

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI YERLİ DİYATOM TOPRAKLARININ KONTROLLÜ
KOŞULLARDA DEPOLANMIŞ MISIRLARDA ZARARLI MISIR BİTİ
[*Sitophilus zeamais* Motschulsky (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)]' NE
KARŞI İNSEKTİSİDAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Ganime CİNİVİZ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

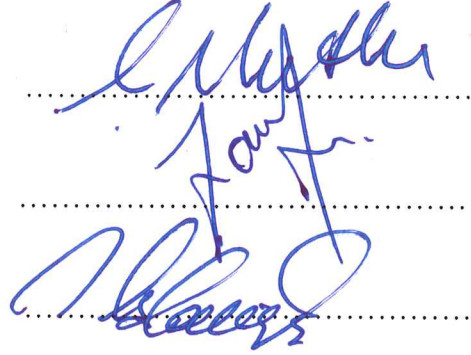
Dr. Öğr. Üyesi Çetin MUTLU danışmanlığında, Ganime CİNİVİZ' in hazırladığı **Bazı Yerli Diyatom Topraklarının Kontrollü Koşullarda Depolanmış Mısırlarda Zararlı Mısır Biti [*Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidea)]' ne Karşı İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi** bu konulu çalışma 25/02/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Çetin MUTLU

Üye : Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Üye : Doç. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU



Bu Tezin Bitki Koruma Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3.MATERYAL ve YÖNTEM	12
3.1 Materyal.....	12
3.1.1 Çalışmada kullanılan tür.....	12
3.1.2 Çalışmada kullanılan diyatom toprağı formülasyonları.....	16
3.1.3 Çalışmada kullanılan mısır çeşidi.....	17
3.2 Yöntem	17
3.2.1 <i>Sitophilus zeamais</i> erginlerinin yetiştirilmesi	17
3.2.2 Üç farklı diyatom toprağının farklı uygulama dozlarında 25 °C ve 30 °C sıcaklıkta <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde insektisidal etkisinin belirlenmesi.....	18
3.2.3 F1 döl verimi ile ilgili çalışmalar.....	20
3.2.4 İstatiksel Analiz	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	21
4.1. Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarında 25 °C Sıcaklıkta <i>Sitophilus zeamais</i> Erginleri Üzerinde İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi	21
4.2. Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarında 30 °C Sıcaklıkta <i>Sitophilus zeamais</i> Erginleri Üzerinde İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi	27
4.3 Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarının 25 °C Sıcaklıkta Yeni Nesil Döl Verimine Etkisi	33
4.4 Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarının 30 °C Sıcaklıkta Yeni Nesil Döl Verimine Etkisi	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	44
5.1. Sonuçlar	44
5.2 Öneriler	45
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI YERLİ DİYATOM TOPRAKLARININ KONTROLLÜ KOŞULLARDA DEPOLANMIŞ MISIRLARDA ZARARLI MISIR BİTİ [*Sitophilus zeamais* Motschulsky (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)]' NE KARŞI İNSEKTİSİDAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Ganime CİNİVİZ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Çetin MUTLU
Yıl: 2020, Sayfa:53

Mısır Biti, [*Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)], Türkiye’ de depolanmış mısırın önemli zararlılarından birisidir. Bu çalışma, ülkemizde bol miktarda rezervi bulunan yerli diyatom topraklarının *S. zeamais* erginlerine karşı insektisidal etkisinin araştırılmasına yönelik yapılmıştır. Bu amaçla, Aydın ve Ankara illerine ait yerli diyatom toprakları ile yurt dışı kökenli ticari olarak satılan SilicoSec® markalı diyatom toprağı çalışmada kullanılmıştır. Denemeler kontrollü şartlarda iki farklı sıcaklık (25 ve 30°C) ve %50±65 nem ortamında yürütülmüştür. Çalışmada Dekalb 6664 dane mısır çeşidi üzerinde üç farklı diyatom toprağının 0 (kontrol), 1000, 1500 ve 2000 ppm dozu olmak üzere dört farklı dozu, dört tekerrürlü olarak *S. zeamais* erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği denenmiştir. Diyatom toprağı uygulamalarından 2, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sonra sayımlar yapılarak *S. zeamais*’ in ölüm oranları kayıt edilmiştir. Denemeler sona erdikten 60 gün sonra ise yeni nesil (F1) döl verimi her bir uygulama için ayrı ayrı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, 25°C sıcaklıkta *S. zeamais* üzerinde insektisidal etkisi en yüksek Ankara diyatomu 14. günde 2000 ppm dozunda %100 olarak gerçekleşmiş, bunu sırasıyla Aydın diyatomu ve SilicoSec® takip etmiştir (%99.0 ve %90.1). Diyatom topraklarının *S. zeamais* üzerinde insektisidal etkinliğindeki artış, uygulama dozlarının, diyatoma maruz kalma süresi ve sıcaklık artışı ile paralellik göstermiştir. Buna göre 30°C sıcaklıkta en yüksek insektisidal etki %100 ile 14. günde 2000 ppm dozda Ankara ve Aydın diyatomu göstermiş, bunu takiben SilicoSec® ise %97.9 oranında etkili olmuştur. Ankara diyatomu 21. günde her üç doz için de %100 ölüm gerçekleştirdiğinden daha başarılı bulunmuştur. Her iki sıcaklıkta ve denemeye alınan tüm diyatom toprağı ve dozlarında yeni nesil ergin çıkışı meydana gelmiş, ancak kontrol grubundaki çıkışlara kıyasla daha düşük oranda gerçekleşmiştir. Yeni nesil ergin çıkışı, 25°C sıcaklıkta Ankara 2000 ppm’de %1 olarak, 30°C sıcaklıkta ise Ankara 1500 ve 2000 ppm aynı oranda %0.5 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yerli diyatomların *S. zeamais* erginleri üzerinde etkili ve ümitvar olduğu, bu sebeple Ankara ve Aydın diyatom topraklarının depolanmış mısırdaki *S. zeamais*’in kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Mısır Biti, Diyatom Toprağı, Mısır, Doğal İnsektisit, Mücadele

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION of INSECTICIDAL EFFECTS AGAINST MAIZE WEEVIL [*Sitophilus zeamais* Motschulsky (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) HARMFUL IN STORED MAİZE of SOME NATIVE DIATOMACEOUS EARTH UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Ganime CİNİVİZ

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Çetin MUTLU
Year: 2020, Page: 53**

The Maize weevil, [*Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)], is one of important pests of stored maize in Turkey. In this study, it was carried out to investigate the insecticidal effect of some native diatomaceous earth with abundant reserves in Turkey against *S. zeamais* adults. Diatomaceous earth taken from the Aegean and Central Anatolia region of Turkey (Aydın, Ankara) along with a commercially available diatomaceous earth named as SilicoSec[®], originating from Germany origin were used. The experiments were conducted with two different temperatures (25 and 30 °C) and 50±65% humidity under controlled conditions. Three different diatomaceous earth (Aydın, Ankara and SilicoSec[®]) were tested on Decalp 6664 maize cultivar with four different doses, i.e., 0 (Control), 1000, 1500 and 2000 ppm and four replications for each treatment. The counts were made 2, 3, 5, 7, 14 and 21 days after diatomaceous applications and the mortality rates of *S. zeamais* adults were recorded. After 60 days the end of the experiments, fertility of new generation (F1 offspring) was determined separately for each treatment. The highest biological activity (100%) on maize weevil was observed for Ankara diatomaceous earth on 14th after application at 25 °C with 2000 ppm, followed by Aydın and SilicoSec[®] diatomaceous earth (99.0% and 90.1%). The insecticidal activity of native diatomaceous earth on maize weevil increased with increasing application dose, exposure time and temperature. Accordingly, the highest biological activity at 30 °C was determined for Ankara and Aydın diatomaceous earth with 2000 ppm on 14th (100 %), followed by SilicoSec[®] diatomaceous earth (97,9%). All three doses of insecticidal effect of Ankara diatomaceous earth on 21th (100%) had the highest insecticidal activity and more successful than the others. There was new generation adults emergence (F1 offspring) of all diatomaceous earth treatments but, it was lower than the control group. The minimum new generation adult emergence was determined for Ankara (1%) at 2000 ppm at 25 °C, and 0.5% with 1500 and 2000 ppm at 30 °C. It was concluded that the native diatomaceous earth (Ankara and Aydın) are very effective and promising on *S. zeamais* adults and they might be used successfully in the control of *S. zeamais* in stored maize.

KEY WORDS: *Sitophilus zeamais*, diatomaceous earth, maize, natural insecticide, control

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezine başlamakla vesile olan Sayın Prof. Dr. Abuzer YÜCEL hocama, Tez çalışmam boyunca akademik bilgi, birikim ve deneyimlerini, her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Çetin MUTLU 'ya çok teşekkür ederim. Bu çalışmayı yürütmede gerekli laboratuvar şartlarını sağlayan Sayın Doç. Dr. Mehmet MAMAY hocama, diyetom topraklarının temininde ve çalışma konusu ile ilgili değerli bilgilerini paylaşan Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsünde görevli Uzman Sayın Ayhan ÖĞRETEN'e, çalışma konusu zararlıyı temin eden Ankara Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Sait ERTÜRK'e, çalışma süresi boyunca bana destek veren Ziraat Yüksek Müh. Amine KILIÇ, Ziraat Yüksek Müh. Nermin ÖZTEKİN ve Ziraat Yüksek Müh. Süleyman ÇAKMAK' a, teşekkür ederim. Her zaman yanımda olan ve beni her konuda destekleyen değerli aileme saygı ve sevgiyle teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. <i>Sitophilus zeamais</i> (a) erkek birey, (b) dişi birey	12
Şekil 3.2. <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri ventral görünüşü (a) erkek birey (b) dişi birey	13
Şekil 3.3. <i>Sitophilus zeamais</i> 'in genç larva (a) ve olgun larva (b)	13
Şekil 3.4. <i>Sitophilus zeamais</i> 'in mısır tanesindeki zararı	15
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan diyatom toprağı çeşitleri	16
Şekil 4.1. Farklı diyatom toprak ve dozlarının 25 °C de <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği.	22
Şekil 4.2. Farklı diyatom toprak ve dozlarının 30 °C de <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği.	28
Şekil 4.3. Farklı diyatom topraklarının 25 °C sıcaklıkta 60. günde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi	34
Şekil 4.4. Farklı diyatom toprak dozlarının 25 °C sıcaklıkta 60. günde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi	35
Şekil 4.5. Farklı diyatom ve dozların interaksyonun 25°C sıcaklıkta 60. günde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi	36
Şekil 4.6. Farklı diyatom topraklarının 30 °C sıcaklıkta 60. günde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi	39
Şekil 4.7. Farklı diyatom toprak dozlarının 30 °C sıcaklıkta 60. günde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi	40
Şekil 4.8. Farklı diyatom ve dozların interaksyonun 30°C sıcaklıkta 60. günde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. <i>Sitophilus zeamais</i> türünün sistematikteki yeri	14
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan diyatom toprakları formülasyonları	16
Çizelge 4.1. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 25 °C de 2, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizin sonuçları	21
Çizelge 4.2. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 30 °C de 2, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizin sonuçları	27
Çizelge 4.3. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 25 °C de 60 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizin sonuçları	34
Çizelge 4.4. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 30 °C de 60 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizin sonuçları	39



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
ark.	Arkadaşları
CABI	Centre for Agriculture and Bioscience International
DE	Diatomaceous Earth
LD ₅₀	Ağız veya temas yoluyla 1 kilogram vücut ağırlığı için popülasyonun %50' sini öldürmek için gerekli doz miktarı
g.	Gram
kg.	Kilogram
ppm	Milyonda bir birim
SiO ₂	Silisyum dioksit
GRAS	Genellikle Güvenilir Kabul Edilen
µm	mikron
PH ₃	Fosfin
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TMO	Toprak Mahsülleri Ofisi
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı

1.GİRİŞ

İnsanoğlunun beslenme ihtiyaçlarını gidermede tahıllar büyük öneme sahip olmuştur (Süzer, 2003). Tahıl bitki grubu içerisinde mısır; tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşaklarında yetiştirilebildiği için Antartika dışında dünyanın hemen her yerinde tarımı yapılabilmektedir (Babaoğlu, 2019). Dünya tahıl üretimi 2017/2018 dönemlerinde 2 142 milyon ton içerisinde mısır üretimi 1 090 milyon ton olarak belirtilmiştir (TMO, 2019). Türkiye de ise tahıllar içerisinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahip olan mısır, ana ürün ve ikinci ürün olarak üretilmektedir (Babaoğlu, 2019). Türkiye de 2018 verilerine göre toplam tahıl üretimi olarak 34 408 699 ton, toplam ekim alanı olarak 10 899 178 hektardır. Tahıllar içerisinde önemli bir bitki olan mısırın üretimi ülke genelinde ekim alanı olarak 591 900 hektar, üretim olarak 5 700 000 ton, dekar verimi olarak ise 963 kg'dır (TÜİK, 2018). Ayrıca 2018 yılında TÜİK verilerine göre mısır ihracatı 65 677 ton olmuştur (TMO, 2019).

Tarımsal üretim alanlarında belirli aşamaların sonucunda ortaya çıkan tahıllar ve tahıl mamulleri tüketimi gerçekleşene kadar belirli sürelerde sağlıklı olarak depolanması ve bu ürünlerin en az kayıpla korunması büyük önem arz etmektedir. Bu süre zarfında depoya alınmış olan ürünlerin birçok etken ve etmenin baskısı sebebiyle doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli zararlar meydana gelmektedir. Depolanma sürecinde sorunlara, kayıplara neden olan biyotik etmenler arasında mikroorganizmaları, böcekleri, akarları ve kemirgenleri örnek verebiliriz. Bu zararlıların depolanmış ürünlerin kalite ve kantitesini ürün üzerinde bırakmış oldukları vücut kalıntıları, pislikleri ve salgılamış oldukları ağ ve buna benzer maddeler sebebiyle bozulmaktadır. Ürünleri yemek suretiyle meydana getirdikleri ağırlık kayıpları, tohumluk yeteneğinin azalması ve buna benzer olumsuz durumlar meydana gelmekte ve bunun sonucunda ürünün ticari değeri azalmaktadır (Boxall, 2001). Genel olarak yapılan araştırmada depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmaların sebebiyet verdiği kayıplar yıllık olarak %10 olarak kabul edilmiştir (Donahaye ve Messer, 1992).

Türkiye’ de yaygın depolanmış ürün zararlılarına örnek olarak Buğday biti (*Sitophilus granarius* (Lineaus) (Coleoptera: Curculionidae)), Pirinç biti (*Sitophilus oryzae* (Lineaus) (Coleoptera: Curculionidae)), Mısır biti (*Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae)), Kıрма biti (*Tribolium confusum* (JacquelineVal) (Coleoptera: Tenebrionidae)), Ekin kambur biti (*Rhyzopertha dominica* (Fabricus) (Coleoptera: Bostrichidae)), Un biti (*Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae)) ve Khapra böceği (*Trogoderma granarium* (Everts) (Coleoptera: Dermestidae))’ni verebiliriz (Ergul ve ark., 1972; Erakay, 1974; Özar ve Yucel, 1982, 1988; Özer ve ark., 1989; Işıkber et al., 2005; Çolak ve ark., 2018; Mutlu ve ark., 2019).

Depolanmış mısır üzerinde zararlı olan böcek türlerini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Mert (2012), Adana ilinde depolanmış mısırdaki zararlı olan türleri belirlemek için yaptığı çalışma sonucunda en yaygın böcek türleri olarak *S. zeamais*, *T. castaneum*, *S. oryzae*, *Liposcelus entomophila* (Ender.) (Psocoptera: Liposcelidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.) (Coleoptera: Laemophloeidae), *T. confusum* ve *Cryptolestes turcicus* (Grouv.) (Coleoptera: Laemophloeidae) olduğunu belirlemiştir.

Depolanmış mısırdaki zararlı olan *S. zeamais*, mısır tanelerini yemek suretiyle beslenmeleri sonucunda üründe kalite ve ağırlık bakımından azalma meydana gelmektedir (Anonim, 2008b). Zararlı, larva dönemlerinde tanenin içinde bulunmakta ve yaşamsal fonksiyonlarını orada devam ettirerek tanenin iç kısmını yemekte, ergin ise taneyi dışardan yiyerek zarar yapmaktadır (Yıldırım ve ark., 2001). Depolanmış mısırdaki önemli bir zararlı olan *S. zeamais* için kimyasal mücadele dışında farklı mücadele yöntemleri de uygulanmıştır (Silva ve ark., 2016).

Depolanmış tahıl ürünlerinde zarar meydana getiren böceklere karşı bazı insektisitler kullanılmaktadır. Bu insektisitler ise üründe kalıntı, tüketiciye akut veya kronik olarak mühim düzeyde zarar meydana getirmektedir. Depolarda mevcut olarak uygulanmakta olan malathion, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion, pirimiphos-methyl, etrimfos ve benzeri çoğu kimyasal maddeye karşı depolanmış ürün zararlılarının

direnç oluşturduğu belirtilmiştir (Arthur, 1996). Ülkemizde 1998 yılında hasat sonrası yapılan ilaçlama uygulamalarında yaklaşık olarak 297 ton pestisit kullanıldığını belirtilmiştir (Emekçi ve ark., 2000). Depolanmış ürün zararlılarını kontrol altına almak için fumigasyon yöntemi ile pestisit uygulamasının önemli bir konumu vardır (Mutlu ve ark., 2019). Günümüzde fumigasyon yönteminde daha çok fosfin ve metil bromit kullanılmıştır (Banks, 1994). Montreal Protokolü gereğince 2004 yılında metil bromitin Türkiye’de depolarda kullanımı yasaklı hale getirilmiştir (UNEP, 1998). Fümigasyonda kullanılan fosfin gazının uygulama süresinin uzun olması, zararlıların hızlı bir şekilde bu maddeye karşı direnç geliştirmesi ve buna benzer özellikler kullanımda kısıtlamaya gitme nedenlerini mevcut hale getirmiştir (Zettler ve ark., 1989).

Depolanmış ürün zararlılarına karşı kontrol sağlamak için kullanılan kimyasalların insan sağlığına ve çevreye olan zararlı etkileri, bu kimyasallara karşı zararlıların oluşturdukları direnç çoğu zamandır karşılaşılan güçlüklerdir (Yıldırım ve ark., 2001). Karşılaşılan bu güçlüklerden dolayı birçok araştırmacı alternatif mücadele yöntemleri bulmaya yönelmiştir. Bu alternatif mücadele yöntemlerinden biri de diyatom toprağı uygulamasıdır (Gül, 2018). Diyatomit, volkanik etkinliklerin fazla olduğu yörelerde mevcut olan tatlı ve tuzlu su haznelerinde fotosentez olayının yoğun olarak gerçekleştiği sığ (0-35m) derinliklerde yaşayan tek hücreli alg türü olan diyatome iskeletlerinin dışında kil, kum, volkanik kül ve diğer organik kalıntılardan oluşan bir kayadır (MTA, 2019.). Türkiye de az bilinen bu madde topraklarımızda kaliteli ve çok miktarda olup, Maden Tetkik Arama Kurumu verilerine göre 200 milyon ton kaliteli diyatomit rezervimiz bulunmaktadır (Öğreten, 2015).

Diyatom toprağının orjini ve formülasyonun fiziksel özellikleri zararlıya olan etkinliği bakımından oldukça önemli düzeyde olduğu bildirilmektedir (Korunic ve ark., 1997). Depolanmış ürün zararlıları diyatom toprağına hassasiyette değişiklik göstermektedir (Carlson ve Ball 1962; Desmarchelier ve Dines 1987; Korunic 1998; Subramanyam ve ark., 1998; Subramanyam ve Roesli, 2000). Diyatom toprağının memelilere düşük toksisiteli olması uygulanmasını daha basit hale getirmektedir ve ABD ile Kanada’da yem katkısı olarak kullanılmaktadır (Subramanyam and Roesli,

2000). Amorf SiO₂ çoğunlukla güvenli (GRAS) olarak kabul görülmekte ve ABD ile Kanada’ da gıda katkı maddesi olarak da tescillidir. Çoğu diatom toprağı %90 oranından fazla amorf SiO₂ içerir. Diatom toprağı olabildiğince dayanıklıdır ve doğada diğer maddelerle etkileşim meydana geldiğinde zehirli bileşikler meydana getirmektedir. (Subramanyam ve Roesli, 2000).

Diyatom toprağı esas olarak amorf silikadan oluşmuş olmasıyla birlikte bileşimi içerisinde alüminyum, kalsiyum, demir, magnezyumun oksitleri ve başka elementlerde mevcuttur. Bütün fosil diatomlar porlu bir yapıya ve kendine özgü geometrik bir şekil sahibidir ve bu da diatom toprağının insektisidal özellikte olmasını mümkün kılmıştır (Ertürk, 2014).

Diyatom toprağının etki mekanizması, böcek kütikulasında bulunan mumsu tabakanın aşındırılması ve epikütikula tabakasında bulunan yağın (wax) diatom toprağı tarafından absorpsiyon edilmesi ile böceğin vücudunda su kaybıyla birlikte kuruma ve ölümü meydana getirir (Ebeling 1971).

Diyatom toprağının uygulamasındaki olumsuz yönler bakılacak olursa, tahılın akıcılık özelliğinde ve yoğunluğunda azalma meydana gelmesi, değirmen makinalarında aşınmaya sebebiyet vermesi nedenleriyle zarar meydana gelebileceği düşünülmektedir. Diatom toprağında %0,1-60 arasında kristalli silika bulunmaktadır. Böceklerin kontrolünde kullanılan diatom topraklarında ise %7’ den daha düşük kristalli silika mevcuttur. Kristal silika solunum yoluyla maruz kalındığında kanserojenik etki gösterebildiği bildirilmiştir (Subramanyam ve Roesli, 2000). Diğer taraftan depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede diatom toprağının uygulanması sıcakkanlılara olan düşük toksisitesi (Diyatom toprağının fare oral yolla LD₅₀ değeri >5000 mg/kg vücut ağırlığı) (Subramanyam ve ark., 1994), tahıl üzerindeki stabilitesi, herhangi bir toksik etki bırakmadan uzun süreli koruyuculuğu gibi özellikleri ile çoğu araştırmaya konu olmuştur (Ebeling, 1971; Banks ve Fields 1995; Golob 1997; Korunic, 1998; Arthur 1996, 2000, 2002, 2004; Fields ve Korunic 2000; Subramanyam ve Roesli, 2000).

Son dönemlerde, depolanmış tahıl zararlıları böcekler için mücadele amacıyla çeşitli diyatom toprağı formülasyonlarının uygulanılabileceğı bildirilmektedir (Subramanyan ve ark., 1994; Qarles ve Winn 1996; Korunic, 1998; Masiwa, 2004). Ülkemizde ve diğerkölkelerde diyatom toprağının depolanmış ürünlerde zararlı olan türlere karşı etkisini belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır (Subramanyan ve ark., 1994; Korunic, 1998; Masiwa, 2004; Ferizli, 2005; Altıntop, 2006; Athanassiou ve ark., 2007; Doğanay, 2013; Sousa, 2013; Doumbia, 2014; Ertürk ve Emekçi, 2014; Ertürk, 2014; Wakil ve ark., 2015; Aydın, 2015; Alagöz, 2016; Silva ve ark., 2016; Baytekin, 2017; Bayram, 2018; Gül, 2018; Al, 2019; Alkan ve ark., 2019; Kılıç, 2019; Kabak, 2019; Şen ve ark., 2019).

Ülkemizde *S. oryzae* ve *S. granarius* türleri ilgili çeltik, buğday ve mısır da çeşitli diyatom toprakları ve biyolojik etkinlik doz çalışmaları yürütölmüştür. Ancak depolanmış mısır taneleri üzerinde zararlı *S. zeamais* ile ilgili mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma da depolanmış mısırdaki zararlı *S. zeamais* ile mücadelede, yerli diyatom toprakları (Aydın, Ankara) ve yurtdışı kökenli ticari bir marka olan SilicoSec®, kontrollü koşullar altında iki farklı sıcaklıkta (25 ve 30 °C) uygulanarak bunların *S. zeamais* 'e karşı insektisidal etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Masiiwa (2004), yaptığı çalışmada 6 tane farklı diyatom toprağı örneğı laboratuvar koşulları altında %65±5 bağıl nem ve 27±2 °C de sırasıyla *S. zeamais* 'ne karşı etkisini değerlendirmiştir. Her bir diyatom toprağı uygulama örneğı oranları 0.10, 0.25 ve 0.50g DE (Diatomaceous earth) / 100 g mısır tahılı ve bir de diyatom uygulanmamış mısır tahılı kontrol olarak karşılaştırma için ayarlamıştır. Diyatom toprağına maruz bırakılan böceklerin ölüm oranı 7, 14 ve 28. günde değerlendirmiştir. Tüm muamelelere maruz bırakılınca 28. günün sonunda hayatta kalan böcek olmadığını ve diyatom uygulanmamış tahıl ile karşılaştırıldığında sadece küçük bir popülasyonun 7 haftanın sonunda diyatom uygulanmış tahılda ortaya çıktığını belirtmiştir.

Ferizli ve Beris (2005), yaptıkları çalışmada 25 °C de bir dizi farklı oranlarda Protect-It adlı diyatom toprağını kışlık buğday üzerinde 0.25, 0.50, 1.00, 1.50 ve 2.00 g diyatom toprağı kg⁻¹ formülasyonunda %40 ve %55 bağıl nemde ve üç maruz kalma süresinde *R. dominica* 'nın kontrolü için değerlendirmişlerdir. 1, 2, 3 haftalık uygulama sürelerinde ölümler ve yavru verimini belirlemişlerdir. Protect-It diyatom toprağı F1 ergin dölünün azalması ve popülasyonda 1.00 g diyatom toprağında ölüm oranı % 77 ile başarılı olduğunu sonucuna varmışlardır.

Altıntop (2006), yaptığı çalışmada *R. dominica* 'nın ergin evresine karşı ticari bir diyatom toprağı olan SilicoSec®'i değişik dozlarda buğday da uygulamıştır. Diyatom toprağında farklı dozları (0, 250, 500, 1000, 1500, 2000, 2500 ve 3000 mg/kg) 3 haftalık uygulama süresi ile uzun süreli uygulamada farklı dozlarda (0, 250, 500 ve 1000 mg/kg) yapılan uygulama sonucunda gerçekleşen ölüm ve F1 verimi üzerinde dozların etkisinin önemli düzeyde olduğunu belirlemiştir

Doumbia ve ark. (2013), Diyatom toprağı veya diyatomitin depolanmış mısır zararlısı olan *S. zeamais*, *T. castaneum* ve *Palorus subdepressus* (W.)'a karşı etkisini belirlemişlerdir. Mısıra farklı dozlarda diyatom toprağı (1.5, 3, 4.5 ve 6 g/kg) ve

kimyasal toz insektisit olan Actellic Super[™] 'i referans olarak 4 doz (0.25, 0.5, 0.75 ve 1 g/kg) uygulamışlardır. Ölüm oranını ölçmek için 1, 2, 4, 7 ve 14 gün uygulamaya maruz bırakmışlardır. Diyatom toprağı bu üç depolanmış mısır zararlısı böceğın kontrolü için iyi bir alternatif olabileceğini ve entegre depolanmış ürün zararlısı yönetim programına kolayca dahil edilebileceğini tespit etmişlerdir.

Doğanay (2013), laboratuvar koşulları altında yaptığı çalışmada depolanmış tahıllarda zararlı olan *S. granarius* ve *R. dominica* ' a karşı iki farklı yerli diyatom toprağı çeşidi ile bir ticari diyatom toprağı olan Insecto[®] 'nun bu zararlılar üzerindeki etkinliğini belirlemek için buğday, çeltik ve mısır da farklı konsantrasyonlar (0, 125, 250, 500, 750, 1000 ppm) uygulamış daha sonra 7 ve 14 gün sonunda ergin ölüm oranlarını tespit etmiştir. Diyatom toprağına maruz bırakılan *S. granarius* ve *R. dominica* 'nın yeni nesil ergin sayısını belirlemiştir. Çalışma sonucu olarak özellikle çeltik ve buğdayda depolanmış tahıl zararlılarının mücadelesinde Turcol adlı Türk diyatom toprağı çeşidinin kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu tespit etmiştir.

Sousa ve ark. (2013), çalışmalarında *S. zeamais* 'in ergin ve yeni nesil dölünde diyatom toprağının insektisidal etkisini değerlendirmek için farklı ortam sıcaklıklarında, farklı diyatom toprağı dozlarında ve periyotlarda maruz bıraktıklarını bildirmişlerdir. Deneylerde petri kaplarında 40 gr tane mısır da diyatom toprağının 0, 0.25, 0.5 ve 1.0 kg Mg⁻¹ farklı dozları uygulamışlardır. Her petri kabına 25 adet *S. zeamais* ergini ve petri kablarında iklim odalarında 20, 25, 30, 35 ve 40 °C sıcaklıkta bırakmışlardır. Böceğın ölüm oranı 6 ve 15 gün sonra belirlenmiştir. 75. gün sonunda ise *S. zeamais* 'in F1 generasyonunu değerlendirmiştir. *S. zeamais* 'in ölüm oranı yüksek doz ve sıcaklıklarda 6 ve 15 gün periodunda maruz bırakılması boyunca arttığını bildirmiştir.

Ertürk (2014), laboratuvar koşulları altında depolanmış tahıl ürünlerinden biri olan çeltikte önemli zararlar meydana getiren *S. oryzae*, *R. dominica* ve *T. castaneum* 'a karşı üç farklı diyatom toprağı (Protector[®], PyriSec[®] ve DEA-P[®]) farklı dozlarda uygulanarak bu zararlıların ergin ve yeni nesil (F1) erginlerine karşı çeltikteki koruyucu etkinliği farklı nem ve sıcaklık koşullarında belirlemiştir. Çalışma

sonucunda kullanılan üç farklı diyatom toprağının çeltikteki zararlı böceklerle karşı mücadelede kullanılabileceğini bildirmiştir.

Ertürk ve Emekçi (2014), yaptıkları çalışmada laboratuvar şartları altında depolanmış çeltikte zararlı olan *T. castaneum* 'un mücadelesi için çeltik üzerinde DEA-P adlı diyatom toprağı formülasyonunu 30 °C sıcaklıkta, %60±5 orantılı nem koşullarında uygulamışlardır. Çeltik üzerinden *T. castaneum* 'un diyatom toprağına maruz bırakıldıktan sonra popülasyonunda önemli seviyede düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. 1500 ppm DEA-P/kg çeltik ve üstü dozlarda 21. günden itibaren %100 ölüm sağlandığını belirtmişlerdir.

Aydın (2015), yaptığı çalışmada depolanmış tahılların en önemli zararlılarından olan *O. surinamensis* ve *R. dominica* 'ya karşı Türk diyatom toprağı ile yerel entomopatojen fungus olan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nın kombinasyonunu uygulamıştır. Çalışmada buğday üzerinde tek başına Türk diyatom toprağını 250 ve 500 ppm dozlarda, *B. bassiana* 'ı 150 ve 300 ppm dozlarda, ayrıca Türk diyatom toprağı ve *B. bassiana* 'nın ikili kombinasyonlarında farklı dozlarda (150 ppm EP (entomopatojen fungus)+250 ppm DE (diyatom toprağı), 150 ppm EP+500 ppm DE, 300 ppm EP+250 ppm DE, 300 ppm EP+500 ppm DE) buğday üzerinde uygulayarak 7 ve 14.gün sonunda ölüm oranı ve 65. gün sonunda ise yeni nesil ergin sayısı belirlenmiştir. Depolanmış tahıl zararlılarında mücadelede Türk diyatom toprağı ile entomopatojen fungus *B. bassiana* ikili kombinasyonlarının kullanılabılme potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir.

Wakil ve ark. (2015), yürüttükleri araştırmada *S. oryzae* 'e karşı yerli bir izolat olan *Metarhizium anisoplia* (M.) ve diyatom toprağı Protect-It™ yalnız ve birlikte kullanılarak etkisini belirlemeye çalışmışlardır. *S. oryzae* 'nin 7, 14, 21. günde ölüm oranını ve 62.gün sonunda döl kontrolü yapılmıştır. En yüksek ölüm oranı ve düşük nesil üretimi *M. anisoplia* 'nın en yüksek dozu ve diyatom toprağı olan Protect-It® 'ın 200 ppm dozunun kombinasyonu olduğunu tespit etmişlerdir. *S. oryzae* 'e karşı entomopatojen fungus ile diyatom toprağının kombinasyonu yalnız kullanımlarından daha etkili olmuştur.

Alagöz (2016), laboratuvar koşulları altında 4 farklı Türk diyatom toprağı (AGN-1, ACN-1, FB2N-1 ve CCN-1) ve SilicoSec® ticari diyatom toprağının pirinç ve çeltik üzerinde, *S. oryzae* ve *T. confusum*‘ a karşı 100, 300, 500, 900, 1500 ppm dozlarında insektisidal etkinliği belirlemek için uygulamıştır. Yaptığı çalışma sonucunda AGN-1, ACN-1 ve CCN-1 isimli Türk diyatom topraklarının, ticari diyatom toprağı olan SilicoSec®‘e karşı daha yüksek insektisidal etki gösterdiği kanısına varmıştır ve çeltik üzerinde *S.oryzae* ve *T.confusum*‘ un mücadelesinde kullanılabilme potansiyelinin mevcut olduğunu tespit etmiştir.

Baytekin (2017), yaptığı çalışmada laboratuvar koşulları altında *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı Orta Anadolu bölgesinden elde edilmiş olan BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1 adlı 4 farklı yerel diyatom toprağı ile SilicoSec®‘in farklı dozlarını (100, 300, 500, 900, 1500 ppm) pirinç ve çeltik üzerinde uygulayarak insektisidal etkisini belirlemeye çalışılmıştır ve 7, 14 ve 21. gün sonunda ölüm oranlarını ve 65. gün sonunda yeni nesil ergin çıkışı (F1) sayılarını tespit etmiştir. BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1 Türk diyatom topraklarının, SilicoSec®‘e karşı daha yüksek bir insektisidal etkiye sahip olduğunu ve depolanmış çeltikte kullanılabilme potansiyelinin mevcut olduğu sonucuna varmıştır.

Bayram (2018), yaptığı çalışmada *S. oryzae*, *T. confusum* ve *R. dominica* erginlerine karşı K-14 ve K-16 kodlu yerel diyatom toprağının kaçırıcı etkisini belirlemek için 500 ve 1000 ppm dozlarında buğday üzerinde 25 °C sıcaklıkta, %65±5 nispi nem koşullarında uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucu olarak uygulanan iki seçenekli testlerde özellikle *S.oryzae* ve *T. confusum* erginlerinin çoğunlukla diyatom uygulanmamış buğdaylı alanları tercih ettiği ve bundan dolayı teste tabi tutulan yerli diyatom topraklarının *S.oryzae* ve *T.confusum* ‘un erginleri üzerinde önemli düzeyde yüksek kaçırıcı etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. *R. dominica* erginlerinin hareket kabiliyeti düşük olduğu için test edilen yerel diyatom toprakları olan K-14 ve K-16 ‘nın kaçırıcı etkisinin olmadığını saptamıştır.

Gül (2018), yaptığı çalışmada depolanmış tahıl zararlıları olan *S. oryzae*, *T. confusum* ve *R. dominica*, erginlerine karşı, buğday üzerinde 9 farklı yerel diyatom

toprağı karışımlarının farklı konantrasyonlarda (300, 600 ve 900 ppm) (mg diyatom toprağı/kg ürün) biyolojik testleri yürütmüştür. *S. oryzae*, *T. confusum* ve *R. dominica* diyatom uygulamasına maruz bırakıldıktan 7 ve 14 gün sonra erginlerinin ölüm oranları ve 65 gün sonra yeni nesil ergin sayılarını tespit etmiştir. Çalışmanın sonunda teste tabii tutulan üç böcek türünün erginlerine karşı yüksek etkinlik gösterdiği için depolanmış tahıl zararlılarına karşı mücadelede başarılı bir şekilde kullanılabilme potansiyelinin mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Al (2019), yaptığı çalışmada Amerikan Hamam Böceğı (*Periplaneta americana* (L.)) erginlerine karşı yerel diyatom toprakları olan K-14 ve K-16' ı yedi farklı dozda (2.5, 5, 10, 20, 40, 80 ve 100 g/m), üç farklı yüzeyde (beton, fayans ve parke) 11 gün süre ile uygulamıştır. *P. americana* erginine karşı K-14 ve K-16 kodlu yerel diyatom topraklarının tüm yüzeylerde onbirinci gün sonunda en düşük ölüm oranını 2.5 g/m² dozunda ve en yüksek ölüm oranını 40 g/m² dozundan itibaren tüm dozlarda tespit etmiştir. Yapılan bu çalışma ile K-14 ve K-16 kodlu yerel diyatom topraklarının *P.americana* karşı mücadelede kullanılabilir olduğu sonucuna varmıştır.

Alkan ve ark. (2019), laboratuvar koşulları altında *Tenebrio molitor* (L.)'un larva ve erginlerine karşı tanecik yapıları birbirinden farklı, Türkiye'nin yerli kaynaklarından elde edilmiş diyatom toprakları olan Turco 000, 004 ve Turco 020'i bu zararlıya karşı insektisidal etkisini test etmişlerdir. Turco 000, 004 ve Turco 020 diyatom toprakları farklı dozlarda (0.001, 0.002, 0.003 ve 0.004 g/cm²) zararlının larva ve erginlerine karşı denediklerini ve LC50 ve LC90 değerlerini hesapladıklarını belirtmişler. Elde edilen sonuçlara göre yerel diyatom topraklarının *T. molitor* 'un mücadelesinde kullanımının ümitvar olduğunun tespitinde bulunmuşlardır.

Kabak (2019), laboratuvar koşulları altında K-14 ve K-16 kodlu yerel diyatom toprakları, 0.05, 0.10, 0.25, 0.75, 1.5 g/m² dozları ile *Blatella germanica* (L.) 'nın 1-3 nimf dönemlerinde üç farklı yüzey üzerinde (beton, fayans, parke) biyolojik test uygulayarak ölüm etkisini araştırmıştır. Yürütölen çalışma sonucunda kullanılan yerel diyatom topraklarının *B. germanica* nimf mücadelesinde etkili olduğu ve uygulanabilme potansiyeline sahip olduğu sonucunu tespit etmiştir.

Kılıç (2019), Laboratuvar koşulları altında depolanmış buğdayda önemli ana zararlılardan biri olan *T. granarium* larvalarına karşı insektisidal etkisini belirlemek için Türkiye'nin Ege ve Orta Anadolu bölgelerinden elde edilmiş olan Ankara, Aydın illeri diyatom toprakları ile SilicoSec®'i farklı dozlarda (0, 1000, 1500 ve 2000 ppm), farklı sıcaklıklarda (25 ve 30 °C) ve %50-65 nem ortamında dariel buğday çeşidi üzerinde çalışmasını yürütmüştür. *Trogoderma granarium* larvalarının diyatom toprağına maruz bırakıldıktan 7, 14 ve 21. gün sonunda meydana gelen ölümler ve 60. gün sonunda ise F1 döl verimini belirtmiştir. Çalışma sonucunda *T.granarium*'un larvalarında yerli diyatom topraklarının SilicoSec®'e karşı daha etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Şen ve ark. (2019), laboratuvar koşullarında *S. oryzae*, *T. confusum* ve *R. dominica*'ya karşı ACN-1 yerli diyatom toprağını buğday üzerinde, farklı dozlar (0, 100, 300, 500, 900 ile 1500 ppm (mg/kg) ve sıcaklıklarda (20, 25 ve 30°C) insektisidal etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, *S. oryzae* ve *T. confusum* üzerinde sıcaklık artışı ile birlikte ölüm oranında artış meydana geldiğini, buna karşın *R. dominica* da en yüksek ölüm oranının 20 °C de meydana geldiğini kayıt etmişlerdir. Ayrıca, 500 – 900 ppm arasında değişen düşük dozların bile *S. oryzae* ve *T. confusum*'da %100 ölüm meydana getirdiğini ve sonuçta depolanmış tahıl böceklerinin mücadelesinde ACN-1'in kullanılma potansiyelinin mevcut olduğunu bildirmişlerdir.

3.MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

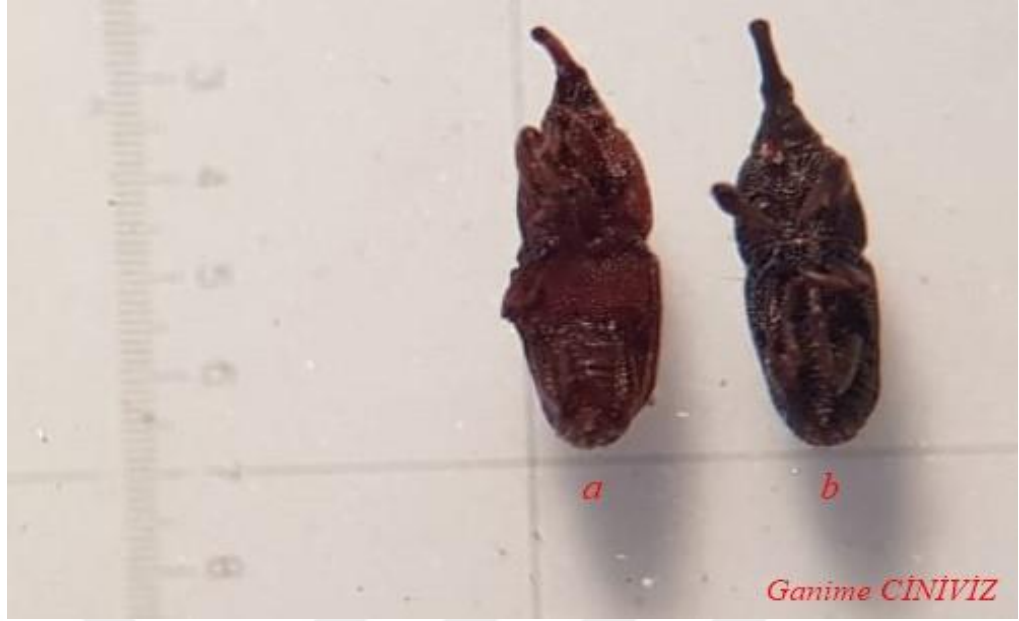
3.1.1 Çalışmada kullanılan tür

Çalışmada kullanılan test böceği Mısır biti (*S. zeamais*) ülkemizde mısır yetiştirilen bütün bölgelerde yaygın olarak bulunmakta tahıl depolarında ve tarlada başta mısır, pirinç, sorgum ve buğdayda önemli derecede zarar yapmaktadır (Şekil 3.2., Şekil 3.1.) (Yıldırım ve ark., 2001).

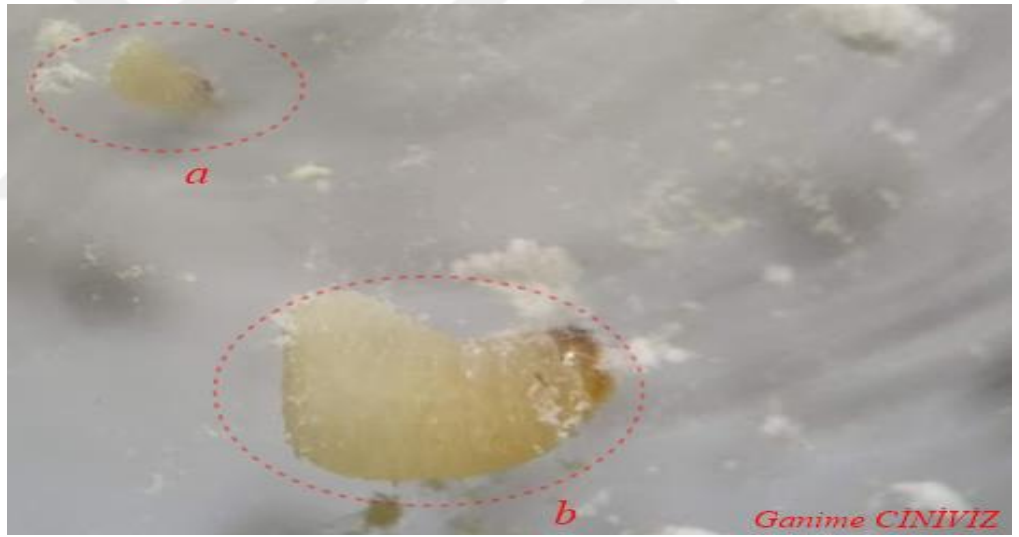
Çalışmada kullanılan *S. zeamais* erginleri Ankara Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Depo Zararlıları Laboratuvarından temin edilmiş ve devamında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde Entomoloji Laboratuvarında dane mısır üzerinde stok kültürlerden yetiştirilen ergin bireylerden elde edilmiştir.



Şekil 3.1. *Sitophilus zeamais* (a) erkek birey, (b) dişi birey



Şekil 3.2. *Sitophilus zeamais* erginleri ventral görünüşü (a) erkek birey (b) dişi birey



Şekil 3.3. *Sitophilus zeamais*'in genç larva (a) ve olgun larva (b)

Çizelge 3.1. *Sitophilus zeamais* türünün sistematikteki yeri

Şube	: Arthropoda
Sınıf	: Insecta
Takım	: Coleoptera (L.)
Familya	: Curculionidae
Cins	: <i>Sitophilus</i>
Tür	: <i>Sitophilus zeamais</i> (M.)
Türkçe Adı	: Mısır Biti
İngilizce Adı	: Maize weevil

***Sitophilus zeamais* ‘in Tanımı, Biyolojisi, Zararı ve Yayılışı**

Morfolojik olarak ergin rengi kırmızımsı esmer ile kahverengi arasında farklılık gösterir, boyu 2.5 ile 4.0 mm arasında değişir. Vücudun baş kısmında ucunda ağız parçaları olan uzun bir hortum bulunmaktadır. Pronotum ve kın kanatları üzerinde uzunca derin noktalar bulunur. Kın kanatlar üzerinde 4 adet kırmızımtırak sarı leke görülür. Yumurtalar parlak beyaz renkli, larva beyaz sarımsı renkte, 2.5- 3.0 mm boyda olup bacaksızdır (Şekil 3.3.). Pupa önce beyaz sonra sarımsı renkte olup boy olarak 3.5-4.5 mm arasında değişmektedir (CABI, 2019).

Erginler çiftleştikten sonra dişi birey yumurtalarını mısır tanesinin daha çok embriyo kısmına yakın yerlere ağız parçaları ile açtıkları oyuklara bırakırlar ve bu açtıkları oyukları ağızlarından salgıladıkları bir madde ile kapatırlar. Ergin öncesi dönem tane içerisinde geçirilir. Erginler 6-8 ay arasında yaşar bu süre zarfı içerisinde 120-180 arası yumurta bırakırlar ve yılda 5-6 döl verirler. Kanatları gelişmiş olduğu için uçuş kabiliyetleri mevcut olup yaz aylarında tarlada bulunan mısır koçanları üzerindeki tanelere yumurta bırakırlar ve hasatla birlikte ambara geçirerek burada zararlı olurlar (CABI, 2019).

Mısır tanelerini yemek suretiyle beslenmeleri sonucunda üründe kalite ve ağırlık bakımından azalma meydana gelmektedir. Yenik tanenin çimlenme oranı büyük ölçüde azalacağından ürünün tohumluk özelliği düşecektir. Bulaşmalar fazla olduğunda kızılsma ve kokuşma ortaya çıkmaktadır (Keskin ve Özkaya, 2012). Zararlı, larva dönemlerinde tanenin içinde bulunmakta ve yaşamsal fonksiyonlarını orada

devam ettirerek tanenin iç kısmını yemekte, ergin ise taneyi dışardan yiyerek zarar yapmaktadır (Şekil 3.4.) (Yıldırım ve ark., 2001). Ergin böcek taneyi terketmek için delik açmaktadır. Ayrıca bu böceğin üründeki faaliyetleri sonucunda bazı mikroorganizmaların bulaşmasına da yol açmaktadır (Esin, 1990)

Ülkemizin tüm bölgelerinde bulunmakla beraber, Karadeniz Bölgesinde daha sık görülmektedir (Yıldırım ve ark., 2001). Dünya da ise Asya, Afrika, Kuzey Amerika, Orta Amerika ve Karayipler, Güney Amerika, Avrupa, Okyanusya kıtalarında yayılış göstermektedir (CABI, 2019).



Şekil 3.4. *Sitophilus zeamais* 'in mısır tanesindeki zararı

3.1.2 Çalışmada kullanılan diyatom toprağı formülasyonları

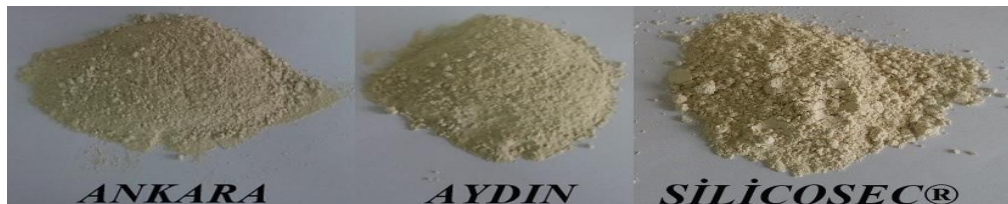
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan diyatom toprakları formülasyonları

Diyatom çeşitleri	Silisyumdioksit (SiO ₂) oranı (%)	Partikülçapı büyüklüğü (μm)	Renk
SilicoSec®	92.0	8-12μ	Sarımtırak- beyaz
Ankara	92.8	8-12μ	Sarımtırak- beyaz
Aydın	94.2	8-12μ	Sarımtırak- beyaz

Çalışmada kullanılan yerli diyatom topraklarından birincisi Ankara ili madenlerinden temin edilen tatlısu kökenli diyatomittir. Yaklaşık %92.8 SiO₂ (Silisyum dioksit veya silika), %4.2 Al₂O₃ (Alüminyum oksit), %1,5 Fe₂O₃ (Demir (III) oksit), %0.6 CaO (Kalsiyum oksit), %0.3 MgO (Magnezyum oksit) ve %1-5 su içermektedir. Ortalama partikül boyutu 8-12μ dur (Çizelge 3.2).

Çalışmada kullanılan yerli diyatom topraklarından ikincisi Aydın ili madenlerinden elde edilen tatlı su kökenli diyatomittir. Yaklaşık %94.2 SiO₂ (Silisyum dioksit veya silika), %4.6 Al₂O₃ (Alüminyum oksit), %1.6 Fe₂O₃ (Demir (III) oksit), %0.7 CaO (Kalsiyum oksit), %0,3 MgO (Magnezyum oksit) ve %1-5 su içermektedir. Ortalama partikül boyutu 8-12μ dur (Çizelge 3.2).

Çalışmada kullanılan üçüncü diyatom toprağı ise bazı depo zararlılarına (*S. granarius*, *O. surinamensis*) karşı ruhsatlı olan ticari bir diyatom toprağı olan SilicoSec®'dir. Yaklaşık %92 SiO₂ (Silisyum dioksit veya silika), %3 Al₂O₃ (Alüminyum oksit), %1 Fe₂O₃ (Demir (III) oksit) ve %1 Na₂O (Sodyum oksit) içermektedir. Ortalama partikül boyutu 8-12μ dur (Çizelge 3.2). Şekil 3.5 de çalışmada kullanılan diyatom toprağı çeşitlerinin görselleri verilmiştir.



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan diyatom toprağı çeşitleri

3.1.3 Çalışmada kullanılan mısır çeşidi

Çalışmada çok yüksek verim potansiyeli olan serin bölgelerde ana ürün, sıcak bölgelerde ikinci ürün ekimine uygun olan danelik Dekalb markalı DCK6664 mısır (*Zea mais* (L.) çeşidi tohumu kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 *Sitophilus zeamais* erginlerinin yetiştirilmesi

Çalışmada stok kültürlerden elde edilen *S. zeamais* erginleri, yeterli düzeyde ergin birey elde etmek amacıyla laboratuvarında çoğaltılmıştır. *Sitophilus zeamais* erginleri dane mısır üzerinde kültüre alınarak üretilmiştir. Bu amaçla 500 gr kapasiteli plastik kültür kaplarının içerisine 100 gr dane mısır ilave edildikten sonra yaklaşık 50-60 adet dişi ve erkek ergin birey kabın içerisine konulmuştur. Plastik kültür kaplarının ağızları, kabın içerisindeki hava sirkülasyonunu engellemeyecek şekilde beyaz renkli şeffaf tülle kapatılmıştır. Hazırlanan plastik kültür kapları *S. zeamais* için 30 °C sıcaklıkta, %50±65 nispi nemde ve karanlık ortamda inkübatör içerisine bırakılarak gelişimi takip edilmiştir (Şekil 3.6). 35-40 gün sonra ise yeni nesil erginleri emgi tüpü (aspirator) yardımıyla bulaşık olan dane mısırdan ayırıp, bulaşık olmayan dane mısır içerisine alınarak kültürün devamı sağlanmıştır. *Sitophilus zeamais* ergin bireyleri için kültür açma işlemi çalışma boyunca devam etmiştir.



Şekil 3.6. *Sitophilus zeamais* 'in inkübatör deki kültür kapları.

3.2.2 Üç farklı diyatom toprağının farklı uygulama dozlarında 25 °C ve 30°C sıcaklıkta *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde insektisidal etkisinin belirlenmesi

Denemeler 1 kg.'lık şeffaf plastik kültür kapları içerisinde yürütülmüştür. Denemelerde dane mısır (DCK-6664) çeşidi kullanılmış ve 55 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle etüvde tutularak sterilize edilmiştir. Sterilize olmuş dane mısırlar plastik kültür kapları içerisine terazi yardımıyla 100' er gr. tartılarak bırakılmıştır.

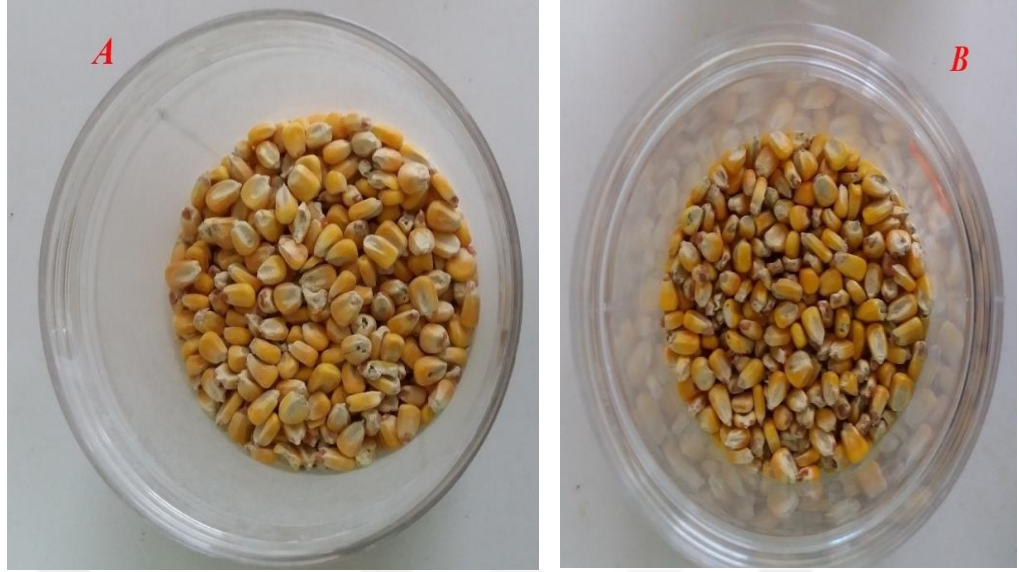
Sitophilus zeamais erginine karşı biyolojik etkinliğini belirlemek için ikisi yerel diyatom toprakları olan Aydın ve Ankara diğeri yurtdışı kökenli ticari bir marka olan SilicoSec® diyatom toprağı olmak üzere üç farklı diyatom toprağı çeşidi kullanılmıştır. Denemede Aydın, Ankara ve SilicoSec® diyatom topraklarından 0 (Kontrol), 1000, 1500 ve 2000 ppm dozlar hassas terazide mg. cinsinden tartılmıştır. Tartılan diyatom toprakları plastik kültür kapları içerisinde bulunan 100 gr dane mısırın üzerine ilave edilmiştir ve dane mısırın danelerinin tüm yüzeyine diyatom toprağının homojen

olarak dağılması için minimum 3 dakika, maksimum 5 dakika boyunca elle sallanmıştır (Şekil 3.8).

Denemelerde 1-3 günlük ve karışık cinsiyette *S. zeamais* erginleri kullanılmıştır. Bu amaçla stok kültürlerden karışık cinsiyette 30 adet *S. zeamais* ergini aktarılmıştır ve emgi tüpü yardımıyla aspire edilerek tüplere alınmıştır. 1- 3 günlük ve karışık cinsiyette 30 adet *S. zeamais* ergin bireyleri deneme kaplarının içerisindeki diyatom uygulanmış dane mısırın üzerine bırakılmıştır. Kapların ağızları böceklerin hava almasını engel olmayacak şekilde tül ile kapatılmıştır. Denemelerde kontrol amacıyla diyatom toprağı uygulanmamış temiz dane mısır üzerine 30 adet ergin böcek eklendikten sonra deneme kaplarının ağzı tülle kapatılmıştır. İşlem bittikten sonra deneme kapları 50 ± 65 oranında neme sahip üretim odalarında 25 ile 30 °C sıcaklıkta tutulmuştur. Her diyatom toprağı çeşidi ve konsantrasyon uygulaması için 4 tekerrürlü olarak kullanılmıştır (Şekil 3.7). Denemeler tesadüf parsellerinde bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Sayımlar 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. günlerde diyatoma maruz kalma süreleri sonrasında ölü ve canlı ergin böcek sayısı belirlenmiştir. Her bir sayım gününden sonra ölü ergin böcekler ortamdan uzaklaştırılmıştır ve 21.gün sonunda da ölü ergin böcekler uzaklaştırıldıktan sonra kalan canlı ergin böceklerin yeni nesil ergin sayımını (F1) yapmak için aynı ortam şartlarında bekletilmiştir.



Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan tekerrürler.



Şekil 3.8. A) Diyatomla muamele edilmiş dane mısır B) Diyatomla muamele edilmemiş dane mısır

3.2.3 F1 döl verimi ile ilgili çalışmalar

Denemelerde her bir tekerrüre ait son sayım gününden (21.gün) sonra ölmüş olan ergin böcekler ortamdan uzaklaştırılmış ve daha sonra kalan canlı ergin böceklerin yeni nesil ergin sayımını (F1) yapmak için aynı ortam şartlarında (%50±65 oranında nem ve 25 ile 30°C sıcaklıkta) üretim odalarında 60 gün boyunca tutulmuştur. Bu süre sonunda deneme kaplarındaki *S. zeamais* 'in erginlerinin yeni nesil (F1) döl sayımları yapılarak her bir diyatom çeşidi için ayrı ayrı belirlenmiştir.

3.2.4 İstatiksel Analiz

Çalışmada tekerrürlerden elde edilen ölüm oranlarını (% etki) belirlemek amacıyla yüzdeli Abbott formülü uygulanmıştır (Abbott, 1925). Daha sonra veriler ilk olarak Shapiro–Wilknormalite testine tabi tutulmuştur. Normal dağılım göstermeyen veriler Arcsintransformasyonu kullanılarak normal dağılıma getirilmiştir. Bu şekilde elde edilen veriler, Tesadüf Parsellerinde Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve önem derecelerine (% 99) göre LSD (Tukey HSD) testi kullanılarak ortalamalar gruplandırılmıştır. Bütün istatistik analizler Jump (Version 7.0) istatistik programında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarında 25 °C Sıcaklıkta *Sitophilus zeamais* Erginleri Üzerinde İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi

Sitophilus zeamais erginleri üzerinde 25 °C sıcaklıkta üç farklı diyatom toprağı (Ankara, Aydın, SilicoSec®) ile kontrol (0), 1000, 1500 ve 2000 ppm’lik dozlarının uygulaması sonucunda farklı günlerde (2, 3, 5, 7, 14, 21) yapılan sayımlara ait, ‘Tesadüf Parsellerinde Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme’ desenine göre yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.’ de verilmiştir.

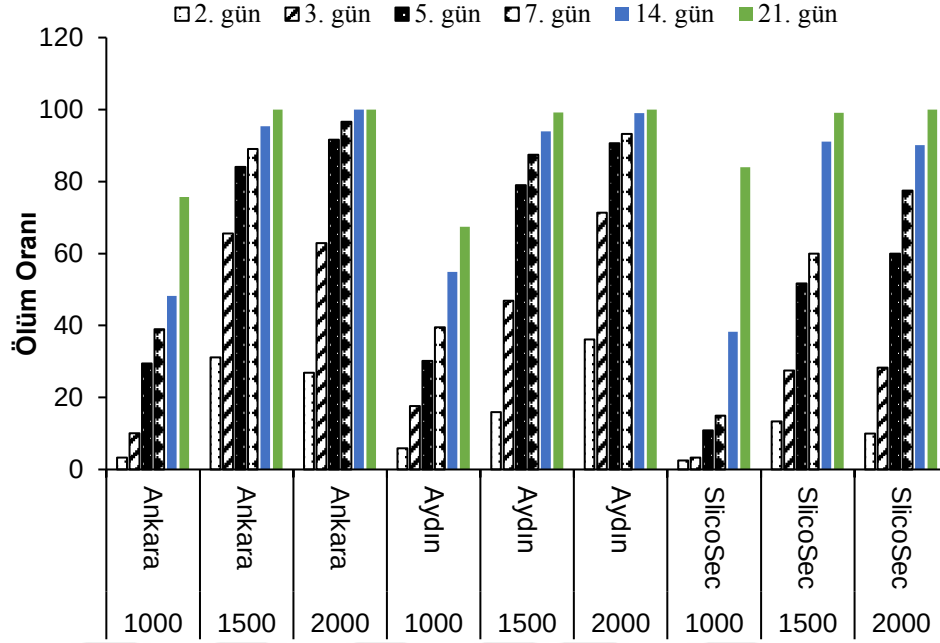
Çizelge 4.1. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 25 °C de 2, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizin sonuçları

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplam	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Diyatom	2	8678,35	4339,18	56,4604	0,0001*
Doz	3	238365	79455	700,5464	0,0001*
Doz*Diyatom	6	4213,86	702,311	6,1922	0,0004*
Sayım günü	5	112416	22483,2	565,4605	0,0001*
Diyatom*Sayım günü	10	4569,68	456,968	11,4929	0,0001*
Doz*Sayım günü	15	36352,9	2423,53	60,9526	0,0001*
Doz*Sayım günü*Diyatom	30	4122,65	137,422	3,4562	0,0001*

*= %99 önem seviyesine göre istatistiksel olarak önemli.

Mevcut veriler üzerinde yapılan varyans analiz sonucuna göre diyatom dozları, sayım günleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca Doz*Diyatom, Diyatom*Sayım günü, Doz*Sayım günü, Doz*Sayım günü*Diyatom, interaksyonları da önemli bulunmuştur (P<0.01).

Farklı diyatom toprakları ve dozlarının 25 °C sıcaklıkta 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. günlere ait sayımlar sonucunda *S. zeamais* erginleri üzerinde göstermiş olduğu biyolojik etkinliğine ait sonuçlar şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı diyatom toprak ve dozlarının 25 °C de *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği.

Şekil 4.1 incelendiğinde erginlerin diyatom topraklarına 2 günlük maruz kalma süresi sonundaki yapılan sayımlarda en yüksek etkili diyatom toprağı (DE) 2000 ppm dozda %36.1 ile Aydın diyatomu olmuştur. 2000 ppm doz için diğer diyatom toprakları Ankara %26.9, SilicoSec® ise %10 oranında etkisi olmuştur. En az etkili diyatom toprağı ise SilicoSec®1000 ppm ile %2.5 oranında etki yüzdesi belirlenmiştir. 1000 ppm doz için diğer diyatom toprakları ise Ankara %3.3, Aydın %5.9 oranında etki etmiştir.

Sitophilus zeamais erginlerinin diyatoma 3 günlük maruz kalma süresi sonunda en yüksek etkili diyatom toprağı 2000 ppm dozda %71.35 ile Aydın diyatomu olmuştur. Aynı dozda diğer diyatom toprakları Ankara %62.9, SilicoSec® ise %28.3 oranında etkili olmuştur. En az etkili diyatom toprağı ise SilicoSec®1000 ppm ile %3.3 oranında etkisi olmuştur ve bunu takiben 1000 ppm doz için Ankara %10.1, Aydın %17.6 oranında ergin böcek üzerinde etkili olmuştur.

Diyatom topraklarına ergin böceklerin 5 günlük maruz kalma süresi sonunda en yüksek etkili diyatom toprağı 2000 ppm dozda %91.7 ile Ankara diyatomunun olduğıu saptanmıştır. 2000 ppm dozda Aydın diyatomu %90.7, SilicoSec® diyatomu %60 oranında etki göstermiştir. En düşük etkili olan diyatom toprağı için grafik incelendiğinde SilicoSec® 1000 ppm dozda % 10.8 oranında etkili olmuş ve aynı doz için Ankara % 29.5, Aydın %30.2 oranında etkili olmuştur.

Sitophilus zeamais erginlerinin 7 günlük diyatoma maruz kalma süresi sonunda en yüksek etkili diyatom toprağı 2000 ppm doz da % 96.6 ile Ankara diyatomu olmuştur ve 2000 ppm doz için mevcut diğ er diyatom toprakları olan Aydın %93.3, SilicoSec® % 77.5 oranında etki göstermiştir. En az etkili diyatom toprağı olan SilicoSec® 1000 ppm doz da % 15 oranında etki göstermiştir ve aynı doz için mevcut diğ er diyatom toprakları da Aydın %39.5, Ankara % 39 etki yüzdesi göstermiştir.

Çalışmada kullanılan ergin böceğ in 14 günlük diyatoma maruz bırakılma süresi sonunda en yüksek etkili diyatom toprağı Ankara 2000 ppm doz da % 100 oranında etki meydana getirmiştir. Diğ er mevcut diyatom toprakları Aydın ve SilicoSec® ise 2000 ppm doz da sırasıyla %99, % 90.1 oranında etki yüzdesi göstermiştir. En az etkili diyatom toprağı olan SilicoSec® 1000 ppm doz da %38.3 oranında etki göstermiş ve aynı doz da mevcut diğ er diyatom toprakları Ankara ve Aydın sırasıyla %48.2, %54.9 oranında etki göstermiştir.

Denemenin son sayım günü olan 21. gün sayımlarının sonucuna göre 21 günlük diyatoma maruz kalma süresi sonunda en yüksek etki oranını gösteren diyatom ve dozları; Ankara 1500 ppm ve 2000 ppm, Aydın 2000 ppm, SilicoSec® 2000 ppm olarak %100 etki göstermişlerdir. Bunu takiben Aydın diyatom toprağı 1500 ppm dozda %99.2, SilicoSec® diyatom toprağı ise aynı dozda %99.1 oranında yüksek bir etki göstermiştir. 21.gün için en az etki gösteren diyatom toprağı Aydın 1000 ppm % 67.4 oranında etki meydana getirmiştir, aynı dozda Ankara % 75.7, SilicoSec® %84 oranında etki göstermiştir.

Çalışmada diyatom uygulanmamış tekerrürlerde (kontrol) 21. günün sonunda Ankara diyatomu kontrol grubunda %87, Aydın diyatomu kontrol grubunda %90, Silicosec diyatomu kontrol grubunda ise %90 oranında canlı birey kalmıştır.

Şekil 4.1 ve varyans analiz tablosu incelendiğinde, 25 °C sıcaklıkta 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. gün sayımları sonuçlarına göre *S. zeamais*'e karşı Ankara diyatomunun diğer diyatomlara oranla en fazla biyolojik etkinlik gösterdiği kaydedilmiştir. 14. günden itibaren 2000 ppm dozda Ankara diyatomu %100 oranında biyolojik etkinlik göstermiştir. Ankara diyatomunun 25 °C de en yüksek etkiyi göstermesinin nedeni olarak bu sıcaklıkta diğer diyatom topraklarına göre daha iyi çalıştığı düşünülmektedir. Nitekim Öztekin (2020), *Callasobruchus maculatus* (F.) erginleri üzerinde Aydın, Ankara ve SilicoSec® diyatomunu uygulamış ve 25 °C sıcaklıkta Ankara diyatomunun daha fazla etki gösterdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Kılıç (2019), Khapra böceği larvalarına karşı Ankara, SilicoSec®, Aydın diyatomlarını farklı doz (1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm) ve sıcaklıklarda (25 ve 30 °C) uygulamış ve 25 °C sıcaklıkta en iyi biyolojik etkinlik gösteren diyatomun Ankara olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmada uygulanan biyolojik testler sonucunda Aydın diyatomunun da Ankara diyatomuna yakın oranlarda *S. zeamais* erginleri üzerinde biyolojik etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. İkiside yerli diyatom toprağı olan Ankara ve Aydın diyatom toprağına oranla en düşük seviyede biyolojik etkinliği SilicoSec® göstermiştir. Bu sonuçlara göre Ankara diyatomunun daha fazla etkili olmasının nedeninin bu diyatom toprağının partikül şekli ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Alagöz (2016), Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) görüntülenen ACN-1 (Ankara) üçgen, (FB2N-1) (Aydın) çubuk, (SilicoSec®) silindirik yapıya sahip olan diatomit şekillerini görüntülemiş ve diyatom topraklarının birbirinden çok farklı tür ve cins diatomitlerden oluştuğunu belirtmiştir. Buna atfen Korunic (1997), çalışmalarda kullanılan diyatom topraklarının birbirlerinden farklı şekilde diatomit tür kompozisyonuna sahip olduğunun ve bunun da insektisidal etkinlik üzerinde değişiklik meydana getirebileceğini bildirmiştir.

Çalışma yapıldığı 25 °C sıcaklıkta *S. zeamais* erginleri üzerinde en düşük biyolojik etkinliği SilicoSec® diyatomu göstermiştir. 14.günde 2000 ppm dozunda

SilicoSec® %90.1 etkinlik gösterirken Aydın %99, Ankara diyatomu ise %100 oranında etki meydana getirmiştir. Ankara ve Aydın diyatomlarının 1500 ppm dozu ile SilicoSec® diyatomunun 2000 ppm dozunun 2, 3, 5, 7 ve 14. gün sayımlarında biyolojik etkinlik bakımından kıyaslandığında yerli diyatomların daha fazla etkinlik gösterdiği tespit edilmiştir. 21.gün maruz kalma süresi haricinde diğer günlerde SilicoSec® etkinlik bakımından her üç doz içinde diğer diyatomlara oranla en az etkiyi göstermiştir. Bunun nedeni olarak SilicoSec® diyatomunun SiO₂ oranının diğerlerinden daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Korunic (1997), böceklerle etki bakımından iyi bir diyatom toprağında SiO₂ oranının %80'den yüksek, partikül büyüklüğünün 15 µm den küçük ve danelere yapışma oranının %70'de büyük olması gerektiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçlara benzer olarak, Kılıç (2019), Khapra böceği larvalarına karşı Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatomu uygulaması sonucunda 25 °C sıcaklıkta yerli diyatomlarla kıyaslandığında SilicoSec® en düşük etkiyi gösterdiğini kayıt etmiştir. Benzer şekilde Öztekin (2020), *C. maculatus*'un ergin kontrolü için Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatomunu 25 °C sıcaklıkta fasülye üzerinde uygulamış ve sonucunda iki yerli diyatoma kıyasla SilicoSec® en düşük etkiyi gösterdiğini bildirmiştir. Yine benzer olarak Alagöz (2016), yerli diyatom toprakları olan (AGN-1/Ankara, ACN-1/Ankara, FB2N-1/Aydın ve CCN-1/Çankırı) ve SilicoSec®'i *S. oryzae* ve *T. confusum*'a karşı çeltik üzerinde uygulamış ve bunun sonucunda SilicoSec® diyatomuna kıyasla yerli diyatom topraklarının daha yüksek biyolojik etkinlik gösterdiğinin tespitinde bulunmuştur. Baytekin (2017), *S. oryzae* ve *T. confusum* 'un erginlerine karşı yerli diyatom toprakları (BGN-1, BHN-1, AG2N-1 ve CBN-1) ve SilicoSec®' i uygulamış, yerli diyatom toprakları SilicoSec®'e kıyasla daha yüksek biyolojik etkinlik gösterdiğini tespit etmiştir. Gültekin (2017) ise ülkemizin farklı yerlerinden temin edilen 7 çeşit yerli diyatom toprağı (BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1, FB2N-1) ile SilicoSec® ve Desect® ticari diyatom preparatlarını kullanarak Börülce tohumböceği (*C. maculatus*) erginlerine karşı CCN-1, AG2N-1 ve BHN-1 diyatomları SilicoSec® ve Desect® 'den daha yüksek biyolojik etkinlik meydana getirdiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmanın elde edilen sonuçların aksine SilicoSec® diyatomunun kullanıldığı farklı bir çalışmada ise; Ziaee ve Moharramipour (2012) , İran diatom toprakları ve SilicoSec®'i *T. confusum*'un

kontrolü için buğday üzerinde uygulamıştır ve 1000 ppm dozda %100 ölüm meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Tane mısır üzerinde *S. zeamais* erginlerine karşı yapılan bu çalışmada Ankara, Aydın ve SilicoSec® her üç diyatom toprağında maruz kalma süresi ve doz artışı ile birlikte biyolojik etkinliğinde önemli oranda bir artış olduğu belirlenmiştir. Çalışmada zararlı üzerinde düşük doz olan 1000 ppm’de diyatoma maruz kalma süreleri boyunca %100 ölüm gözlenmemiştir. Genel olarak bütün dozlarda 2, 3, 5, 7 maruz kalma günlerinde %100 ölüm meydana gelmemiş fakat zararlının diyatoma maruz kalma süresi uzadıkça ölüm oranında artış meydana gelmiştir. 14.günde ise sadece Ankara 2000 ppm dozda %100 ölüm gerçekleşmiştir. 21.günde ise 2000 ppm doz da her üç diyatomun ve Ankara 1500 ppm dozda %100 ölüm meydana getirmiştir. Aydın ve SilicoSec® diyatomun 21.günde 1500 ppm dozda sırasıyla %99.2, % 99.10 oranında yüksek etkinlik göstermişlerdir. Benzer şekilde Öztekin (2020), *C.maculatus* erginlerine karşı Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatomunu uygulamış ve araştırmacı gözlemleri sonucunda doz ve böceğin diyatoma maruz kalma süresi arttıkça ölüm oranında da artış meydana geldiğinin tespitinde bulunmuştur. Aynı şekilde Kılıç (2019) *T. granarium* larvalarına karşı bu çalışmada kullanılan aynı diyatomları kullanmış ve bunun sonucunda ölüm oranındaki artışın doz ve maruz kalma süresinin artışı ile paralel olarak arttığını kayıt etmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçları destekleyici olarak Ertürk (2014), depolanmış çeltikte zararlı olan *R. dominica*, *S. oryzae*, *T.castaneum* ‘a karşı Protector®, PyriSec® ve DEA-P® diyatom topraklarını farklı dozlarda (Pyrisec®, Protector®:0, 250, 500, 750, 1000, 1500, 1750 ve 2000 ppm; DEA-P®: 0, 25, 50, 75, 100, 150, 175 ve 200 ppm) iki farklı sıcaklık ve (25 ve 30°C) orantılı nem koşullarında (%60 ve %75), farklı maruz kalma sürelerinde (7, 14, 21 ve 28 gün) uygulamış ve sonuçta bu zararlıların diyatoma maruz kalma süresinin artmasıyla ölüm oranı üzerinde artış meydana gelmesinde önemli bir etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. Subramanyam ve ark., (1994) yaptıkları çalışmada *R. dominica* erginlerinde Insecto® diyatomunun farklı dozlarını uygulamışlar ve zararlının diyatoma maruz kalma süresinin uzamasıyla birlikte ölüm oranında da artış olduğunu kayıt etmişlerdir.

Aynı şekilde Beriş ve ark., (2011), Insecto® ticari diyatom toprağını farklı dozlarda *R. dominica* erginine karşı uygulamışlardır. Genel olarak yapılan literatür taramasında araştırmacıların doz miktarındaki artışın ölüm oranınıda yükselttiğini kayıt etmişlerdir. Shams ve ark., (2011), SilicoSec® diyatomunu farklı dozlarda buğday üzerinde *S. granarius* ve *C. maculatus* erginlerinde insektisidal etkisini belirlemek için uygulamışlardır ve sonuç olarak *S. granarius* erginleri üzerinde diyatom toprağının dozu ve böceğin maruz kalma süresinde insektisidal etkisini arttırdığını gösteren bulguları tespit etmişlerdir. Bu çalışmada varılan kanaatleri destekler nitelikte zararlıların diyatoma maruz kalma süresi ve doz artışı, nem oranının azalması diyatom toprağının insektisidal etkisi üzerinde önemli değişiklik meydana getirebilmektedir (Korunic, 1998; Subramanyam ve Roesli, 2000; Stathers vd., 2002).

4.2. Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarında 30 °C Sıcaklıkta *Sitophilus zeamais* Erginleri Üzerinde İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi

Sitophilus zeamais erginleri üzerinde 30 °C sıcaklıkta üç farklı diyatom toprağı (Ankara, Aydın, SilicoSec®) ile kontrol (0 ppm) 1000, 1500 ve 2000 ppm’lik dozlarının uygulaması sonucunda farklı günlerde (2, 3, 5, 7, 14, 21) yapılan sayımlara ait, ‘Tesadüf Parsellerinde Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme’ desenine göre yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

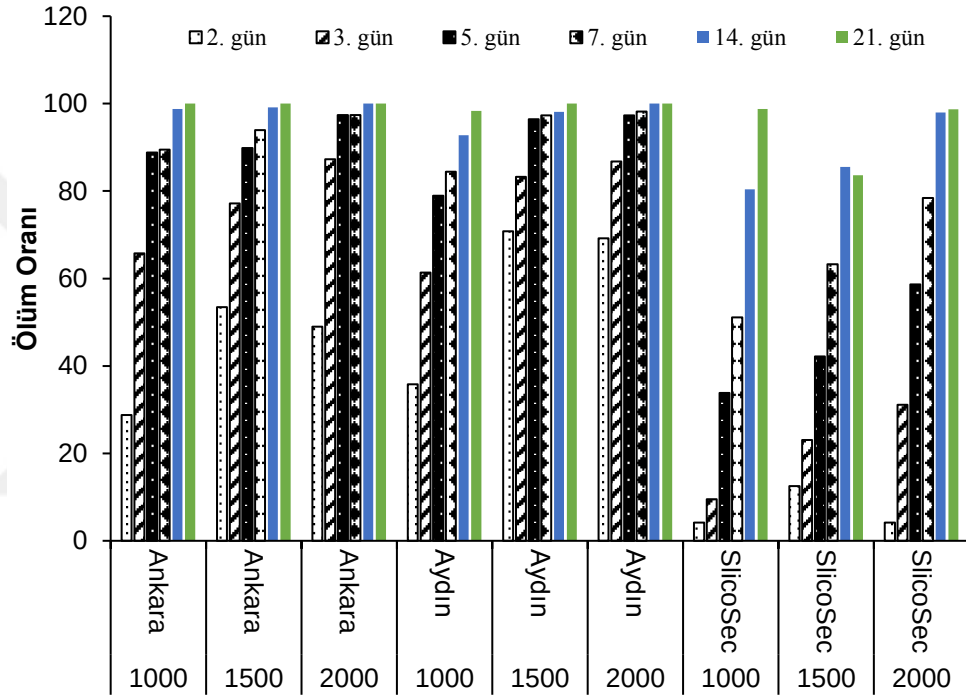
Çizelge 4.2. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 30 °C de 2, 3, 5, 7, 14 ve 21 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizin sonuçları

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Diyatom	2	34974,2	17487,1	109,0384	0,0001*
Doz	3	220964	73654,7	356,3445	0,0001*
Doz*Diyatom	6	15421,3	2570,21	12,4348	0,0001*
Sayım günü	5	97324,3	19464,9	405,1469	0,0001*
Diyatom*Sayım günü	10	14914,4	1491,44	31,0433	0,0001*
Doz*Sayım günü	15	14434	962,264	20,0288	0,0001*
Doz*Sayım günü*Diyatom	30	5379,74	179,325	3,7325	0,0001*

*= %99 önem seviyesine göre istatistiksel olarak önemli.

Mevcut veriler üzerinde yapılan varyans analiz sonucuna göre diyatom dozları, sayım günleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca Doz*Diyatom, Diyatom*Sayım günü, Doz*Sayım günü, Doz*Sayım günü*Diyatom, interaksyonları da önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Farklı diyatom toprakları ve dozlarının 30 °C sıcaklıkta 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. günlere ait sayımlar sonucunda *S. zeamais* erginleri üzerinde göstermiş olduğu biyolojik etkinliğine ait sonuçlar şekil 4.2 de verilmiştir.



Şekil 4.2.Farklı diyatom toprak ve dozlarının 30 °C de *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki biyolojik etkinliği.

Şekil 4.2 incelendiğinde 2. gün yapılan sayımlarda en yüksek etkili diyatom toprağı (DE) 2000 ppm dozda %69.2 ile Aydın diyatomu olmuştur. 2000 ppm doz için diğer diyatom toprakları Ankara %48.9, SilicoSec® ise %4.2 oranında etkisi olmuştur. *Sitophilus zeamais* üzerinde en az etkili diyatom toprağı ise SilicoSec®1000 ppm ile 2000 ppm, %4.2 oranında aynı etki yüzdesini göstermişlerdir. 1000 ppm doz için diğer diyatom toprakları ise Ankara %28.8, Aydın %35.8 oranında etki etmiştir.

Sitophilus zeamais erginlerinin 3 günlük diyatoma maruz kalma süresi sonunda en yüksek etkili diyatoma toprağı 2000 ppm dozda %87.3 ile Ankara diyatomu olmuştur. Aynı dozda diğer diyatoma toprakları Aydın %86.7, SilicoSec® ise %31.1 oranında etkili olmuştur. En az etkili diyatoma toprağı ise SilicoSec® 1000 ppm ile %9.5 oranında etkisi olmuştur ve bunu takiben 1000 ppm doz için Ankara %65.8, Aydın %61.4 oranında *S. zeamais* ergin böcek üzerinde etkili olmuştur.

Çalışma da kullanılan ergin böceklerin 5 günlük diyatoma maruz kalma süresi sonunda en yüksek etkili diyatoma toprağı 2000 ppm dozda %97.4 ile Ankara diyatomu, Aydın 2000 ppm dozda %97.3 ile çok yakın bir oranda etkinlik göstermiş olduğu saptanmıştır. SilicoSec® diyatomu ise %57.7 oranında etki göstermiştir. En az etkili olan diyatoma toprağı için grafik incelendiğinde SilicoSec® 1000 ppm dozda % 33.8 oranında etkili olmuştur. Aynı doz için Ankara %88,8 ile Aydın %78,9 oranında biyolojik etkinlik göstermişlerdir.

Sitophilus zeamais erginlerinin 7 günlük diyatoma maruz kalma süresi sonunda en yüksek etkili diyatoma toprağı 2000 ppm doz da %98.2 ile Aydın diyatomu olmuştur. 2000 ppm doz için mevcut diğer diyatoma toprakları olan Ankara %97.4, SilicoSec® % 78.4 oranında etki göstermiştir. En az etkili diyatoma toprağı olan SilicoSec® 1000 ppm doz da % 51,1 oranında etki göstermiştir ve 1000 ppm doz için mevcut diğer diyatoma toprakları Ankara % 89.4; Aydın %84.4 etki yüzdesi göstermiştir.

Çalışmada kullanılan ergin böceğin 14 günlük diyatoma maruz bırakılma süresi sonunda en yüksek etkiyi 2000 ppm dozda Ankara ve Aydın diyatoma toprağı % 100 oranında etki meydana getirmişlerdir. Diğer mevcut diyatoma toprağı SilicoSec® ise 2000 ppm dozda % 97.9 oranında etki yüzdesi göstermiştir. En az etkili diyatoma toprağı olan SilicoSec® 1000 ppm doz da % 80,4 oranında etki göstermiştir. Aynı doz da diğer diyatoma toprakları ise Ankara ve Aydın sırasıyla %98.8, %92,8 oranında etki göstermiştir.

Denemenin son sayım günü olan 21. gün sayımlarının sonucuna göre Ankara diyatomu 1000, 1500, 2000 ppm dozlarında %100 oranında biyolojik etkinlik

göstermiştir. Aydın diyatomu ise 1500 ve 2000 ppm de %100 oranında biyolojik etkinlik göstermiştir. SilicoSec® 2000 ppm ise %98.7 oranında etki göstermiştir. 21.gün için en az etki gösteren diyatom toprağı SilicoSec® 1500 ppm % 83,6 oranında etki meydana getirmiştir. Aydın 1500 ppm ile SilicoSec® 1000 ppm dozları sırasıyla %98.3, % 98,7 oranında etki göstermiştir.

Çalışmada kontrol amacıyla diyatom uygulanmamış tekerrürlerde bulunan 30 ergin bireyden 21. günün sonunda Ankara diyatomu kontrol grubunda %70, Aydın diyatomu kontrol grubunda %69.2, Silicosec diyatomu kontrol grubunda ise %60 canlı birey kalmıştır.

Şekil 4.2 ve varyans analiz tablosu incelendiğinde 30°C sıcaklıkta 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. günde yapılan sayım sonuçlarına göre *S.zeamais*'e karşı diğer diyatom topraklarına oranla en yüksek biyolojik etkinliği Ankara diyatomu göstermiştir. Ankara ve Aydın diyatomu 2000 ppm dozda 14. günde %100 ölüm meydana getirmiştir. 21.günde ise Ankara diyatomu her üç dozda da %100 ölüm meydana getirirken Aydın diyatomu 1500 ve 2000 ppm de %100 ölüm meydana getirmiştir. Çalışmadaki en düşük doz olan 1000 ppm 30°C de her üç diyatom toprağı içinde 25°C'e kıyasla daha yüksek etkinlik meydana getirmiştir. 30°C sıcaklıkta, 1000 ppm dozda sadece Ankara diyatomunda %100 ölüm meydana gelmiştir. SilicoSec® diyatomunun en yüksek dozu olan 2000 ppm de bile %100 ölüm meydana gelmemiştir. Bunun nedeni olarak SilicoSec®'in, mevcut çalışmadaki diğer diyatomlara oranla SiO₂ oranının daha düşük olmasından kaynaklanabileceğı düşünülebilmektedir. Korunic (1997), böcekler etki bakımından iyi bir diatom toprağında SiO₂ oranının %80'den yüksek, partikül büyüklüğünün 15 µm den küçük ve danelere yapışma oranının %70'de büyük olması gerektiğini bildirmiştir.

SilicoSec® diyatomu zararlı erginleri üzerinde biyolojik etkinlik bakımından yerli diyatom topraklarına göre göreceli olarak daha düşük etki göstermiştir. Ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda yerli diyatomların, ticari diyatom çeşitlerinden daha yüksek biyolojik etkinlik gösterdiği bildirilmiştir (Doğanay, 2013; Alagöz, 2006; Baytekin, 2017; Gültekin, 2017; Kılıç, 2019). Çalışmamızın aksine 30 °C sıcaklıkta

Öztekin (2020), *C. maculatus* erginlerine karşı SilicoSec® diyatomunun, Ankara ve Aydın diyatomuna karşı daha yüksek biyolojik etkinlik gösterdiğini saptamıştır ve bunun nedeni olarak SilicoSec®'in kimyasal yapısına bakıldığında içeriğinde nem olmamasından kaynaklandığını düşünülmektedir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde Kılıç (2019) ise bu çalışmada kullanılan diyatomları, Khapra böceği larvaları üzerinde uygulamış ve 30 °C sıcaklıkta en yüksek etkiyi Aydın diyatomu SilicoSec® ise en düşük biyolojik etkinliği göstermiş olduğunu kayıt etmiştir.

Mevcut çalışmada 25 °C sıcaklıktaki yapılan deneme sonuçları incelendiğinde 30 °C sıcaklıktaki verilerle diyatom ve dozların etkinlik sıralaması bakımından paralel olduğu fakat ölüm oranlarının değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Zararlının diyatoma maruz kalma süresi ve uygulama dozu arttıkça meydana gelen ölüm oranında artmıştır. Denemelerde elde edilen sonuçlara benzer yapılan çalışmalarda teyit edilmiştir (Korunic, 1998; Subramanyam ve Roesli, 2000; Stathers vd., 2002; Doğanay, 2013; Ertürk, 2014; Alagöz, 2016; Gültekin, 2017; Baytekin, 2017; Kılıç, 2019; Öztekin, 2020).

30 °C sıcaklıkta mısır üzerinde *S. zeamais* erginlerine karşı yapılan bu çalışmada, Ankara, Aydın ve SilicoSec® her üç diyatom toprağı da maruz kalma süresi, sıcaklık ve doz artışı ile birlikte biyolojik etkinliğinin artmış olduğu tespit edilmiştir. 25 ve 30 °C sıcaklıkta diyatomların etkinliği kıyaslandığında, her iki sıcaklıkta da Ankara diyatomu zararlı erginleri üzerinde daha etkili olmuştur. 30°C' de Ankara diyatomu her üç dozda da 21.günde %100 ölüm meydana getirmiştir. Diğer sıcaklıkta ise 21. günde 1500 ppm ve 2000 ppm de %100 ölüm gerçekleşmiştir. Ankara diyatomu 30 °C de en düşük dozda bile %100 ölüm meydana getirerek daha etkin olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni ortam sıcaklık artışı ile birlikte böceklerin ürün üzerinde daha aktif hareket etmesiyle ve böcek vücuduna ürün üzerinde bulunan diyatom ile daha fazla temas etmesi, bu sayede böceğin vücudunda sıvı kaybetmesiyle ölüm oranında artışa sebep olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmayı destekler nitelikte Arthur (2001), *O.surinamensis* erginine karşı 300 ppm dozda Protect-It® diyatomunu 22, 27 ve 32 °C sıcaklık ve %40, 57 ve 75 nem koşullarında buğdayda 4-72 değişen saat aralıklarında uygulamış ve bunun sonucunda ölümlerin maruz kalma süresi ve sıcaklık artışıyla

paralel olarak arttığını tespit etmiştir. Mevcut çalışmada Aydın diyatomu 25 °C sıcaklıkta 21.günde 2000 ppm dozda % 100 ölüm meydana getirirken 30 °C’de 14.günde 2000 ppm dozda ve 21.gün de ise 2000 ppm ve daha düşük doz olan 1500 ppm de %100 ölüm meydana getirmiştir. Benzer şekilde Öztekin (2020), *C. maculatus* erginlerine karşı diyatom uygulamasında sıcaklık artışının ölüm oranını arttırdığını kayıt etmiştir. Yine aynı şekilde Kılıç (2019), *T.granarium* larvalarına karşı diyatom uygulamasında sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak ölüm oranının yükseldiği tespitinde bulunmuştur.

Mevcut çalışmadaki yorumlanan sonuçlara destekleyici olarak Ertürk (2014), *R.dominica* ‘a karşı DEA-P uygulanmış çeltikte mevcut çalışmadaki aynı sıcaklık koşulları altında yaptığı çalışmada meydana gelen ölümlerin sıcaklık artışı ile birlikte arttığını, sıcaklığın artmasıyla böceklerin hareketlenmesinde artış meydana geldiği ve bununla birlikte solunumun artmasıyla böcek vücudunda su kaybı gerçekleştiğini belirtmiştir. Fields ve Korunic (2000) diyatom toprağının yüksek sıcaklıklardan inert bir yapıda olması nedeniyle sentetik böcek öldürücülerde olduğu gibi olumsuz bir etki oluşmayacağı için kullanımında avantaj yaratan bir özelliğe sahiptir. Öğreten ve Eren (2016), *S. granarius*, *R. dominica* ile *T. confusum*’a karşı diyatomin biyolojik etkinliğini araştırması sonucunda, diyatom topraklarının etkinliklerinin nem arttıkça düştüğü, sıcaklık arttıkça yükseldiğini belirtmişlerdir.

Çalışmada Ankara diyatomunda kullanılan üç doz için de %100 ölüm meydana gelirken, Aydın diyatomunda 1500 ve 2000 ppm dozları için %100 olarak gerçekleşmiş fakat SilicoSec® diyatomunda %100 ölüm tespit edilmemiştir. Bunun bir başka sebebi olarak diyatom topraklarının biyolojik etkinlik bakımından başarısı ürüne yapışma oranı ve böceğin ürünü tercih etme isteğinin değişebilmesiyle açıklanabileceği kayıt edilmiştir (Fields ve Korunic, 2000; Kavallieratos ve ark., 2010; Athanassiou ve Kavallieratos, 2005). Benzer olarak Athanassiou ve Kavallieratos (2005), yaptıkları çalışmada *R.dominica*’a karşı SilicoSec® diyatominin bir formülasyonu olan Pyrisec® adında ticari bir diyatom toprağının ürüne yapışma oranını belirlemek için buğday, pirinç ve mısırla karıştırmışlar ve sonuçta %92 ile en

yüksek yapışma oranı pirinçte tespit edilirken %10 ile en düşük yapışma oranı mısırdaki kayıtlı edildiğini bildirmişlerdir.

Khakeme ve ark., (2012), ürünlerdeki düşük tane nem içeriğine (%10) sahip olan mısırlarda Kensil Superfine® ve Dryacide® diyatom topraklarının insektisidal etkinliğinin yüksek olduğunun tespitinde bulunmuşlardır. Denemelerini *S.zemais*'e karşı 26 °C sıcaklık ve % 67 nem koşullarında 14 gün maruz kalma süresinde uygulamışlardır. %10 tane neminde Kensil Superfine® diyatomu % 86.7, Dryacide® diyatomunda ise %100 ölüm meydana getirmiştir. Mevcut çalışmada ise elde edilen veriler incelendiğinde tane nemi %14 olan mısır ile yürütülen bu çalışmada 25 °C sıcaklık ve %50±65 nem koşullarında 21 gün uygulama süresinde Ankara 1500 ve 2000 ppm dozunda, Aydın ve SilicoSec® ise 2000 ppm dozunda %100 ölüm meydana gelmiştir (Şekil 4.1). 30°C sıcaklık koşullarında Ankara 1000, 1500, 2000 ppm dozlarında, Aydın 1500 ve 2000 ppm dozunda %100 ölüm meydana getirirken, SilicoSec®'in hiçbir dozunda %100 ölüm meydana gelmemiştir (Şekil 4.2). Bu denemede %100 ölüm belirlenemeyen doz ve diyatom toprakları için elde edilen sonuçlar, yukarıda belirtilen araştırmacıların elde ettiği bu sonuçlara göre çalışmaya uyumluluk göstermektedir.

4.3 Üç Farklı Diyatom Toprağının Farklı Uygulama Dozlarının 25 °C Sıcaklıkta Yeni Nesil Döl Verimine Etkisi

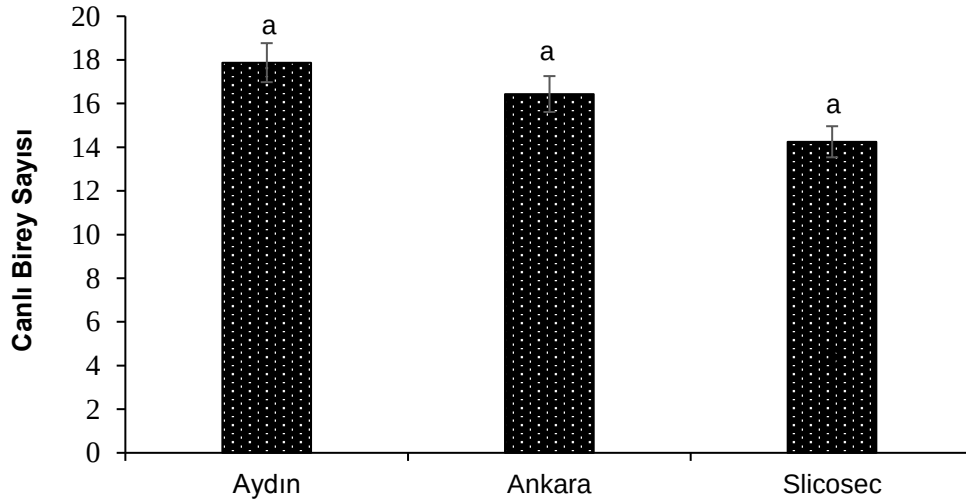
Sitophilus zeamais erginleri üzerinde 25°C sıcaklıkta Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatom toprağı ile dört farklı doz (0, 1000, 1500, 2000 ppm) uygulaması sonucunda 60. günde yapılan F1 döl sayımlarına ait iki yönlü varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3. de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 25 °C de 60 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizinin sonuçları

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Diyatom	2	106,6250	0,5887	0,5603 ^{İOA}
Doz	3	7421,0625	27,3147	0,0001*
Diyatom×Doz	6	643,3750	1,1840	0,3367 ^{İOA}

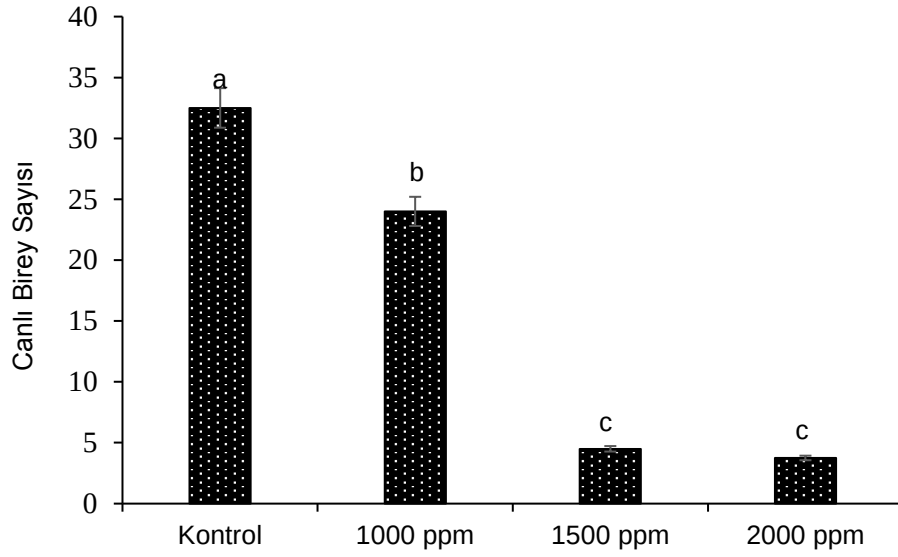
* = %99 önem seviyesine göre istatistiksel olarak önemli. İOA= İstatistiksel olarak anlamsız.

İki yönlü yapılan varyans analiz sonucuna göre 25°C sıcaklıkta 60. gün sayımlarında diyatom ve diyatom × doz interaksyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($P>0.05$), doz önemli bulunmuştur ($P<0.01$). (Çizelge 4.3).



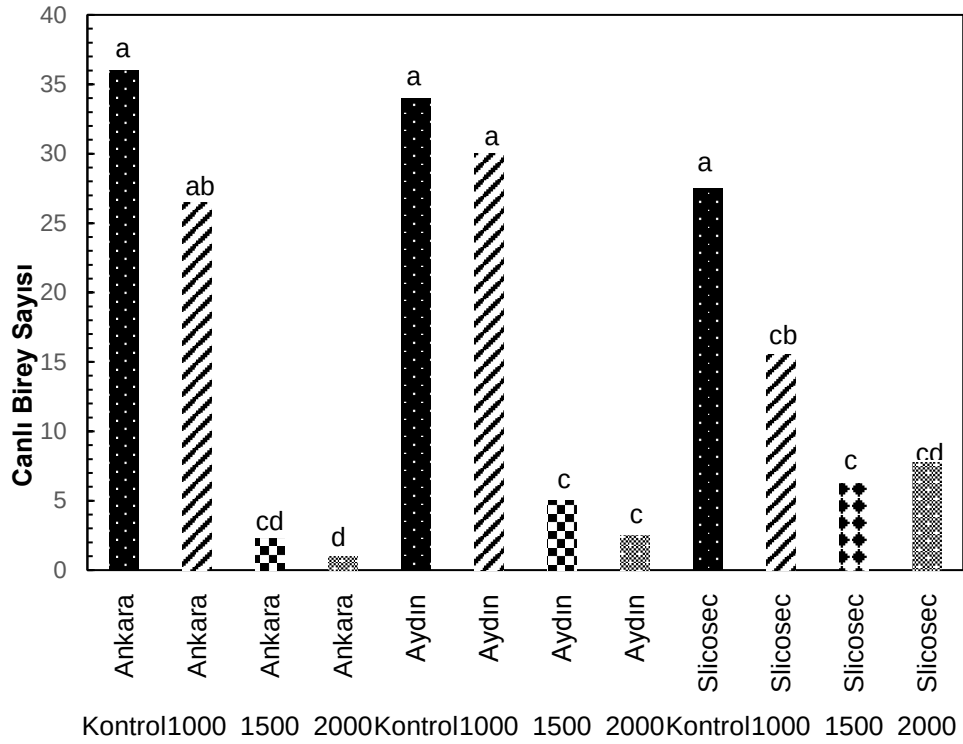
Şekil 4.3. Farklı diyatom topraklarının 25 °C sıcaklıkta 60. günde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi

Mısır üzerinde yürütülen bu çalışmada *S. zeamais* erginleri için 25 °C sıcaklık %50±65 nispi nem koşullarında 60. gün yeni nesil ergin birey sayımları sonucunda her üç diyatom toprağında istatistiksel anlamda aynı grupta yer almışlardır (Şekil 4.3). Yeni nesil döl verimi açısından farklı doz uygulanan tekerrürlerde bir farklılık belirlenememiştir. Yeni nesil ergin sayısı en az SilicoSec® diyatomunda, en fazla ise Aydın diyatomunda saptanmıştır.



Şekil 4.4.Farklı diyatom toprak dozlarının 25 °C sıcaklıkta 60. günde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi

Şekil 4.4 incelendiğinde, 0, 1000, 1500 ve 2000 ppm diyatom toprağı dozları istatistiksel anlamda 1500 ve 2000 ppm aynı grupta diğer dozlar farklı gruplarda yer almıştır (Şekil 4.4). Yeni nesil ergin birey sayısı en az 2000 ppm dozda, en fazla ise kontrol (0 ppm) grubunda saptanmıştır.



Şekil 4.5. Farklı diyatom ve dozların interaksyonunun 25°C sıcaklıkta 60. günde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi

Sitophilus zeamais erginlerinin, 60. günde yapılan sayımlar sonucunda diyatom toprağı ve dozun yeni nesil ergin birey sayısına olan etkisi değerlendirilmiştir (Şekil 4.5). Şekil 4.5 incelendiğinde, en az canlı ergin birey sayısı %1 ile Ankara 2000 ppm dozda en fazla ise %34 ile Ankara kontrol grubunda tespit edilmiştir Aydın ve SilicoSec® 2000 ppm doz da ise sırasıyla %2.5, %7.75 oranında canlı ergin birey sayısı belirlenmiştir.

Bu deneme sonuçlarına göre 60 gün diyatoma maruz kalma süresi sonunda yeni nesil ergin birey sayımları sonucunda döl verimini azaltmada en fazla etkili diyatom toprağı ve dozu Ankara 2000 ppm olarak kayıt edilmiştir. Yeni nesil ergin çıkışı en fazla Aydın diyatomunda 1000 ppm dozunda olmuştur. Ankara diyatomunda yeni nesil ergin çıkışının en düşük olmasının nedeni uygulama yapılan tekerrürlerde sayım yapılan ilk günlerde ölümlerinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde Kılıç (2019) Khapra böceği larvalarına karşı mevcut çalışmadaki diyatomları uygulamıştır ve Aydın 2000 ppm de en az yeni nesil birey

çıkışını gözlemlediğini belirtmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçların aksine Öztekin (2020) *C.maculatus* erginlerine karşı Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatomu 400, 600 ve 800 ppm dozunda uygulamıştır ve 60.gün sonunda yeni nesil birey çıkışı gözlenmediği bildirilmiştir. Desmarchelier ve Dines (1987) Dryacide® isimli ticari bir diyatom toprağını (250-3000 mg/kg) her zararlı için farklı düşük ve yüksek dozlarda *R. dominica*, *S. granarius*, *S.oryzae*, *T.castaneum* ergin bireylerine karşı uygulamıştır ve bunun sonucunda yeni nesil birey çıkışı gözlenmemiştir. Athanassiou ve ark., (2003) SilicoSec® diyatomu *S.oryzae*’ e kaşı biyolojik etkinliğini araştırmışlar ve 1 ve 1.5g /kg diyatomu arpa ve çeltik üzerinden 7 gün sonunda tüm erginlerin öldüğünü, üç aylık bekleme sonunda ise yeni nesil çıkışı gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Mısır üzerinde *S. zeamais* ile yürütülen bu çalışmada yeni nesil ergin çıkışları, test edilen diyatom topraklarının bütün dozlarında baskı altına alınamadığı tespit edilmiştir. Ayrıca istatistiksel sonuçlar incelendiğinde her üç diyatomunda yeni nesil ergin çıkışı üzerindeki etkisi benzer çıkmıştır ve bunu takiben doz miktarı önemli bulunmuştur. Elde edilen veriler detaylı incelendiğinde kontrol grubuyla kıyaslandığında uygulanan doz miktarı arttıkça yeni nesil ergin sayıları azalmıştır. Benzer olarak Alagöz (2016), *S. oryzae* ve *T. confusum*’ a karşı çeltik ve pirinç üzerinde 4 adet yerli diyatom toprağı (AGN-1, ACN-1, FB2N-1 ve CCN-1) ve SilicoSec® uygulamış ve *T.confusum* da bütün diyatom toprak ve dozları yeni nesil çıkışını baskı altına alabildiğini belirtmiştir. Pirinç üzerinde *S.oryzae* bütün diyatom ve dozlar yeni nesil çıkışı baskı altına alınmazken, çeltikte sadece AGN-1 bütün dozlarında ve ACN-1 1500 ppm’de yeni nesil çıkışını baskı altına aldığını kayıt etmiştir.

Altıntop (2006), *R.dominica* ‘a karşı SilicoSec® diyatomunun uygulamasında yeni nesil erginlerin dozdaki artış ile birlikte azaldığını belirtmiştir.

Mevcut çalışmada *S. zeamais* erginlerine karşı uygulanan diyatom toprağının yeni nesil ergin çıkışını baskı altına alamayışının farklı bir nedeni olarak diğer sayım günlerinde %100 ölümün gerçekleşene kadar böceğin çiftleşmesi ve yumurta bırakması için uygun zamanın oluştuğunu düşünülebilir. Nitekim Subramanyam ve

Roesli (2000), Insecto® ile yürüttükleri çalışmada *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Cryptolestes pusillus*, *Oryzaephilus mercator* erginlerine 0.5g/kg dozda diyatam uygulamasında yeni nesil birey oluşumunu baskı altında tuttuğunu, *O.surinamensis*, *T.castaneum* ise 1g/kg da ise engellediğini kayıt altına almışlardır. Bunun aksine *S.oryzae*, *Prostephanus truncatus* (Horn) ve *R.dominica* da yeni nesil birey oluşumu 1.5g/ kg da baskı altına alınamadığını tespit etmişlerdir. Bunun nedeni olarak Insecto® a karşı düşük hassasiyete sahip olmaları ve erginin ölümü gerçekleşene kadar ki zaman içerisinde çiftleşme ve yumurta koyma olaylarının gerçekleşebilecek zamanın olmasını ileri sürmüşlerdir.

Mevcut çalışmanın sonuçları incelendiğinde *S.zeamais*’e karşı diyatam uygulamasında doz artışının yeni nesil ergin çıkışının kontrol grubuna nazaran büyük ölçüde baskı altında tutmuştur. Nitekim bu konudaki literatürlere bakıldığında diyatam toprağına maruz kalmış ürünlerdeki zararlıların yeni nesil birey çıkışının sayısında düşüşler olduğu veya tamamen baskı altına alındığı vurgulayan çalışma sonuçları mevcuttur (Aldryhim, 1990; Aldryhim, 1993; Korunic *et al.*1997; Arthur, 2002; Stathers *et al.*, 2002; Athanassiou ve ark., 2003; Arthur, 2004, Athanassiou *et al.*, 2004; Stathers *et al.*, 2004; Vayias ve Athanassiou, 2004; Doğanay, 2013; Sousa ve ark., 2013; Ertürk, 2014; Altıntop, 2006; Alagöz, 2016; Baytekin, 2017; Gül, 2018; Kılıç, 2019).

4.4 Üç Farklı Diyatam Toprağının Farklı Uygulama Dozlarının 30 °C Sıcaklıkta Yeni Nesil Döl Verimine Etkisi

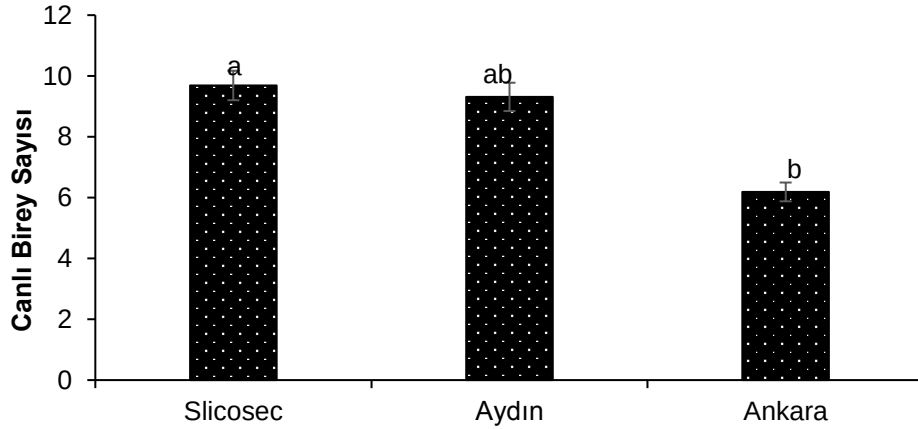
Sitophilus zeamais erginleri üzerinde 30°C sıcaklıkta Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatam toprağı ile dört farklı doz (0, 1000, 1500, 2000 ppm) uygulaması sonucunda 60. günde yapılan F1 döl sayımlarına ait iki yönlü varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı diyatom toprakları ve farklı uygulama dozlarının 30 °C de 60 gün sayımları üzerinde yapılan varyans analizinin sonuçları

Kaynaklar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Değeri	P Değeri
Diyatom	2	118,1667	2,6042	0,0878 ^{İOA}
Doz	3	5646,0625	82,9541	0,0001*
Diyatom×Doz	6	82,5000	0,6061	0,7237 ^{İOA}

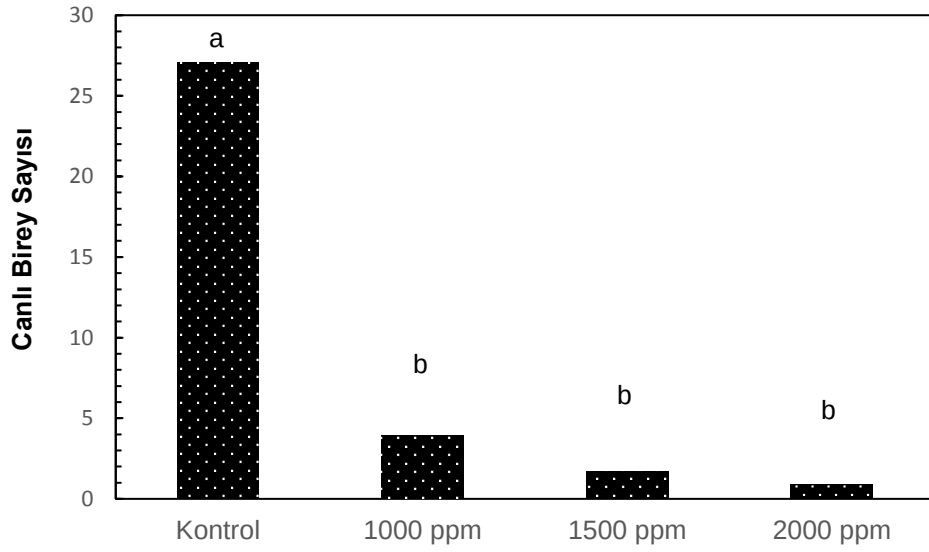
* = %99 önem seviyesine göre istatistiksel olarak önemli. İOA= İstatistiksel olarak anlamsız.

İki yönlü yapılan varyans analiz sonucuna göre 30°C sıcaklıkta 60 gün sayımlarında diyatom ve diyatom × doz interaksyonu istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken, dozlar önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).



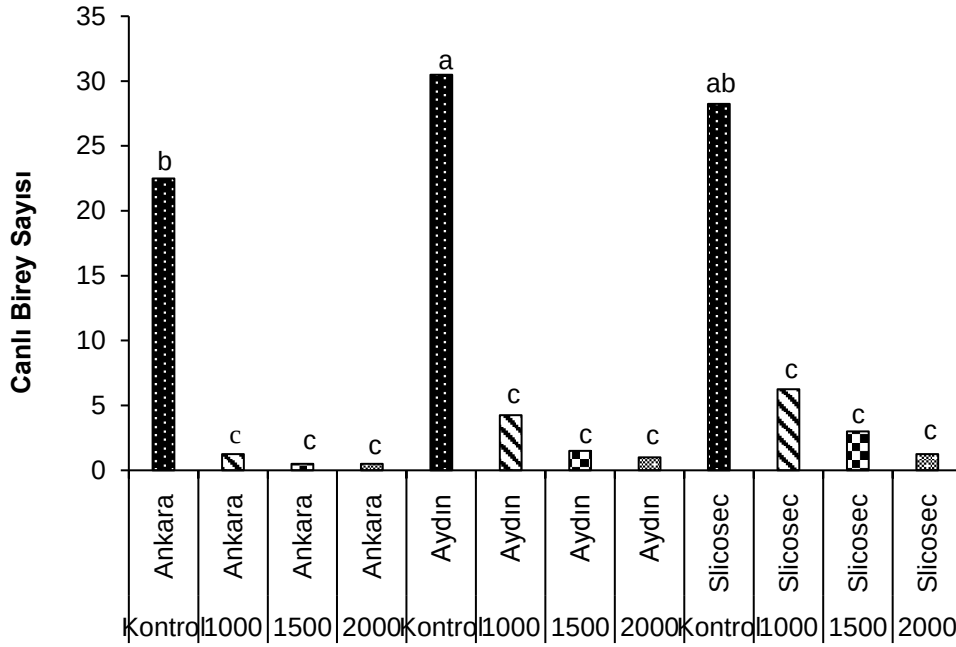
Şekil 4.6. Farklı diyatom topraklarının 30 °C sıcaklıkta 60. günde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi

Şekil 4.6 incelendiğinde yeni nesil ergin sayısı en az Ankara diyatomunda, en fazla ise SilicoSec® diyatomunda saptanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.7. Farklı diyatom toprak dozlarının 30 °C sıcaklıkta 60. günde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi

Şekil 4.7’ de görüleceği üzere kontrol hariç çalışmada kullanılan dozlar istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Şekil 4.7). Yeni nesil ergin birey sayısı en az 2000 ppm dozda, en fazla ise kontrol (0 ppm) de saptanmıştır.



Şekil 4.8. Farklı diyatom ve dozların interaksiyonunun 30°C sıcaklıkta 60. günde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde yeni nesil döl verimi

Sitophilus zeamais erginlerinin, 60. günde yapılan sayımlar sonucunda diyatom toprakları ve dozlarının yeni nesil ergin birey sayısına etkisi değerlendirilmiştir (Şekil 4.8.). Şekil 4.8 incelendiğinde Ankara 1500 ppm ve 2000 ppm %0.5 ile en az yeni nesil ergin birey sayısı ortaya çıkmıştır, en fazla ise %30.5 ile Aydın kontrol grubunda tespit edilmiştir. Aydın ve SilicoSec® 2000 ppm dozda ise sırasıyla %1, %1.25 oranında yeni nesil ergin birey belirlenmiştir.

Şekil 4.8 incelendiğinde 30 °C sıcaklıkta *S. zeamais* erginlerinin 60. gün diyatoma maruz kalma süresi sonunda yeni nesil ergin birey çıkışı en düşük diyatom ve dozu Ankara 1500 ve 2000 ppm, yeni nesil ergin çıkışı en fazla olan diyatom ise en SilicoSec® (1000 ppm) olmuştur. Çalışmada kullanılan yerli diyatom toprakları ve SilicoSec® 30 °C sıcaklıkta daha fazla insektisidal etkinlik gösterip 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. gündeki sayımlarda yüksek ölüm oranları meydana getirdiği için yeni nesil ergin çıkışları kontrol grubuna göre çok düşük oranda kalmıştır. Bu denemede Ankara diyatomu %0.5 gibi çok düşük oranda yeni nesil ergin birey çıkışı meydana getirerek iyi bir başarı göstermiştir. SilicoSec®, Ankara ve Aydın diyatomuna kıyasla daha az bir oranda yeni nesil ergin çıkışını engelleyebilmiştir. Ankara diyatomu 25°C sıcaklıkta yeni nesil döl verimini 2000 ppmde en fazla baskı altında tutarken 30°C sıcaklıkta 2000 ppm ile 1500 ppm aynı etkiyi göstermiş olup çalışmadaki diğer diyatom ve dozlarda sıcaklık artışıyla birlikte yavru üretimini daha fazla baskı altına alabilmiştir. Benzer şekilde Kılıç (2019) Khapra böceğine karşı mevcut çalışmadaki kullanılan diyatomları uygulamış ve 30 °C sıcaklık koşullarında en fazla yavru üretimini baskı altına alan diyatom ve dozu Aydın 2000 ppm olmuştur. Araştırmacı çalışmadaki tüm diyatom kombinasyonlarının tamamen yavru üretimini engelleyemediğini ve sıcaklık ile dozun artışının döl verimini düşürdüğünü belirtmiştir. Aynı şekilde Alagöz (2016) *S.oryzae* 'e karşı 4 farklı yerli diatom toprağı (AGN-1, ACN-1, FB2N-1 ve CCN-1) ile SilicoSec® 'i 100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm dozlarda pirinç üzerinde çalışma yürütülmüş ve yeni nesil çıkışı baskı altına alamadığını, ancak doz arttıkça yeni nesil birey sayısında düşüşler olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmadaki sonuçların aksine Öztekin (2020), *C.maculatus* erginlerine karşı 30°C sıcaklıkta Ankara, Aydın ve SilicoSec® diyatomunu 400, 600 ve 800 ppm dozlarında fasülye üzerinden yeni nesil ergin birey çıkışı gözlenmediğini bildirmiştir.

Athanassiou ve ark., (2003) *S. oryzae* 'ye karşı SilicoSec® diyatomunu 1500 ppm dozun tamamen baskı altına alamadığı kayıt etmiştir. Yine Athanassiou ve ark., (2011) 1000 ppm SilicoSec® ile yaptıkları çalışmada *S. oryzae* baskı altına alınamadığını, Masiwa (2004), 6 farklı diyatom toprağının örneği laboratuvar koşulları altında %65±5 bağıl nem ve 27±2 °C de sırasıyla *S. zeamais* 'e karşı etkisini değerlendirmiştir ve yeni nesil döl çıkışında sadece küçük bir populasyon 7 haftanın sonunda diyatom uygulanmış tahılda ortaya çıktığını belirtmiştir.

Bu çalışmada 25 °C'de yapılan denemelerde 30 °C 'ye oranla daha az yeni nesil çıkışı meydana gelmiş ve düşük dozlarda bile yüksek başarı elde edilmiştir. Sıcaklık ve doz artışı ile birlikte diyatom toprağının daha fazla biyolojik etkinlik gösterdiği düşünülmektedir. Buna atfen Aldryhim (1993), *R.dominica* erginlerine karşı üç farklı buğday çeşidini Dryacide® adlı diyatom toprağı preparatını 20 ve 30 °C sıcaklıkta , % 40 ile % 60 orantılı nem koşullarında farklı dozlarda uygulamıştır ve bunun sonucunda sıcaklık arttıkça ölüm oranının yükseldiğini saptamıştır. Literatür araştırmalarında bazı araştırmacılarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Altıntop, 2006; Doğanay, 2013; Ertürk, 2014; Alagöz 2016; Kılıç, 2019; Öztekin, 2020). Bu çalışmada Ankara, Aydın ve SilicoSec® tamamıyla yeni nesil ergin çıkışını yüksek oranda baskı altına alabilsede tamamen engelleyememiştir. Zararlıyı tamamen baskı altına alamamasına sebep olan birçok faktör olabileceği düşünülmektedir. Bunların başında diyatomların içerikleri ürüne yapışma oranına ve böceğin ürün üzerinde beslenme isteğine göre değişebileceğiyle açıklanabilir (Fields ve Korunic, 2000; Kavallieratos ve ark., 2010; Athanassiou ve Kavallieratos, 2005).

Ayrıca kaygan yüzeyinin çalışmada kullanılan mısırın diyatom toprağına yapışma oranının düşük olması böceğin diyatomdan etkilenmesini güçleştirmiş olabileceği düşünülmektedir. Benzer bir çalışmada Athanassiou ve Kavallieratos (2005), Pyrisec® diyatom toprağı formülasyonunu *R. dominica* 'a karşı uygulamıştır ve çalışmada buğday ve pirince nazaran mısır tanelerinin diyatom toprağına %10 ile düşük bir yapışma oranı olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir faktör olarak zararlı erginlerinin %100 ölüm gerçekleşene kadar geçen sürede erginlerin çiftleşip dişi bireylerin yumurta koyabilmesi için yeterli bir zamanı elde edebilmeleri ve bu nedenle yumurtalarını mısır tanesinin içine bıraktıkları için larvanın diyatomdan etkilenmeyip

sorunsuz bir şekilde taneden çıkışını yapabilecekleri sonucuna varılmıştır. Bu sonucu destekler nitelikte Subramanyam ve Roesli (2000) Insecto[®] diyatom toprağını bazı tahıl zararlılarına karşı uygulandığını ve bunun sonucunda Insecto[®] ‘nun bazı dozlarında yeni nesil ıkışları tamamen engellenemediğini ve bunun ergin böceğin ölümüne kadar geçen sürede çiftleşme ve yumurta koymak için yeterli zaman oluştuğunu belirtmiştir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, depolanmış mısırın önemli zararlılarından olan *S. zeamais*'in erginlerine karşı fiziksel bir mücadele yöntemi olan yerli diyatom topraklarının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla Türkiye'nin Aydın ve Ankara illerinden alınan yerli diyatom toprakları ile yurt dışında ticari olarak satılan SilicoSec® markalı diyatom toprağının *S.zeamais* erginlerine karşı farklı dozlarda (0, 1000, 1500 ve 2000 ppm), farklı sıcaklıklarda (25 ve 30°C) %50±65 orantılı nem koşullarında uygulanarak biyolojik etkinliği değerlendirilmiştir. Ayrıca *S. zeamais* için aynı koşullarda diyatom toprağı ile muamele edilmiş dane mısırın 60 günlük depolama süreci sonunda bu türün yeni nesil döl verimi üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

Mısır taneleri üzerinde *S. zeamais* erginlerine karşı 25°C' de üç farklı diyatom toprağı (Aydın, Ankara ve SilicoSec®) ve dozlarının (0, 1000, 1500 ve 2000 ppm) uygulanmasında 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. gün sayımlarında diyatom toprak ve dozların interaksiyonunda biyolojik etkinliği en yüksek olan Ankara diyatom toprağının 2000 pmm dozunda 14.günden itibaren %100 oranında ölüm meydana getirdiği belirlenmiştir.

Mısır taneleri üzerinde *S. zeamais* erginlerine karşı 30°C' de üç farklı diyatom toprağı (Aydın, Ankara ve SilicoSec®) ve dozlarının (0, 1000, 1500 ve 2000 ppm) uygulanmasında 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. gün sayımlarında diyatom toprak ve dozların interaksiyonunda biyolojik etkinlik bakımından 14. günden itibaren Aydın ve Ankara diyatomu 2000 ppm dozda %100 ölüm meydana getirmiş, buna karşın Ankara diyatomu 21. günde denemede en düşük dozda (1000 ppm) %100 ölüm meydana getirmiştir.

İstatistik analiz sonuçlarına göre, *S. zeamais* erginleri 25°C ve 30°C'de 2, 3, 5, 7, 14 ve 21. gün sayımlarında erginlerin diyatom topraklarına maruz kalma süresinde,

diyatom, diyatom dozları, tekerrür, sayım günleri (uygulama günleri), Diyatom x Doz, Diyatom x Sayım günü, Doz x Sayım günü, Diyatom x Doz x Sayım günü interaksyonlarıda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Sitophilus zeamais erginleri üzerinde 25 °C ve 30 °C’de üç farklı diyatom toprağı ile dört farklı doz uygulaması sonucunda 60. günde yapılan yeni nesil ergin çıkışı sayımlarında, en fazla yavru üretimini engelleyen diyatom ve dozu 25 °C sıcaklıkta Ankara 2000 ppm (%1 yeni nesil ergin çıkışı) olarak saptanmıştır. 30°C sıcaklıkta ise Ankara 1500 ve 2000 ppm aynı oranda (%0.5 yeni nesil ergin çıkışı) yüksek başarı göstermiştir.

Diyatom toprağının uygulandığı doz miktarı, sıcaklık ve böceklerin diyatoma maruz kalma süresi arttıkça diyatom topraklarının insektisidal etkinliği de buna paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. Diyatomun düşük dozlarda etkinliğini görmek için yüksek sıcaklık ve daha uzun maruz kalma sürelerinde uygulanması gerekmektedir. Ayrıca yeni nesil döl verimi de doz ve sıcaklık artışıyla birlikte büyük ölçüde azaldığı saptanmıştır.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada 25 ve 30°C sıcaklıkta Ankara diyatom toprağının Mısır biti (*S. zeamais*) erginleri üzerinde en yüksek biyolojik etkinliği göstermiş, bunu takiben Aydın diyatom toprağı da çok yüksek oranda biyolojik etkinlik göstermiştir.

5.2 Öneriler

Ülkemiz de tarımsal üretim içerisinde tahıl ürünlerinin önemi büyüktür. Tarlada üretim aşamasında ürün kaybı büyük öneme sahip olduğu gibi depo koşullarında da ürün kaybının en aza indirilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelik konusu hem çevre hem insan sağlığına zararlı olan kimyasal mücadele olmamalıdır. Bunun yerine alternatif mücadele yöntemleri denenmelidir. Fiziksel mücadele yöntemlerinden biri olan diyatom toprağı çevreye ve insan sağlığına toksik bir etkisi olmaması, zararlıya direnç oluşturmaması ve maliyetinin çok düşük olması bu doğal maddeyi

kullanmamızı, araştırmamızı sağlayan önemli gerekçelerdendir. Ayrıca ülkemiz diyatom toprağı rezervi bakımından zengin bir ülkedir. Bu yüzden zararlı kontrolünde diyatom toprağı ve sinerjisini artıracak bazı maddelerle ilgili çalışmalara ağırlık verilmelidir. Mevcut çalışmada kullanılan yerli diyatom toprakları mısır tanelerinde zararlının erginleri üzerinde yüksek biyolojik etkinlik gösterdiği ve depolanmış mısır zararlısı *S. zeamais* kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Bundan sonraki çalışmalarda farklı sıcaklık, doz ve nem koşullarında daha detaylı uygulamalar yapılmalıdır. Ayrıca, yapılacak çalışmalarda yerli diyatom topraklarının laboratuvar dışında gerçek depo koşullarında depolanmış mısır zararlılarına karşı araştırılması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- AL, N., 2019. Bazı Türk Diatom Topraklarının Amerikan Hamam Böceği (*Periplaneta americana* L.) Erginlerine Karşı Öldürücü Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 40s.
- ALAGÖZ, V., 2016. Çeşitli Türk Diatom Topraklarının Çeltik ve Pirinç Üzerinde Pirinç Biti (*Sitophilus oryzae* L.) Ve Kıрма Bitine (*Tribolium confusum* Du Val.) Karşı İnsektisidal Etkinliği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 48s.
- ALDRYHİM, Y.N., 1990. Amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). Journal of Stored Product Research, 26(4): 207-210.
- ALDRYHİM, Y. N., 1993. Combination of classes of wheat and environmental factors affecting the efficacy of amorphous silica dust, Dryacide, against *Rhyzopertha dominica* (F.). J. Stored Product Research., 29(3): 271-275.
- ALKAN, M., ERTÜRK, S., ATAY, T., ve ÇAĞLAYAN, A., 2019. Insecticidal efficacy of local diatomaceous earths against adult and larvae of *Tenebrio molitor* L., 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). Türkiye Entomoloji Dergisi, 43(3): 347-354.
- ALTINTOP, S., 2006. Diatom Toprağı, SilicoSec®' in *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae)'nın Ölüm Oranı ve Ergin Çıkışına Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 39s.
- ARTHUR, F. H., 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. Journal of Stored Product Research, 32(4): 293-302.
- ARTHUR, F. H., 2000. Toxicity of Diatomaceous Earth to Red Flour Beetles and Confused Flour Beetles (Coleoptera: Tenebrionidae): Effects of Temperature and Relative Humidity Journal of Economic Entomology, 93(2): 526-532.
- ARTHUR, F.H., 2002. Survival of *Sitophilus oryzae* (L.) on wheat treated with diatomaceous earth: impact of biological and environmental parameters on product efficacy. Journal of Stored Products Research, 38(3): 305-313.
- ARTHUR, F.H., 2004. Evaluation of methoprene alone and in combination with diatomaceous earth to control *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) on stored wheat. Journal of Stored Products Research, 40(5): 485-498.
- ATHANASSIOU, C.G., KAVALLIERATOS, N.G., TSAGANOU, F.C., VAYIAS, B.J., DİMİZAS, C.B. ve BUCHELOS, C.T.H., 2003. Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec® against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Crop Protection, 22(10): 1141-1147.
- ATHANASSIOU, C.G., KAVALLIERATOS, N.G., ve ANDRİS, N.S., 2004. Insecticidal Effect of Three Diatomaceous Earth Formulations Against Adults of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) on Oat, Rye, and Triticale. Journal of Economic Entomology, 97(6), 2160-2167.
- ATHANASSIOU, C.G., VAYIAS, B.J., DİMİZAS, C.B., KAVALLIERATOS, N.G., PAPAGREGORİOU, A.S., ve BUCHELOS C.T.H., 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. J. Stored Product Research, 41: 47-55.
- ATHANASSIOU, C.G., KAVALLIERATOS, N.G., VAYIAS, B.J., TOMANOVI, C.Z., PETROVI, C.A., ROZMAN, V., ADLER, C., KORUNIC, Z., ve MILOVANOVI, C.D., 2011. Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. Crop protection 30: 329-339.
- AYDIN, Z., 2015. Türk Diatom Toprağının Entomopatojen Fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. İle Kombinasyonlarının, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) Ve *Rhyzopertha dominica* (F.) 'ya Karşı Biyolojik Etkinliğinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 52s.
- BABAOĞLU, M., 2019. Mısır Tarımı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=89>. Erişim Tarihi: 19.03.2020
- BANKS, H.J., ve CHAMP, B.R. (Eds.), 1994. Proceedings of the Sixth International Wkg. Conference on Stored-product Protection, 17-23 April, Canberra, Australia, Vol. 1, CAB International, Oxon, pp. 2-6.
- BANKS, J. H., ve FIELDS P. G. 1995. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: Jayas DS. White NDG. Muir WE(eds) Stored-grain ecosystems. Marcel Dekker. New York. pp 353-409.
- BAYRAM, A., 2018. Yerel Diatom Topraklarının Bazı Depolanmış Tahıl Zararlılarına Karşı Kaçırıcı Etkisinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 52s.
- BAYTEKİN, Ö., 2017. Orta Anadolu Bölgesi Diatomid Topraklarının Depolanmış Çeltik Ve Pirinç Üzerinde Pirinç Biti (*Sitophilus oryzae* L.) Ve Kıрма Biti (*Tribolium confusum* Du Val.)'ne Karşı İnsektisidal Etkinliği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 49s.
- BERİŞ, G., FERİZLİ, A.G. ve EMEKÇİ, M., 2011. Effects of diatomaceous earth on the mortality and progeny production of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae). Tarım Bilimleri Dergisi. 17: 85-94.
- BORER, *Rhyzopertha dominica* (F), On Wheat Treated With Diatomaceous Earth: Effects Of Rate, Exposure Period And Relative Humidity. Pest Management Science, 61(11):1103-1109.
- BOXALL, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect: a world overview. International Biodeterioration& Biodegradation, 48; 137-152.
- CABI, 2019. Centre for Agriculture and Bioscience International. Datasheet, *Sitophilus zeamais* (greater grain weevil) <https://www.cabi.org>. Erişim Tarihi: 09.01.2020
- CARLSON, S.D. ve BALL, H.J. 1962. Mode of action and insecticidal value of a diatomaceous earth as a grain protectant. J. Econ. Entomol., 55; 964-970.
- ÇOLAK, E.Ş., CANHİLAL, R., ve YÜKSEL, E., 2018. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadelede Rezidüyel Pestisit Uygulamaları. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 1(1): 8-18.

- DESMARCHELIER, J.M. ve DİNES, J.C. 1987. Dryacide treatment of stored wheat: its efficacy against insects, and after processing. Australian Journal of Experimental Agriculture, 27(2); 309-312.
- DOĞANAY, İ.Ş., 2013. Çeşitli Diatom Topraklarının Depolanmış Tahıl Zararlıları, *Sitophilus granarius* (L.) Ve *Rhyzopertha dominica* (F.) 'Ya Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 55s.
- DONAHAYE, E.J. ve MESSER. E. 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7. The Allan Shawn Feinstein World hunger Program. Brown University. USA. 19 p.
- DOUMBIA, M., DOUAN, B.G., KWADJO, K.E., KOUADIO, K., ve MARTEL, V., 2014. Effectiveness of diatomaceous earth for control of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* and *Palorus subdepressus* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research, 57:1-5.
- EBELING, W. 1971. Sorptive dust for pest control. Annual Review of Entomology, 16: 123-158.
- EMEKCİ, M. ve FERİZLİ, A.G., 2000. Current Status of Stored Product Protection in Turkey. IOBC/WPRS Study Group Integrated Protection of Stored Products, Berlin, IOBC wprs Bulletin, 23 (10): 39-45.
- ERAKAY, S., 1974. Ege Bölgesi' nde Un ve Undan Mamul Maddelerde Bulunan Zararlı Böcekler Üzerinde Araştırmalar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, İstiklal Matbaası, İzmir, 60s.
- ERGÜL, C., DÖRTBUDAK N., ve AKÜLKE, A., 1972. Investigations on the insect of stored grain, grain products and Leguminosae in the east and south part of Turkey. Plant Protection Bulletin, 12 (2): 129-143.
- ERTÜRK, S., 2014. Farklı Diatom Toprağı Formülasyonlarının Depolanmış Çeltikte Zararlı Böceklerle Etkinliği Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 104s.
- ERTÜRK, S., ve EMEKCİ, M., 2014. Depolanmış çeltikte zararlı *Tribolium castaneum* (Herbst)'un mücadelesinde diatom toprağının kullanım olanakları. Bitki Koruma Bülteni, 54(3): 211-217.
- FERİZLİ, A.G., ve BERİS, G., 2005. Mortality and F1 progeny of the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* (F.)) on wheat treated with diatomaceous earth: Effects of dose, exposure interval and relative humidity. Pest Management Science 61(11): 1103– 1109.
- FIELDS, P.G., ve KORUNIC, Z., 2000. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. Journal of Stored Products Research, 36(1): 1–13.
- GOLOB, P., 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. Journal of Stored Products Research, 33:69–79.
- GÜL, S., 2018. Farklı Yerel Diatom Toprağı Karışımlarının Depolanmış Tahıl Zararlılarına Karşı Etkinliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 67s.
- GÜLTEKİN, M. A., 2017. Orta Anadolu Bölgesi diatomid topraklarının, bürölce tohum böceği, *Callasobruchus maculatus* (f.) (Coleoptera: Chrysomelidae:

- Bruchninae)'a karşı insektisidal etkinliği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 55s.
- İŞIKBER, A.A., ÖZDAMAR, H. U., ve KARCI, A., 2005. Determination of insect species and their infestation rates on stored wheat in Kahramanmaraş and Adıyaman Province. KSU Journal of Science and Engineering, 8 (1): 107-113.
- KABAK, B., 2019. Alman Hamam Böceği *Blatella germanica* (L.)'Nin Ergin Öncesi Dönemlerine Karşı Yerel Bazı Türk Diatom Topraklarının Toksik Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Kahramanmaraş, 45s.
- KAVALLİERATOS N. G., ATHANASSIOU C. G., PASHALİDOU F. G., ANDRİS N. S., ve TOMANOVİC Z., 2005. Influence of grain type on the insecticidal efficacy of two diatomaceous earth formulations against *Rhyzopertha dominica* (F) (coleoptera: Bostrychidae). Pest Management Science, 61(7): 660-666.
- KAVALLİERATOS, N.G., ATHANASSIOU, C.G., VAYİAS, B.J., KOTZAMANİDİS, S., ve SYNODİS, S.V., 2010. Efficacy and adherence ratio of diatomaceous earth and spinosad in three wheat varieties against three stored-product insect pests. Journal of Stored Products Research. 46: 73-80.
- KESKİN, Ş., ve ÖZKAYA, H. (2012). Buğdayların *Sitophilus granarius* L. ile Bulaştırılmasının Unların Reolojik Özelliklerine Etkisi. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 10(3): 25s
- KILIÇ, A., 2019. Yerli Diatom Topraklarının Laboratuvar Koşullarında Depolanmış Buğdayda Zararlı *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae)'a Karşı İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 58s.
- KORUNİC, Z., 1997. Rapid assessment of insecticidal. Stored product Research, vol: 33: 219-229.
- KORUNİC, Z., FİELDS, P.G., TİMLİCK, B. ORMESHER, P., ve VANNATTO, C. 1997. The enhanced diatomaceous earth, a safe, effective and long lasting grain protectant. Food and Agriculture Organization, VIII Round Table on Prevention of Post-Harvest Food Losses, Columbia, Cartagena, August 13-15.
- KORUNİC, Z., 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. Journal Stored of Products Research, 34: 87-97.
- MASIIWA, P., 2004. Evaluation of African Diatomaceous earths (DEs) As Potential Maize Grain Protectants Against the Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*). Universty of Zimbabwe, Department of Crop Science, 41s.
- MERT, A., 2012. Adana İlinde Depolanmış Mısırlarda Zararlı Böcek Türlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 61s.
- MTA, 2019. Maden Tetkik Arama Enstitüsü. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/diatomit> Erişim Tarihi: 24.12.2019
- MUTLU, Ç., MAMAY, M., ÖĞRETEN, A., ve KAYA, C., 2019. Influence of different grain storage types on Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts, 1898 (Coleoptera: Dermestidae), infestation in southeastern Anatolia (Turkey) and its resistance to malathion and deltamethrin. Türkiye Entomoloji Dergisi, 43 (2): 131-142.

- ÖĞRETen, A., 2015. Teoriden Pratięe Kltrel Mücadele Kitabı (Depo Zararlıları ile Mücadele) Gıda ve Kontrol Genel Mdrlę, 233s.
- ZAR, A. İ. ve A. YUCeL, 1982. Survey studies on the stored grain pests in the southeast Anatolia region. Plant Protection Bulletin, 22 (2): 89-98.
- ÖZER, M., TOROS, S., OBANOęLU, S., INARLI, S., ve EMEKCI, M., 1989. The description, distribution and habitats of acarina species harmful to stored grains and grain products and dried fruits in İzmİr Province. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 3: 1154-1189.
- QUARLES, W., ve WİNN, P., 1996. Diatomaceous earth. IPM Practitioner 18 (5/6): 1-10.
- SOUSAL, A.H., FARONİ, L.R.A., ANDRADE, G.S., FREİTAS, R.S., ve PİMENTEL, M.A.G., 2013. Bioactivity of diatomaceous earth to *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in different application conditions. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17(9): 982-986.
- STATHERS, T.E., CHİGARİRO, J., MUDİWA, M., MVUMİ, B.M., ve GOLOB, P. 2002. Smallscalefarmer perceptions of diatomaceous earth products as potential stored grain protectants in Zimbabwe. Crop Protection 21:1049–1060.
- STATHERS, T.E., DENNİFF, M. ve 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.
- SUBRAMANYAM, B.H., MADAMANCHİ, N., ve NORWOOD, S., 1998. Effectiveness of Insecto applied to shelled maize against stored-product insect larvae. Journal of Economic Entomology, 91:280-286.
- SUBRAMANYAM, B.H. ve ROESLİ, R. 2000. Inert dusts. In: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds.), Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, pp. 321–379.
- SUBRAMANYAM, B.H., SWANSON, C.L., MADAMANCHİ, N., ve NORWOOD, S., 1994. Effectiveness of Insecto, a new diatomaceous earth formulation, in suppressing several stored-grain insect species, pp. 650-659.
- SZER, S., 2003, Mısır Tarımı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne, 5-63.
- şEN, R., İşIKBER, A.A., BOZKURT, H., ve SAęLAM, ., 2019. Effect of temperature on insecticidal efficiency of local diatomaceous earth against stored-grain insects. Türkiye Entomoloji Dergisi, 43(4): 441-450.
- TMO, 2019. Toprak Mahslleri Ofisi. Hububat 2018 Sektr Raporu. <http://www.tmo.gov.tr>. Erişim Tarihi 23.12.2019.
- TİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 23.12.2019
- UNEP, 1998. United Nations Environment Programme, Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, 1998: Assessment of Alternatives to Methyl Bromide. Methyl Bromide Alternatives Committee. Nairobi, Kenya.
- VAYİAS, B.J., ve ATHANASSİOU, C.G., 2004. Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec® against adults and larvae of the confused four beetle, *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae). Crop Protection, 22: 1-9.

- YILDIRIM, E., ÖZBEK, H., ve ASLAN, İ., 2001. Depolanmış Ürün Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:191, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 117s.
- WAKIL, W., GHAZANFAR, M.U., YASIN, M., ve JUNG KWON, Y., 2015. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* combined with diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. Revista Colombiana de Entomología, 41 (1): 81-86.
- ZETTLER, J.L., HALLIDAY, W.R. ve ARTHUR, F.H. 1989. Phosphine resistance in insects infesting stored peanuts in the southeastern United States. Journal of Economic Entomology, Vol 82. 1508-1511.
- ZİAEE M., ve MOHARRAMİPOUR, S., 2012. Efficacy of Iranian diatomaceous earth deposits against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Asia-Pacific Entomology, 15: 547-553.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ganime CİNİVİZ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : DİYARBAKIR/01.01.1995
e-mail : ganimecnvz01@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Gaffar Okkan Anadolu Lisesi /Diyarbakır	2013
Üniversite	: Dicle Üniversitesi/Ziraat Fak. Bitki Koruma Bölümü/Merkez /Diyarbakır	2017
Yüksek Lisans	:Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı /Entomoloji Bilim Dalı/Merkez/Şanlıurfa	2020

YABANCI DİLLER: İngilizce