 1998, Beijing, China. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, 1999: 781-784.
- Greenspan L (1976). Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. Journal of Research of the National Bureau of Standards- A Physics and Chemistry 81A (1): 89- 96.

- Hosseinreza RT, Hossein F, Goldasteh S, Marouf A (2011). Effect of Iranian formulation of diatomaceous earth on bruchid beetle, *Callasobruchus maculatus* F. (Col., Bruchidae), under laboratory conditions. Journal of Entomological Research, fall 2011, volume 3, number 3(11); Page(s) 213 - 2019.
- Islam S, Hasan M, Lei C, Pelzer MT, Mewis I, Ulrichs C (2010). Direct and admixture toxicity of diatomaceous earth and monoterpenoids against the storage pest *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.). Hournal of Pest Science, Volume 83, Issue 2, pp105-112.
- Işıkber AA, Sağlam Ö, Er MK, Tunaz H (2016). Potential of Turkish diatomaceous earth formulations as natural grain protectants for control of stored grain insects. 15th International Cereal and Bread Congress, 18-21 April 2016, İstanbul, Turkey, 42p.
- Kabir BGJ, Gaya SS (2013). Laboratory evaluation of grain protectant efficacy of two diatomaceous earth formulations against cowpea bruchid - *Callosobruchus maculatus* (F.) Nigerian Journal of Experimental and Applied Biology14, 56-61.
- Kabir BGJ, Wulgo MA (2014). Efficacy of four diatomaceous earth formulations against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on cowpea. 11th International Working Conference on Stored Product Protection, Session 8:798.
- Kaita SM, Vincent C, Schmit JP, Ramaswamy S, Bélanger A (2000). Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res., 36: 355-364.
- Kayder S, Bağcıoğlu E, Mene G (1973). Marmara Bölgesi'nde börülce tohum ambar böceği *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)'nin yayılışı, biyolojisi ve mücadelesi. Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı. 7: 58-59.
- Koçak E, Schlipalius D, Kaur R, Tuck A, Ebert P, Collins P, 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.
- 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, Fields PG (2006). Susceptibility of three species of *Sitophilus* to diatomaceous earth. In: Lorini, I., Bacaltchuk, B., Beckel, H., Deckers, D., Sundfeld, E., dos Santos, J. P., Biagi, J. D., Celaro, J. C., D'A., Faroni, L. R., Bortolini, L. de O. F., Sartori, M. R., Elias, M. C., Guedes, R. N. C., da Fonseca, R. G. & Scussel, V. M. (Eds). Proceedings of the Ninth International Working Conference on Stored-Product Protection, 15–18 October, 2006, Campinas, Sao Paulo, Brazil. Brazilian Post-harvest Association, Campinas, Brazil.pp. 681-686.
- Lodos N (1998). Türkiye Entomolojisi VI (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Yardımcı Ders Kitabı (I. Baskı). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:529. 300s.
- Mahdi SHA, Khalequzzaman M (2012). The efficacy of diatomaceous earth in mixed formulation with other dusts and an insecticide against the pulse beetles, *Callosobruchus chinensis* L. and *Callosobruchus maculatus* (F.). Univ. j. zool. Rajshahi Univ. Vol. 31, 2012 pp. 73-78.
- Nwaubani SI, Opit GP, Otitodun GO, Adesida MA (2014). Efficacy of two Nigeriaderived diatomaceous earths against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and

- Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on wheat. Journal of Stored Products Research 59, 9-16.
- Ofuya TI, Zakka U, Umana EK, Enyi N. Potential synergism of diatomaceous earth and Piper guineense for management of *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea. 2015; 3(6): 366-372.
- Ouedraogo AP, Sou S, Sanon A (1996). Influence of temperature and humidity on population of *C. maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Peteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. Bull. Entomol. Res., 86: 695-702.
- Özbey G, Atamer N (1987). Kizelgur (Diatomit) hakkında bazı bilgiler. 10. Türkiye Madencilik Bilimsel Teknik Kongresi, Ankara, 493-502.
- 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.
- Parsaeyan E, Saber M, Vojoudi S (2012). Lethal and sublethal effects from shortterm exposure of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) to diatomaceous earth and spinosad on glass surface. Acta Entomologica Sinica., 55 (11): 1289 -1294.
- Prasanth BDR, Reichmuth C, Büttner C (2002). Effect of temperature and relative humidity on diatomaceous earth treated *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored-Product Protection, 763-767.
- Sadeghi GR, Pourmirza AA, Safaralizade MH (2012). Lethality impact of diatomaceous earth (Sayan®), bran, sawdust and clay on adult of six stored product insects, Archives Of Phytopathology and Plant Protection. 45:8, 986-999.
- Sağlam Ö, Edde PA, Phillips TW (2015). Resistance of *Lasioderma serricornis* (Coleoptera: Anobiidae) to Fumigation with Phosphine. Journal of Economic Entomology, 108(5): 2489-2495.
- Seçkin H (1981). İstanbul, Bursa İlleri çevresinde bezelye, mercimek ve burçak' ta zarar yapan önemli bruchidae (baklagil tohum böcekleri) türleri, tanınmaları, zararları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi. No:15. 123s.
- Shams G, Safaralizadeh MH, Imani S (2011). Insecticidal effect of diatomaceous earth against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. African Journal of Microbiology Research, Vol. 5(21): 3574-3578.
- Stathers TE, Denniff M, Golob P (2004). The efficacy and persistence of diatomaceous earths admixed with commodity against four tropical stored product beetle pests. Journal of Stored Products Research 40: 113–123.
- Shayesteh N, Ziaee M (2007). Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Tribolium castaneum* (Herbst) Caspian. Journal of Environmental Science 5, 119-123.
- Taylor RWD (1994). Methyl bromide- Is there any future for this noteworthy fumigant? Journal of Stored Products Research, Volume: 30, Pages: 253–260.
- Tofel HK, Wadar E, Nukenine EN, Adler C (2012). Evaluation of the efficacy of a diatomaceous earth (SilicoSec) against *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera:

- Chrysomelidae) on three cowpea varieties. In proceeding of 5th Nachwuchswissenschaftlerforum/ Young Scientists Meeting, 4-6 December 2012, Quedlinburg, Germany. p. 13.
- TÜİK (2016). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 10.08.2017)
- Turanlı D (2007). Denizli ve Uşak İllerinde Depolanmış Baklagillerde Bulunan Bruchidae Familyası Türleri ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 117 s.
- Ulrichs C, Entenmann S, Goswami A, Mewis I (2006). Abrasive and hydrophilic/lipophilic effects of different inert dusts used as insecticide against the stored insect pest *Sitophilus granarius* L. *Gesunde Pflanzen* 58, 173–181.
- Vayias BJ, Athanassiou CG (2004). Factors affecting efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused beetle *T. confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection* 23, 565–573.
- 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.
- Zeren O, Yabaş C (1989). İhracata yönelik ürün elde etmek amacı ile Akdeniz Bölgesi yemeklik baklagillerinde (nohut, fasulye, mercimek) zararlı, fungal hastalık, virüs, nematod ve yabancı otlar üzerinde araştırmalar. Proje No: KKGA-U1/02-E-030 Nihai Rapor. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.
- 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.
- Wakil W, Ghazanfar MU, Ashfaq M , Ali K, Riasat T (2010). Efficacy assessment of diatomaceous earth against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on gram at different temperature and relative humidity regimes. 10th International Working Conference on Stored Product Protection,936.
- 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

Mehmet Akif GÜLTEKİN, 1989 yılı Siirt doğumlu olup İlk, orta ve lise eğitimini Bursa'da tamamladıktan sonra, 2007 yılında Uludağ Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokuluna kayıt yaptırarak İngilizce hazırlık bölümünü bitirmiş ve 2012 yılında Bitki Koruma Bölümü'nden mezun olmuştur. 2013 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına Ziraat Mühendisi olarak atanmış olup Muratlı İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde halen Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve 1 erkek çocuğu vardır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.