

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI



***METARHIZIUM ANISOPLIAE, TRICHODERMA HAMATUM VE
DİATOM TOPRAĞININ BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ
(CALLOSOBRUCHUS MACULATUS F., COLEOPTERA:
BRUCHIDAE)’NE KARŞI ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ***

Yüksek Lisans Tezi

Mehmet YILDIRIM

Danışman

Prof. Dr. Celal TUNCER

SAMSUN
2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Mehmet YILDIRIM tarafından, **Prof. Dr. Celal TUNCER** danışmanlığında hazırlanan “*Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma hamatum* ve *Diatom Toprağının BÖRÜLCE Tohum Böceği (*Callosobruchus maculatus* F., Coleoptera: Bruchidae)’ne Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi*” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 29.3.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Celal TUNCER Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi İ. Oğuz ÖZDEMİR Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. İslam SARUHAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

İmza

11 /01 / 2022

Mehmet YILDIRIM

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma hamatum* ve Diatom Toprağının Börülce Tohum Böceği (*Callosobruchus maculatus* F., Coleoptera: Bruchidae)'ne Karşı Etkinliğinin Belirlenmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 11/01/2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 3

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

İmza

11/01/2022

Prof. Dr. Celal TUNCER

ÖZET

METARHIZIUM ANISOPLIAE, TRICHODERMA HAMATUM VE DIATOM TOPRAĞININ BÖRÜLCE TOHUM BÖCEĞİ (CALLOSOBRUCHUS MACULATUS F., COLEOPTERA: BRUCHIDAE)'NE KARŞI ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet YILDIRIM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Nisan/2022

Danışman: Prof. Dr. Celal TUNCER

Bu çalışmada, diatom toprağı (K-16) ile *Metarhizium anisopliae* (TR-55-019) ve *Trichoderma hamatum* (F4) izolatlarının her biri ayrı ayrı ve kombinasyonlar halinde depolanmış ürün zararlısı *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) erginlerine karşı laboratuvar koşullarında etkinlikleri araştırılmıştır. İlk adımda *M. anisopliae* ile *T. hamatum* izolatlarının üç konsantrasyonu (1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1}) içinde 50 gram (gr) nohut (Koçbaşı çeşidi) ve bir günlük 5 erkek (♂) ve 5 dişi (♀) olmak üzere toplam 10 *C. maculatus* ergini bulunan kavanozlara sıvı halde direkt püskürtülmüştür (2 mL). Diatom toprağı denemesinde ise yine 50 gr nohut bulunan kavanozların içerisine 200, 400 ve 800 ppm dozlarına karşılık gelecek miktarda diatom toprağı ilave edilerek diatomun nohut ile homojen dağılımı için kavanozlar 5 dakika boyunca elle çalkalandıktan sonra 10 tane *C. maculatus* ergini eklenmiştir. İkinci adımda entomopatojen fungusların 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu ile diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozundaki ikili kombinasyonları test edilmiştir. Denemelerinde 210 ml kavanozlar kullanılmış olup tüm denemeler 4'er tekerrürlü olarak 25°C, %70 nispi nem ve 16: 8 aydınlık-karanlık koşullarında iklim kabininde yürütülmüş olup 8 gün boyunca her gün takip edilerek canlı/ölü bireyler not edilmiştir. Sonuç olarak ayrı ayrı yapılan uygulamaların günlük sayımlarında en yüksek yüzde ölümler *M. anisopliae* 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için %87,5 ve *T. hamatum* 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için %52,5 ile 8. günde gözlemlenirken, diatomun 800 ppm dozu için 7. günde %100 ölüm olmuştur. Kombinasyon denemelerinde ise en yüksek % ölüm 5. günde %100 ölüm ile sonuçlanan diatomun 800 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunun kombinasyonunda gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu izolatların *C. maculatus*'un biyolojik kontrolünde başarılı olabileceğini anlaşılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Entomopatojen, Böcek, *Callosobruchus maculatus*, Doğal insektisit, Ölüm, Etkinlik.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EFFECTIVENESS OF *METARHIZIUM ANISOPLIAE*, *TRICHODERMA HAMATUM* AND DIATOMOUS EARTH AGAINST (*CALLOSOBRUCHUS MACULATUS* F., COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

Mehmet YILDIRIM

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Plant Protection

Master, April/2022

Supervisor: Prof. Dr. Celal TUNCER

In this study, the efficacy of diatomaceous earth (DE) (K-16) and an isolates of *Metarhizium anisopliae* (TR-55-019) and *Trichoderma hamatum* (F4), each isolates alone or a combination of them on the adult stage of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) was investigated under laboratory conditions. Firstly, three concentrations (1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spore mL^{-1}) of *M. anisopliae* and *T. hamatum* isolates were sprayed (2 mL) directly into the jars containing chickpea (50 gr Koçbaşı genotype) and one-day-old 5 males (♂) and 5 females (♀) for a total of 10 *C. maculatus*. In DE experiment; 200, 400 and 800 ppm doses were applied to jars containing the 50 gr of chick peas and 10 *C. maculatus* adults. Second, binary combinations of 1×10^8 spore mL^{-1} entomopathogenic fungi concentration and 200, 400 and 800 ppm doses of DE were tested. All experiments were carried out at 25°C, 70% relative humidity and 16: 8 h light to-dark period in climate cabinet with 4 replications. Live and dead individuals were counted daily for 8 successive days. As a result, the highest mortality rates (%) were obtained as 87,5% for *M. anisopliae* at 1×10^8 spore mL^{-1} and 52,5% for *T. hamatum* at 1×10^8 spore mL^{-1} concentration in 8 days, and 100% for DE at the 800 ppm dose in 7 days. In combined applications, the highest mortality rate was observed at the combination of 800 ppm dose of DE and 1×10^8 spore mL^{-1} concentration of *M. anisopliae*, which resulted in 100% mortality in 5 days. It is concluded that DE and its combination with *M. anisopliae* have a greater effect on adults and can be alternative in the management of *C. maculatus*.

Keywords: Entomopathogen, Insect, Cowpea weevil, Natural insecticide, Death, Efficacy.

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın tez konusu olarak belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında yaptığı katkıların yanı sıra, eğitim hayatım boyunca gösterdiği hoşgörü ve desteği ile yardımlarını esirgemeyen, yetişmemde büyük emeği olan saygı değer danışmanım Prof. Dr. Celal TUNCER'e, Doç. Dr. İslam SARUHAN'a ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimimde bir hocadan çok abi gibi davranan Dr. Öğr. Üyesi İ. Oğuz ÖZDEMİR'e, tez çalışmamın mikoloji kısmında bilgi ve tecrübeleri ile yol gösterip yalnız bırakmayan Arş. Gör. Elif YILDIRIM'a, Doktora Öğrencisi Yeter KÜÇÜKTOPÇU'ya teşekkür ederim.

Son olarak Lisans, yüksek lisans ve tüm eğitim hayatım boyunca bugüne ulaşmamda, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen başta annem Adle YILDIRIM ve babam Kasım YILDIRIM olmak üzere değerli aileme saygı ve sevgilerimi sunarım.

Mehmet YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünyada Durum	20
1.1.1. Dünyada Nohut Ekin Alanı	20
1.1.2. Dünyada Nohut Üretimi	20
1.2. Türkiye’de Durum	4
1.2.1. Türkiye’de Nohut Ekim Alanı	4
1.2.2. Türkiye’de Nohut Üretimi	5
1.2.3. Türkiye’de Nohut Tüketimi	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Çalışmalarda Kullanılan Böcek	20
3.1.2. Börülce Tohum Böceği (<i>Callosobruchus maculatus</i> F., Coleoptera: Bruchidae)’nin Taksonomideki Yeri	20
3.1.3. Tez Çalışmasında Kullanılan Diatom Toprağı	20
3.1.4. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> İzolatlarının Elde Edilmesi ve Yetiştirilmesi	21
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Börülce Tohum Böceği (<i>Callosobruchus maculatus</i> F., Coleoptera: Bruchidae)’nin Erginlerinin Yetiştirilmesi	23
3.2.2. Entomopatojen Fungus (<i>Metarhizium anisopliae</i>) ve <i>Trichoderma hamatum</i> ’un Yetiştirilmesi	24
3.2.3. Biyolojik Etkinlik Testleri ve Deneme Yöntemleri	25
3.2.4. Tek Başına Fungus Uygulanan Denemeler	26
3.2.5. Tek Başına Diatom Toprağı Uygulanan Denemeler	277
3.2.6. Diatom toprağı ile Fungus İzolatlarının Kombinasyon Denemeleri	28
3.3. Verilerin Analizi	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. Bulgular	31
4.1.1. <i>Callosobruchus Maculatus</i> ile İlgili Yapılan Biyolojik Etkinlik Testleri	31
4.1.2. Uygulamadan Sonra Yni Nesilde (F-1) Çıkış Yapan Böcek Sayısı ve Nohutta Meydana Gelen Hasar Kaybı ve İstatiksel Verileri	37
4.2. Tartışma	432
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	473
KAYNAKLAR	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

%	Yüzde
° C	Santigrat derece
®	Tescil

KISALTMALAR

ml	Mililitre
lt	Litre
ppm	Milyonda bir birim
Col.	Coleoptera
sp.	Tür
spp.	Türler
DE	Diatom toprağı
LT50	Popülasyonun %50'sini öldüren zaman
LT90	Popülasyonun %90'ını öldüren zaman

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya nohut üretim alanı, üretim ve verim	4
Şekil 1.2. Türkiye’de nohut ekimi yapan önemli iller (2019, %)	5
Şekil 1.3. Türkiye’de nohut üretimi yapan önemli iller	6
Şekil 1.4. Türkiye nohut ekim alanı, üretimi ve verim.....	7
Şekil 3.1. <i>Callosobruchus maculatus</i> ’un erginleri	20
Şekil 3.2. K-16 kodlu diatom toprağı	21
Şekil 3.3. Denemede kullanılan Koçbaşı nohut çeşidi	21
Şekil 3.4. Denemelerde kullanılan kavanoz, elek ve tüller.....	23
Şekil 3.5. Manuel olarak ayarlanabilen (sıcaklık, nem) iklim kabini ve hassas terazi	23
Şekil 3.6. <i>Callosobruchus maculatus</i> ’ un bir günlük yumurta kültürünün inkübatör ortamında yetiştirilmesi.....	24
Şekil 3.7. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> izolatlarının steril kabinde yetiştirilmesi.....	24
Şekil 3.8. Süspansiyon hazırlanmak üzere bekletilen <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> izolatları.....	25
Şekil 3.9. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> ’un petri içinde gelişimi.....	25
Şekil 3.10. Denemeler için nohutların hazırlanması	26
Şekil 3.11. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> ’un süspansiyonlarının ergin <i>Callosobruchus maculatus</i> üzerine uygulanması	27
Şekil 3.12. Diatom toprağı denemeleri.....	28
Şekil 3.13. Diatom toprağının <i>Callosobruchus maculatus</i> üzerine uygulanmasından sonra inkübatör içerisindeki izlenmesi	28
Şekil 3.14. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> ’ un kombinasyon denemeleri için petriden kazıma aşaması	29
Şekil 3.15. Diatom toprağı, <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> kombinasyon denemelerin izlenmesi	30
Şekil 4.1. <i>Metarhizium anisopliae</i> uygulanmış <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinin günlük ölüm oranları (%).....	32
Şekil 4.2. <i>Trichoderma hamatum</i> uygulanmış <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinin günlük ölüm oranları (%).....	32
Şekil 4.3. <i>Metarhizium anisopliae</i> ’nin <i>Callosobruchus maculatus</i> üzerinde gelişimi.....	32
Şekil 4.4. <i>Trichoderma hamatum</i> ’un <i>Callosobruchus maculatus</i> üzerinde gelişimi	33
Şekil 4.5. Farklı dozlarda Diatom toprağı uygulanmış <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinin günlük ölüm oranları (%).....	34
Şekil 4.6. Diatom ile muamele edilmiş ölü <i>Callosobruchus maculatus</i> erginleri	34
Şekil 4.7. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile <i>Metarhizium anisopliae</i> 1×10^8 spor mL ⁻¹ konsantrasyonunda <i>Callosobruchus maculatus</i> ’un ergin ölüm oranları (%).....	35

Şekil 4.8. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile <i>Trichoderma hamatum</i> 'un 1×10^8 spor mL ⁻¹ konsantrasyonunda <i>Callosobruchus maculatus</i> 'un ergin ölüm oranları (%)	36
Şekil 4.9. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> 'un 1×10^8 spor mL ⁻¹ konsantrasyonunda birlikte uygulanması sonucu ergin ölüm oranları (%).....	36



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Ülkelere göre dünya nohut ekim alanı (bin ha)	3
Tablo 1.2. Ülkelere göre dünya nohut üretimi (bin ton).....	3
Tablo 1.3. Dünya nohut verimi (kg/ha)	3
Tablo 1.4. İllere göre Türkiye nohut ekim alanları (bin da)	5
Tablo 1.5. İllere göre Türkiye nohut üretimi (bin ton)	6
Tablo 1.6. Türkiye nohut verimi (kg/da)	6
Tablo 1.7. Türkiye nohut tüketimi	7
Tablo 3.1. <i>Callosobruchus maculatus</i> 'un taksanomisi.....	20
Tablo 3.2. Yerel diatom topraklarının kodları, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	21
Tablo 3.3. Diatom toprağının üçlü karışımları ve bunlara ait kodlar	21
Tablo 3.4. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> izolatlarına ait özellikler	22
Tablo 4.1. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> uygulaması sonucu <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinin ölüm oranları (%)	31
Tablo 4.2. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozunun <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinde neden olduğu ölüm oranları (%).....	32
Tablo 4.3. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile <i>Metarhizium anisopliae</i> 'nin 1×10^8 spor mL ⁻¹ konsantrasyonunun <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinde neden olduğu ölüm oranları (%)	35
Tablo 4.4. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile <i>Trichoderma hamatum</i> 'un 1×10^8 spor mL ⁻¹ kombinasyonunun <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinde sebep olduğu ölüm oranları (%)	35
Tablo 4.5. <i>Metarhizium anisopliae</i> ve <i>Trichoderma hamatum</i> 'un 1×10^8 spor mL ⁻¹ dozdaki kombinasyonlarının günlere göre <i>Callosobruchus maculatus</i> erginlerinde neden olduğu ölüm oranları (%)	36
Tablo 4.6. Entomopatojen unguş <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Trichoderma hamatum</i> ve diatom toprağının yeni nesil (F-1) çıkışına etkisi (%)	38
Tablo 4.7. <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Trichoderma hamatum</i> ve K-16 kodlu diatom toprağı uygulaması sonrasında <i>Callosobruchus maculatus</i> 'un Nohutta meydana getirdiğı ürün kaybı.....	41

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde insan beslenmesi için önemli baklagiller olan nohut, fasulye, mercimek, bezelye, bakla ve börülce yağ oranı düşük, karbonhidrat oranı yüksek olup aynı zamanda yüksek besleyici özelliğine sahiptirler (Özdemir, 2020). Buna ilave olarak baklagiller havada bulunan serbest azotu toprağa bağlama özellikleri ile, çevrecilik ve sürdürülebilir tarımın öneminin arttığı günümüzde önemleri her geçen gün artan ürünlerdir.

Dünyada insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22'si ve karbonhidratların %7'si, hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38'i ve karbonhidratların da %5'i yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır. Baklagiller; tarla bitkileri yetiştiriciliğinde, ekim alanı ve üretim bakımından tahıllardan sonra gelen başlıca ürünlerdir (UBK, 2014).

Baklagiller taze olarak tüketilmelerinin yanında, tıpkı tahıllar gibi ambar ve depolarda kısa veya uzun süreli depolandıktan sonrada kullanılabilir. Baklagiller depolanması sırasında; nem ve sıcaklık gibi fiziksel faktörler nedeniyle ortaya çıkan nitelik ve nicelik kayıpları yanında, başta zararlı böcekler olmak üzere birçok kemirgen ve hastalık etmenlerinin neden olduğu ekonomik kayıplara uğramaktadırlar. Bu zararlılar içerisinde Bruchidae (Coleoptera) (Baklagil tohum böcekleri) familyasına bağlı türler, meydana getirdikleri kayıplar nedeniyle büyük önem taşımaktadır (Yıldırım vd. 2001). Baklagillerin en önemli zararlıları olan Baklagil tohum böcekleri yıl içinde “Tek döl veren türler” (*Bruchus pisorum* L., *B. rufimanus* Boh., *B. lentis* Fröhl. ve *B. ervi* Fröhl.) ve “Çok döl veren türler” (*Callosobruchus maculatus* (F.) ve *Acanthoscelides obtectus* Say) olarak iki gruba ayrılır. Yapılan çalışmalarda ülkemizde depolanmış baklagillerde saptanan en yaygın türlerin *C. maculatus* (Börülce tohum böceği) ve *A. obtectus* (Fasulye tohum böceği) olduğu ortaya konmuştur (Elmalı ve Toros, 1990).

Bunların arasında börülce böceği *C. maculatus* tüm bölgelerinde bulunur. *C. maculatus*'un neden olduğu en önemli zararlar arasında üründe ağırlık ve kalite kaybı ve böylece ürünün piyasa değerinde kayıp ortaya çıkması (Elhag 2000), tohumların çimlenme kabiliyetinde azalma (Baier ve Webster 1992) ve özellikle proteinler olmak üzere besin değerinde azalma yer alır.

Callosobruchus maculatus 'un meydana getirdiği zararın önüne geçebilmek için genellikle büyük depolama tesislerinde fosfin ve piretroidler gibi kimyasal insektisitler kullanılmaktadır. Ancak insektisit uygulamaları uzun vadede böceklerde direnç oluşmasına insan sağlığı ve çevre kirliliği açısından zararlı sonuçlar ortaya çıkarması konusundaki endişeleri artırmaktadır (Daglish, 2008).

Bu nedenlerle böceklerin mücadelesinde kimyasal insektisit kullanımı dışında kalan insan ve çevre açısından daha güvenilir alternatif uygulamalara yer verilmesi bütün Dünya'nın üzerinde önemle durduğu bir konu haline gelmiştir. Bu kapsamda entomopatojen organizmaların kullanımını da içine alan biyolojik mücadele ile kültürel, fiziksel, mekanik ve biyoteknik mücadele yöntemleri kimyasal mücadeleye alternatif yöntemler olarak dikkat çekmektedir.

Callosobruchus maculatus ülkemizin hemen her tarafında görülen ve nohut ve börülcede önemli ölçüde zarar yapan bir türdür. Bu çalışma ile kimyasal mücadeleye alternatif olarak fiziksel mücadele yöntemleri içerisinde yer alan diatom toprağı, böceklerle karşı biyolojik mücadele etmeni olan Entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* ve biopestisit, biyogübre ve toprak katkısı olarak yaygın olarak kullanılabilen ve son zamanlarda bazı böceklerle karşı da etkili bulunan *Trichoderma* türlerinden *T. hamatum*'un, ayrı ayrı ve kombinasyon olarak gerçekleştirilen uygulamalarının Börülce Tohum Böceği üzerine etkisi araştırılmıştır

1.1. Dünyada Durum

1.1.1. Dünyada Nohut Ekim Alanı

Nohut (*Cicer arietinum* L.), binlerce yıldan bu yana tarımı yapılan ender bitkilerden biri olup gerek ülkemizde gerekse dünyada çok eski yıllardan beri kültüre alınan hem insan hem de hayvan beslenmesinde ve yeşil gübrelemede kullanılan bir baklagil bitkisidir (Eser, 1976; Reddy vd., 1984; Reddy ve Kabbabeh, 1985).

Baklagiller ürün grubunun içerisinde yer alan nohutun dünyada ekim alanına baktığımızda 2018 yılında dünyada 17.8 milyon ha alanda yetiştirilmektedir (Tablo 1.1). Dünyada en fazla ekim alanına sahip olan ülke ise 11.9 milyon ha ile Hindistan olurken, Türkiye 514 bin ha alan ile 5. sırada yer alır.

Tablo 1.1. Ülkelere göre dünya nohut ekim alanı (bin ha).

Ülkeler	2014	2015	2016	2017	2018
Hindistan	9.927	8.251	8.399	9.539	11.889
Avusturalya	508	425	677	1.069	1.075
Pakistan	950	943	939	971	977
Rusya	-	-	358	457	819
Türkiye	388	357	352	393	514
İran	529	463	500	536	501
Myanmar	378	372	364	376	368
A.B.D.	86	82	130	247	341
Diğer	1.018	953	913	889	1.323
Dünya	13.783	11.846	12.632	14.476	17.817

1.1.2. Dünyada Nohut Üretimi

FAO verilerine göre 2018 yılında nohut üretimi 17.2 milyon ton olup ortalama verim 965 kg/ha'dır. Dünya nohut üretiminde 2018 yılı itibariyle 11.4 milyon tonluk üretim ile Hindistan ilk sırada yer alırken, 630 bin ton ile Türkiye üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya nohut üretiminde son beş yılda yaklaşık %29 civarında artış yaşanmıştır.

Tablo 1.2. Ülkelere göre dünya nohut üretimi (bin ton).

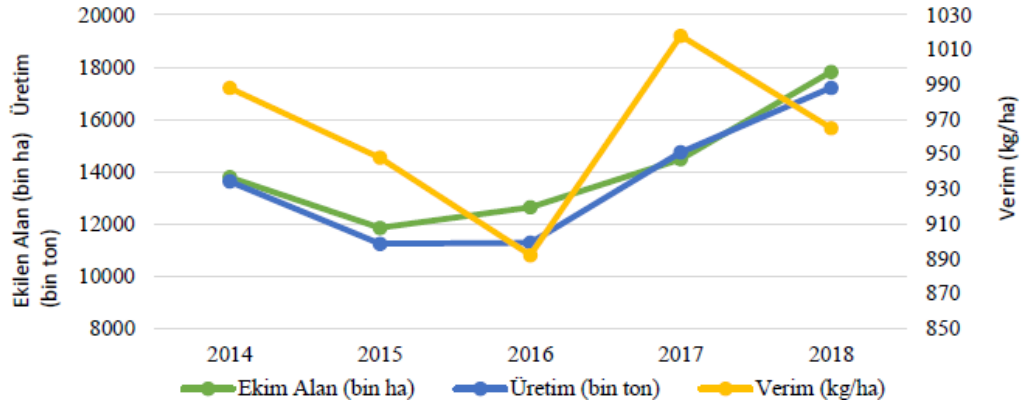
Ülkeler	2014	2015	2016	2017	2018
Hindistan	9.530	7.332	7.058	9.075	11.380
Avusturalya	629	555	875	2.004	998
Türkiye	450	460	455	470	630
Rusya	320	320	320	419	620
A.B.D.	127	114	247	320	578
Etiyopya	459	521	444	474	516
Myanmar	571	572	559	527	510
Meksika	172	138	112	189	352
Diğer	1.365	1.222	1.195	1.260	1.624
Dünya	13.623	11.234	11.275	14.738	17.208

Tablo 1.3. Dünya nohut verimi (kg/ha).

Yıllar	2014	2015	2016	2017	2018
Verim (kg/ha)	988	948	892	1018	965

Kaynak: FAO (07.09.2020).

FAO verilerine göre 2018 yılında en yüksek verime sahip ülkeler ilk sırada 5.453 kg/ha ile Çin bulunurken Türkiye ise 1.224 kg/ha ile 965 kg/ha olan dünya ortalamasının üzerinde bir verime sahiptir ve dünya sıralamasında 26. sırada yer almaktadır.



Şekil 1.1. Dünya nohut ekim alanı, üretim ve verim.

1.2. Türkiye’de Durum

Gelişmekte olan birçok ülkede düşük gelirli insanların önemli besin kaynakları arasında bulunan yemeklik baklagiller, Türkiye’de pek çok ailenin günlük tüketiminde önemli yere sahiptir (Uzunöz, 2009). Toplam baklagil üretimi dikkate alındığında, Türkiye dünyanın en büyük üreticileri arasındadır (FAO, 2020).

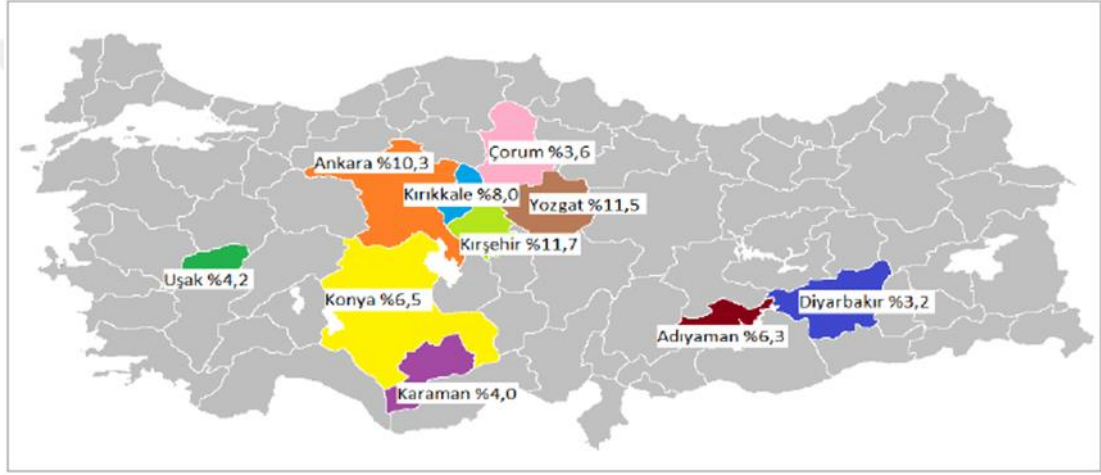
Türkiye’de ekiliş alanı bakımından baklagiller tahıllardan sonra en önemli yeri tutmaktadır. Türkiye’de yetiştirilen 9 tür baklagil arasında en fazla üretimi yapılan nohuttur. TÜİK verilerine göre 2019 yılı itibariyle, baklagiller yaklaşık 9 milyon dekar alanda ekili olup 1.2 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. Toplam baklagil ekim alanının %57.6’sını nohut ekim alanı oluştururken toplam baklagil üretim miktarının ise %51.2’sini nohut üretimi oluşturmaktadır (TÜİK, 2020).

1.2.1. Türkiye’de Nohut Ekim Alanı

Yemeklik tane baklagil türleri içerisinde yaklaşık 5.2 milyon da ekim alanı ile nohut ilk sırayı almaktadır. 2019 yılında Türkiye nohut ekim alanlarında %11.65’lik paya sahip olan Kırşehir 607 bin da ile birinci sırada yer alırken, Yozgat 601 bin da ile ikinci, Ankara ise 539 bin da ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 1.4. İllere göre Türkiye nohut ekim alanları (bin da).

İller	2015	2016	2017	2018	2019
Kırşehir	161	202	343	533	607
Yozgat	195	179	268	419	601
Ankara	176	201	308	485	539
Kırıkkale	44	66	153	348	414
Konya	199	214	246	352	336
Adıyaman	92	85	107	274	326
Uşak	266	297	286	290	220
Karaman	216	216	227	233	208
Çorum	80	64	64	128	189
Diyarbakır	57	64	69	174	168
Diğer	2.108	2.007	1.880	1.936	1.598
Türkiye	3.593	3.595	3.593	5.144	5.206



Şekil 1.2. Türkiye’de nohut ekimi yapan önemli iller (2019, %).

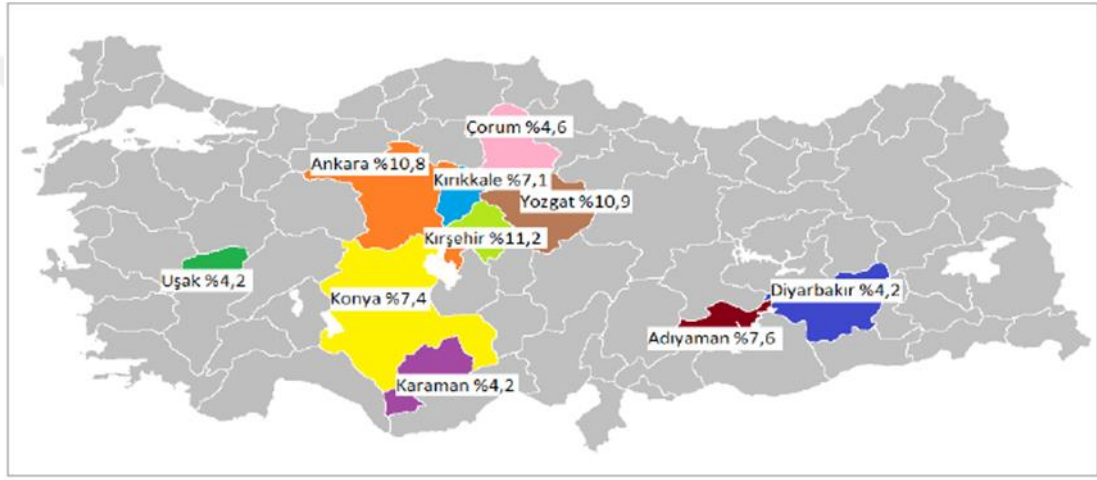
1.2.2. Türkiye’de Nohut Üretimi

2019 yılı verilerine göre Türkiye’de her yıl işlenen tarım alanlarının yaklaşık %4,6’lık bölümünde baklagiller yetiştirilmektedir (TÜİK, 2020). Baklagiller içerisinde 630 bin ton ile en fazla üretimi yapılan nohuttur. Türkiye 2019 yılında üretilen nohudun 630 bin tonun %59,0’ını (372 bin ton) İç Anadolu bölgesinden üretilmiştir.

2019 yılı Türkiye nohut üretimi 630 bin ton olup illere göre nohut üretiminde Kırşehir (71 bin ton) birinci sırada yer alırken, Yozgat (69 bin ton) ikinci, Ankara ise (68 bin ton) üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 1.5. İllere göre Türkiye nohut üretimi (bin ton).

İller	2015	2016	2017	2018	2019
Kırşehir	27	32	46	66	71
Yozgat	23	21	28	53	69
Ankara	22	26	35	58	68
Kırıkkale	16	16	17	46	48
Konya	30	32	35	49	47
Adıyaman	7	10	20	47	45
Uşak	9	8	8	19	29
Karaman	29	23	31	28	26
Çorum	10	13	13	24	26
Diyarbakır	31	36	31	27	20
Diğer	256	238	206	213	182
Türkiye	460	455	470	630	630



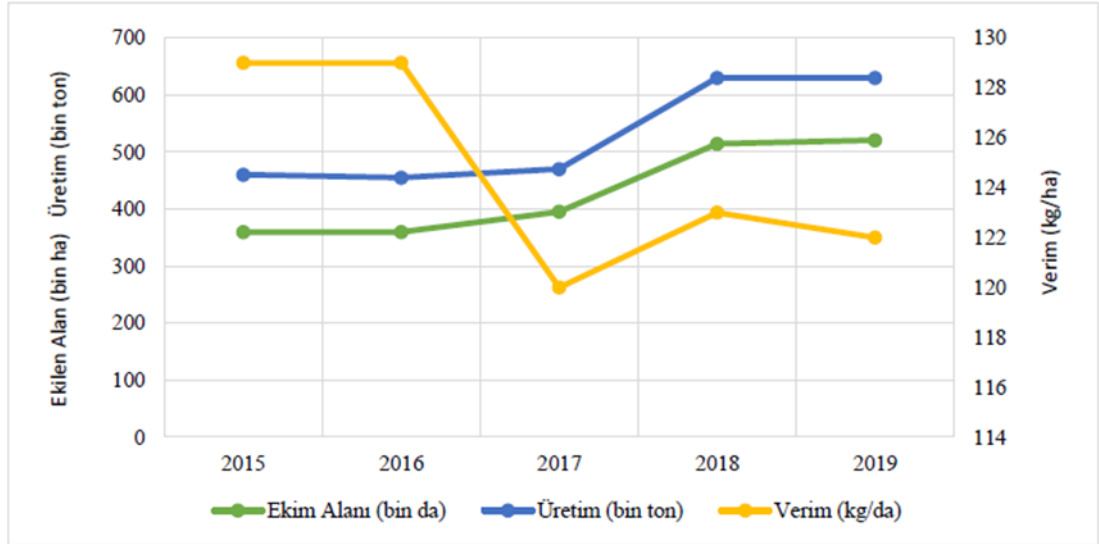
Şekil 1.3. Türkiye’de nohut üretimi yapan önemli iller (2019, %).

Türkiye nohut verimi yıllar içerisinde dalgalanmalar şeklinde azalarak 122 kg/da’a kadar düştüğü görülmektedir. 2019 yılında nohut verimi en yüksek iller sırasıyla 227 kg/da ile Muğla, 211 kg/da ile Bartın ve 181 kg/da ile Hatay takip etmektedir.

Tablo 1.6. Türkiye nohut verimi (kg/da).

Yıllar	2015	2016	2017	2018	2019
Verim (kg/da)	129	129	120	123	122

Kaynak: TÜİK (07.09.2020).



Şekil 1.4 Türkiye nohut ekim alanı, üretimi ve verim.

1.2.3. Türkiye’de Nohut Tüketimi

Türk mutfağında önemli bir yeri olan nohut 2018 yılı toplam kuru baklagil tüketimi içinde %39 oranla en fazla tüketilen baklagillerdir (TÜİK, 2020). Son beş yılda nohut tüketiminde dalgalanmalar gerçekleşmiş olup 2014 yılı tüketimi 2018 yılına göre %10 oranında artmıştır.

Tablo 1.7. Türkiye nohut tüketimi.

Yıllar	2014	2015	2016	2017	2018
Tüketim (bin ton)	402	408	432	469	465
Kişi Başına Tüketim (kg)	5.2	5.2	5.4	5.8	5.7

Kaynak: TÜİK (07.09.2020).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Aldryhim (1990), Dryacide marka diatom toprak (DE) preparatının 20°C ile 30°C sıcaklıkta ve %40 ile %60 orantılı nem koşullarında *Tribolium confusum* ve *Sitophilus granarius* erginleri üzerinde etkinliğini araştırmıştır. Denemelerde 0, 250, 500, 750, 1000 g/kg dozunda DE buğdaya karıştırılmış olup, 2. ve 7. günde ergin ölümleri kaydedilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, yüksek nemde DE'nin etkinliğinin düştüğü, düşük nem koşullarında ise DE'nin öldürücü etkinliğinin arttığı ve aynı zamanda uygulama dozunun artışı, maruz kalma süresi ve yüksek sıcaklıkta ölüm oranının da doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Subramanyam ve Roesli (2000), tahılların uzun süreli korunmasında zararlıların popülasyon gelişiminin durdurulmasının ölümlerden daha önemli olduğunu bildirmektedir. preparatı ile yapılan araştırmada 0.5 g/kg mısır uygulamasında, *Cryptolestes ferrugineus*, *Cryptolestes pusillus*, ve *Oryzaephilus mercator* erginlerinin çoğalmasının engellerken, *Oryzaephilus surinamensis* ve *Tribolium castaneum*'da ise çoğalmanın 1 g/ kg dozda engellendiği görülmüştür. Ancak, *P. truncatus*, *S. oryzae*, ve *R. dominica*' da ergin çoğalması 1,5 g/kg dozda engellenememiş ve muamele edilmemiş tahıldakine kıyasla yavru üretimindeki azalışın %50 ile %85 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu böceklerin Insecto'ya düşük hassasiyeti ve erginlerin ölümü için gereken uzun süreler çiftleşme ve yumurta koymak için yeterli zaman sağlamaktadır. *R. dominica* ve *T. castaneum* gibi bazı depolanmış ürün zararlıları ile mevcut öneri dozunda başarılı olarak savaşılamayacağı sonucuna varılmıştır.

Prasanth vd. (2002), Fossil-Shield® diatom toprağı (DE)'nin çok döl veren *C. maculatus* ve *Acanthoscelides obtectus* zararlılarına karşı insektisidal etkisi araştırmışlardır. DE uygulaması 20-25-30-35°C sıcaklık ve %43-52-64-74-84 orantılı nem koşullarında gerçekleştirmiştir. Tez çalışmasında kullanılan fasulye üzerindeki *C. maculatus* erginlerine, 2 gün boyunca sırasıyla 1020 mg/kg (ppm) ve 1080 mg/kg (ppm) konsantrasyon DE uygulayarak ölüm oranlarını tespit etmişlerdir. *C. maculatus* erginlerine 25°C sıcaklık ve %52 orantılı nem koşullarında 2 gün boyunca 1020 mg/kg konsantrasyon Fossil-Shield DE uygulandığında %60 ölüm oranı kaydetmişlerdir. Aynı süre ve konsantrasyonda 35°C sıcaklık ve %52 orantılı nem koşullarında DE uygulandığında ise yaklaşık olarak %100 ölüm oranı gösterdiğini

gözlemlenmişlerdir. Sonuçlara göre Fossil-Shield® DE'nin *C. maculatus* ve *A. obtectus* zararlılarını kontrol etmede etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Athanassiou vd. (2003 a), laboratuvar koşullarında depolanmış buğday üzerinde bir diatom toprağı formülasyonunun (Silicosec®, Biofa GmbH, Almanya) *T. confusum* ve *Sitophilus oryzae*'e karşı insektisidal etkisini belirlemek için denemeler yapmıştır. Bu böcek türlerinin erginleri 0.25, 0.5, 1 ve 1.5 g/kg buğday konsantrasyonunda diatom toprağı ile muamele edilmiştir. Denemeler 22, 25, 27, 30 ve 32°C sıcaklıklarda kurulmuştur. Denemelerde 1, 2, 7 ve 14 gün sonunda ölü ergin birey sayımları yapılmıştır. Denemelerde 14. gün uygulama süresinden sonra canlı erginler alınarak yeni nesil (F1) ergin çıkışları için kayıt edilmiştir. Her iki tür için konsantrasyon, sıcaklık ve maruz kalma süresi önemli derecede ölüm oranını etkilemiştir. Ölüm oranı daha uzun maruz kalma sürelerinin arasında doğru orantılı bir şekilde daha yüksek olmuştur. Silicosec®'in etkisi *S. oryzae*'ye karşı sıcaklık ile artmıştır ancak *T. confusum* ölüm oranı 24 saat ve 48 saat maruz kalma süreleri boyunca 30°C ile kıyaslandığında 32°C'de daha düşük gözlenmiştir. *T. confusum*'un Silicosec®'e *S. oryzae*'den daha az duyarlı olduğu ispatlanmıştır. Genel olarak, 1 ve 1.5 g/kg buğday konsantrasyonlarının iki türe karşı etkisinin yeterli olduğu sonucuna varılmış olup, *S. oryzae* için F1 çıkışları sadece 22°C'de 0.25 ve 0.5 g/kg buğday uygulamalarında tespit edilmiştir. *T. confusum* için F1 çıkışları 22°C'de 0.5 g/kg buğday konsantrasyonunda ve 22, 25, 27 ve 30°C'de 0.25 g/kg buğday konsantrasyonunda gözlemlenmiştir.

Athanassiou vd. (2003b), ticari diatom toprağı olan SilicoSec®'in *Sitophilus oryzae* erginleri üzerindeki öldürücü etkinliğini araştırmak için denemeler yürütmüşlerdir. Denemeler 0, 125, 0,25, 0,5, 1 ve 1,5 gr/kg konsantrasyonlarda arpa, mısır, pirinç ve çeltik karıştırarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda 1, 2, 7 ve 14. gün sonunda *S. oryzae* ergin ölü birey sayımları ile 45. ve 90. günlerde yeni nesil ergin sayıları elde edilmiştir. Çalışmada, tahılın tipinin, uygulama süresinin ve uygulama konsantrasyonunun istatistiksel olarak önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Çeltikte yürütülen denemelerde 1 ve 1.5 g/kg konsantrasyonlarda 7. gün sonunda %100 ölüm oranı elde edilmiş olup, 90 gün sonra yeni nesil ergin çıkışı gözlenmemiştir. Pirinç ile yürütülen denemelerde ise 14. gün sonunda bile %100 ölüm oranı elde edilmemiş ve önemli sayıda yeni nesil ergin çıkışı gözlemlenirken, Arpa ile yürütülen denemelerde 1 ve 1.5 g/kg konsantrasyonlarda ölüm oranları 7.

gün sonunda %100 olmasına rağmen yeni nesil ergin çıkışı olmuştur. Mısır kullanılan biyolojik testlerde ise 1.5 g/kg konsantrasyonda 14. gün sonunda ölüm oranı %65'i geçememiştir.

Vayias ve Athanassiou (2004), diatom toprak (DE) formülasyonu olan SilicoSec'in (Biofa GmbH), kırma biti *Tribolium confusum*'in (Coleoptera: Tenebrionidae) larva ve erginlerine karşı yapılan biyolojik testlerde DE'nin insektisidal etkinliğine bakılmıştır. Uygulamalar, 22-32°C olmak üzere beş farklı sıcaklıkta ve %55 ile %65 olmak üzere iki nispi nem seviyesinde yürütülmüştür. SilicoSec, sert buğday, yumuşak buğday ve buğday unu olmak üzere üç çeşit üründe 0,25, 0,5, 1 ve 1,5 gr / kg olmak üzere dört doz oranında uygulanarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Larva döneminin SilicoSec'in etkinliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için genç ve yaşlı larvalar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Yine aynı şekilde, ergin bireyler sırasıyla 24 saat, 48 saat ve 7 günlük erginler olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda DE'ye maruz kalmış larvaların erginlerden daha duyarlı olduğu gözlemlenmiş olup, SilicoSec'e maruz kalan ergin ve larvaların ölüm oranının, artan sıcaklıkla beraber doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Buna karşılık, SilicoSec'in etkinliği nispi nemin %55'ten %65'e yükselmesiyle ters orantılı olarak önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir.

Michalaki vd. (2006), *Metarhizium anisopliae*'nin böcek öldürücü etkisini belirlemek için unda ve buğdayda *T. confusum* larvalarına karşı etkisini belirlemek için denemeler gerçekleştirilmiş. Denemeler 20°C, 25°C ve 30°C sıcaklıkta ve %55 ile %75 nispi nem seviyelerinde yürütülmüştür. *M. anisopliae* 8×10^6 , 8×10^8 ve 8×10^{10} konidi/kg konsantrasyonlarında uygulanmıştır. Ayrıca un ve buğdayda diatom toprağı SilicoSec (Biofa, Germany) ile 0.2 ve 0.5 g/kg konsantrasyonlarında hem yalnız hem de *M. anisopliae* kombinasyonları şeklinde denenmiştir. *T. confusum* larva ölüm oranları 7 günlük muamele süresinden sonra kaydedilmiştir. Larva ölüm oranı uygulamalar arasında, sıcaklık ve nem seviyeleri arasında dikkate değer bir şekilde farklılık göstermiş olup hem fungus hem de DE için sıcaklık artışı uygulamaların etkinliğini arttırmıştır. Diğer yandan nem artışı hem *M. anisopliae* hem de SilicoSec için larva ölüm oranında önemli derecede azalmaya sebep olmuştur. DE ve *M. anisopliae*'nin tek başına kullanılmalarının veya eş zamanlı kullanımları, unda buğdaydan daha az etkili olduğu belirlenirken diğer bir yandan, fungus konsantrasyonlarına 0.5g/kg dozunda SilicoSec eklenmesi özellikle yüksek

doz oranlarında fungusun tek başına kullanılması veya 0.5g/kg SilicoSec dozu ile eş zamanlı kullanılması ile kıyaslandığında, larva ölüm oranını arttırdığı gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmaların sonuçları belirli koşullar altında *M. anisopliae*'nin *T. confusum* larvalarına karşı etkisinin diatom ile birlikte uygulandığında arttığını göstermektedir.

Kavallieratos vd. (2006), *M. anisopliae*'nin depolanmış ürün zararlısı olan; *R. dominica* *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı etkinliğini değerlendirmek için laboratuvar ortamında denemeler yapmışlardır. Bir konidi süspansiyon ve bir konidi doz olmak üzere iki fungus preparatı karşılaştırılmıştır. Bunlar buğdaya, 8×10^6 , 8×10^8 ve 8×10^{10} konidi / kg buğday olmak üzere üçer dozda, tek başlarına ve ayrıca diatom toprağı (DE) formülasyonu SilicoSec (Biofa Gbmh, Almanya) ile kombinasyon halinde 0.5 gr / kg buğdayda denenmiştir. Ergin böcekler işlenmiş buğdaya 1, 2, 7 ve 14 gün bekletilmiştir. *R. dominica* erginlerinin 14 gün maruz kaldıktan sonra ölüm oranı, süspansiyon ve doz için kombinasyon halinde dozlarda sırasıyla %100 ve %96 olmuştur. Yalnız diatom oranları ise %94.4 ve %74.6 olmuştur. Diğer bir yandan *S. oryzae* yetiştiklerine karşı diatom ile birlikte konidi süspansiyonun uygulanması tek başına diatom uygulanması kadar etkili çıkmamıştır. *S. oryzae*'nin ergin konidi doz ile işlenmiş buğdayda ölüm oranı önemli ölçüde artmıştır. Benzer şekilde, konidi süspansiyon veya diatom olmadan, *T. confusum*'a karşı konidi doz kadar etkili olmamıştır. *R. dominica*'nın işlenmiş buğday üzerindeki döl üretimi diatomlu veya diatomsuz en yüksek süspansiyon dozu, diğer sıvı fungus dozajlarından önemli ölçüde daha düşük seyretmiştir.

Vassilakos vd. (2006), depolanmış ürün zararlılardan *Sitophilus oryzae* ve *R. dominica*'nın erginlerine karşı *Beauveria bassiana*'nın insektisidal etkisini değerlendirmek için diatom toprağı ile uygulamalar gerçekleştirmişlerdir. *B. bassiana*'nın etkisini değerlendirmek için ise 2500, 5000, ve 10,000 ppm konsantrasyonda diatom toprağı (Naturalis®) kullanılmıştır. Aynı zamanda buğdayda diatom toprağı (SilicoSec® (Biofa, Almanya)) ile 0.2 ve 0.5 g/kg dozunda hem tek başına hem de her bir fungus oranı ile kombinasyonlarının etkisine bakılmıştır. Çalışmalarda 1, 2, 7 ve 14. gün sonunda ergin ölü birey sayımları yapılmıştır. Denemeler 22, 26 ve 30°C sıcaklıkta ile %55 nispi nem seviyesinde yürütülmüş olup, genel olarak sıcaklık artışı *R. dominica* ve *S. oryzae*'de ölüm etkisini arttırmıştır, ancak *B. bassiana* her iki tür uygulaması için 26°C'de 30°C'den daha etkili olmuştur.

DE ve fungusun eş zamanlı kullanımları bu negatif etkiyi azaltmıştır. *R. dominica* ve *S. oryzae*'ini ikisininde eşit olarak SilicoSec®'e karşı duyarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Islam vd. (2010), iki ticari diatom toprağı (DE) olan Silicosec®, Protect-It® ile monoterpenoidlerden, eugenol ve cinnamaldehyde'in *C. maculatus* ve *S. oryzae* üzerindeki insektisidal etkisini araştırmışlardır. Yapılan denemelere göre 1000 ppm konsantrasyonda Silicosec®'e 72 saat maruz kalan *C. maculatus* erginlerinin yaklaşık %90 oranında öldüğünü, Protect-It®'e aynı konsantrasyon ve sürede maruz kalanların ise yaklaşık %78 oranında öldüğünü kaydetmişlerdir. Genel olarak *C. maculatus*, DE ve karışım uygulamalarında *S.oryzae*'e göre 5 kat daha hassas olduğu görülmüştür. DE, monoterpenoidlerle karıştırılarak uygulandığında ise ölüm oranlarını arttırdığı görülmüştür. Protect-It® + cinnamaldehyde (LD50 = 20.84 ppm) karışımını daha etkili bulan araştırmacılar diğer monoterpenoid ve DE karışımlarının daha az etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak DE'nin etkisinin monoterpenoidlerle karıştırılarak daha etkili olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Rojht vd. (2010), laboratuvar koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmada; Sırbistan, Slovenya ve Yunanistan menşeli farklı diatom topraklarının (DE) *S. oryzae* üzerinde etkinliklerini denemişler ve karşılaştırma amaçlı olarakta Almanya menşeyli SilicoSec markalı ürünü 20°C, 25°C ve 30°C sıcaklık ve %55 ile 75 nemi koşullarında, 100, 300, 500 ve 900 ppm konsantrasyonlarında denemeler yürütülmüş. Elde edilen veriler farklı coğrafi bölgelere ait DE'lerin etkinliklerinin farklı olduğunu bunun nedeninin madeni oluşturan DE'lerin farklılığından kaynaklandığının altını çizmişlerdir. Shams vd. (2011) ticari diatom toprağı (DE) olan Silicosec®'i buğday ve börülceyle karıştırarak 30°C sıcaklık ve %65 orantılı nem koşullarında *C. maculatus* ve *S. granarius* erginlerine üzerindeki öldürücü etkisini araştırmışlardır. *C. maculatus* için (300, 340, 387, 439 ve 500 mg/kg (ppm)), *S. granarius* için ise (250, 323, 426, 562 ve 750 mg/kg (ppm)) olmak üzere her bir zararlı için 5 farklı DE konsantrasyonu uygulamışlar. Ölü ergin sayımı 24, 36 ve 48 saat sonra yapılarak veriler kaydedilmiştir. *C. maculatus* için 24 saat sonra LC 50 ve LC 95 değerlerini sırasıyla 351.55 ve 673.80 mg/kg olarak kaydetmişler. Silicosec®'in 500 mg/kg doz konsantrasyonu uygulandıktan 24 sonra *C. maculatus* erginlerinin yaklaşık %80 oranında öldüğünü ve 48 saat sonra bu oranın %95'e ulaştığını kaydetmişlerdir. Silicosec®'in uygulama dozu ve maruz bırakılma süresi

arttıkça ölüm oranlarının da doğru orantılı olarak arttırdığını bulmuşlardır. Bunlara ek olarak *C. maculatus* erginlerinin, *S. granarius*' a kıyasla Silicosec®'e daha hassas olduğunu gözlemlemişlerdir.

Wakil vd. (2010), laboratuvar koşullarında *C. maculatus*'a karşı diatom topraklarını 25°C, 30°C' ve %50 ila %60 nem koşullarında 200, 400, 600 ve 800 ppm dozlarında denemişlerdir. Ergin ölüm oranı için 2, 3 ve 5. gün sayımları yapıp veriler kaydedilmiş, ve her sayımdan sonra ölü bireyler çıkartılmış ve F1 erginlerinin çıkışını kaydetmek için 25°C'de çalışmaya devam edilmiştir. Sonuç olarak Bruchidae'lere karşı denenen diatomun oldukça etkili olduğu ve en yüksek ölüm oranının 30°C'de 800 ppm'de %50 nispi nemde %100 olarak belirtmişlerdir.

Hosseinreza vd. (2011), ergin *C. maculatus*'a karşı İran formülasyonu olan ticari Diatom toprağı (Sayan®)'ın etkisini laboratuvar ortamında 30±1°C sıcaklık ve %60±5 orantılı nem koşullarında araştırmışlar. 6 tekerrürlü olarak 6 farklı doz (0, 30, 72, 173, 416 ve 1000 ppm)'da yürüttükleri gerçekleştirdikleri denemelerde, 3 günün sonunda 416 ppm konsantrasyonun *C. maculatus* üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Uygulamalardan 3 gün sonra LC 50 değerini yaklaşık olarak 58, 85 ppm olarak kaydedilmiştir. Diatom uygulaması yapılan tohumların, uygulama yapılmayan kontrol gruba kıyasla yeni nesil böcek oluşumunu engellemede etkili olduğunu ayrıca 1000 ppm konsantrasyon uygulandığında ise yeni nesil çıkışının %81 oranında baskılandığını kaydetmişlerdir.

Shams vd. (2011), ticari diatom toprağı (DE) olan Silicosec®'i buğday ve börülceyle karıştırarak 30°C sıcaklık ve %65 orantılı nem koşullarında *C. maculatus* ve *S. granarius* erginlerine üzerindeki öldürücü etkisini araştırmışlardır. *C. maculatus* için (300, 340, 387, 439 ve 500 mg/kg (ppm)), *S. granarius* için ise (250, 323, 426, 562 ve 750 mg/kg (ppm)) olmak üzere her bir zararlı için 5 farklı DE konsantrasyonu uygulamışlar. Ölü ergin sayımı 24, 36 ve 48 saat sonra yapılarak veriler kaydedilmiştir. *C. maculatus* için 24 saat sonra LC 50 ve LC 95 değerlerini sırasıyla 351.55 ve 673.80 mg/kg olarak kaydetmişler. Silicosec®'in 500 mg/kg doz konsantrasyonu uygulandıktan 24 sonra *C. maculatus* erginlerinin yaklaşık %80 oranında öldüğünü ve 48 saat sonra bu oranın %95'e ulaştığını kaydetmişlerdir. Silicosec®'in uygulama dozu ve maruz bırakılma süresi arttıkça ölüm oranlarının da doğru orantılı olarak arttırdığını bulmuşlardır. Bunlara ek olarak *C. maculatus*

erginlerinin, *S.granarius*'a kıyasla Silicosec®'e daha hassas olduğunu gözlemlemişlerdir.

Sadeghi vd. (2012), ticari adı Sayan® olan diatom toprağını; kepek, talaş, kil gibi maddeler ile karıştırarak *C. maculatus* ve 5 farklı depolanmış ürün zararlısı üzerine etkisini çalışmışlardır. Yapılan çalışmanın deneyleri; 27±2°C sıcaklık ve %65±5 orantılı nem koşullarında laboratuvar ortamında 4'er tekerürlü olarak kurulmuştur. *C. maculatus* ergin ölüm oranlarını 24, 48 ve 72 saat sonra kaydedilmiş olup, 60 mg doz Sayan diatom toprağının tek başına uygulandıktan 72 saat sonra, *C. maculatus* erginlerinin %48'ini öldürdüğünü bulmuşlardır. Kepek, talaş ve kile nazaran DE'nin *C. maculatus* erginlerini öldürmede daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Badii vd. (2013), Diatomenerde, Probe-A, Fossil -Shield ve Damol-DI isimli 4 ticari Diatom formülasyonlarının Börülce tohum böceği, *C. maculatus* üzerine insektisidal etkilerini araştırmışlardır. Diatom toprakları 4 farklı dozda (0.5, 1, 1.5, ve 2 g/kg) ve 25°C sıcaklık ile %50-80 orantılı nem koşullarında *C. maculatus* ergin bireylerinin bulunduğu petri kabına uygulamışlardır. 1, 2, 7 ve 14 gün sonraki ergin ölüm oranları, ovipozisyon, böceklerin yeni nesil çıkışları ve tohumda ağırlık kaybı ile canlılık üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Probe -A diatom toprağı, 1 ve 2 g/kg dozlarda 7. günde ilgili böcekte %100 ölüm oranına neden olan tek diatom toprağı olarak kaydedilmiştir. Fossil-Shield ve Damol-DI diatom topraklarının ise 2 g/kg dozda 7. günde %80-81 ölüm gösterdiği bulunmuştur. Diatomenerde'nin ise aynı dozda 7. günde %54 ölüm göstererek diğerlerine kıyasla az etkili olduğunu belirlemişlerdir. 1.5 g/kg doz uygulanan Probe-A diatom toprağının yeni nesil çıkışı (F1) ortalama 0.7 adet, Damol-DI diatom toprağında ise ortalama 1.7 olarak tespit etmişler ve yaklaşık %90 oranında F-1 çıkışını baskı altına aldığını bildirmişlerdir. Sonuçlara göre; Probe-A ya da Damol-DI isimli ticari diatom preparatlarının 1.5 ya da 2 g/kg dozlarda %50 orantılı nem koşullarında *C. maculatus*'un yol açtığı zararları engellemek için önemli bir alternatif olabileceğini belirtmişlerdir.

Doğanay (2013), iki farklı Türk diatom toprağının (DE) (Turco 1 ve Turco 2) ile ticari DE olan Insecto'nun 0, 125, 250, 500, 750 ve 1000 ppm (g/kg) konsantrasyonlarını mısır, buğday ve çeltikle karıştırıp Buğday biti (*S. granarius*) ve Ekin kambur biti (*R. dominica*)'ne karşı insektisidal etkisini araştırmışlardır. Diatom uygulamasından 7 ve 14 gün sonra *S. granarius* ve *R. dominica*'nın ergin ölüm

oranları ve yeni nesil sayıları (F1) kaydedilmiştir. Buğday ve çeltik üzerinde yürütülen biyolojik testlerde Turco 1 ile Insecto'nun *S. granarius* erginlerine karşı etkinliği istatistiki olarak benzer olduğu görülürken, Turco 2'nin etkinliği diğer iki diatom çeşidinden önemli seviyede daha düşük gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma özellikle buğday ve çeltikte Turco 1 isimli Türk DE'nin Buğday biti (*S. granarius*) ve Ekin kambur biti (*R. dominica*)'nın mücadelesinde kullanılabilecek potansiyeline sahip olabileceği göstermiştir.

Ertürk (2014), Un biti (*T. castaneum*), Ekin kambur biti (*R. dominica*) ve Pirinç biti (*S. oryzae*) depo zararlıları ile mücadelede üç farklı diatom toprağı (DE) formülasyonunun ergin ve yeni nesil (F1) erginlerine karşı çeltikteki koruyucu etkinliği farklı sıcaklık ve orantılı nem koşullarında denemiştir. Uygulama dozunun artışı, maruz kalma süresi ve yüksek sıcaklık ile 3 zararlıda yüksek ölüm oranları belirlenmiştir. Kısacası üç DE formülasyonunun depolanmış çeltikte zararlı böceklerle karşı mücadelede kullanılabileceğini gözlemiştir.

Er ve Şahin (2014), laboratuvar ortamında *S. oryzae*'ye karşı mikrobiyal mücadele etmeni *B. bassiana*'nın potansiyel etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada Türkiye'deki toprak numunelerinden izole edilen 32 *B. bassiana* izolatu kullanılmıştır. Tek doz denemelerinde fungus izolatının konidileri 1000 ppm konsantrasyonunda uygulanmıştır. Denemeler karanlık laboratuvar koşullarında 26±2°C sıcaklık ile %65±5 nemde 4 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş. Bu çalışmada ayrıca, fungus uygulanan *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranları üzerinde nispi nem (%65, 75, 100), spor konsantrasyonları (250, 500, 1000, 1500 ppm) ve inkübasyon zamanının (3-15 gün) etkisine bakılmıştır. Tek doz denemeleri sonucuna bakıldığında ölüm oranı en yüksek %78.2 olarak kaydedilmiştir. Artan inkübasyon süresi, spor konsantrasyonu ve nispi neme bağlı olarak ölüm oranının da doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir. *S. oryzae* erginlerinin ölüm oranı, %65 nemde ve 1500 ppm spor uygulamasında %97.7 olurken, %100 nemde 1000 ppm spor uygulamasında ise %91.6 olarak olmuştur. Sonuç olarak; buğday üzerinde uygun *B. bassiana* izolatu ve konsantrasyonu uygulandığında *B. bassiana*'nın *S. oryzae* popülasyonlarını baskı altına almada önemli potansiyele sahip olabileceği gözlemlenmiştir.

Er vd. (2015), Türkiye'nin değişik illerinden toplanan buğday örnekleri üzerindeki böceklerden izole edilen *Beauveria* sp. izolatlarının 50, 100, 500, 1000,

5000 ppm konsantrasyonlarda *R. dominica* ve *O. surinamensis*'e karşı insektisidal etkinliğini araştırmışlar. Denemeler laboratuvar koşullarında ve tamamen karanlıkta ortamda $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ile $\%65\pm 5$ nemde yürütülmüştür. Çalışma sonunda kullanılan *Beauveria* sp. izolatlarının içerisinde yüksek etkinliğe sahip izolatların LC 90 değerinin 1000 ppm'e yakın konsantrasyonlarda olduğu gözlemlenmiştir. Test edilen *Beauveria* sp. izolatlarının içerisinde 3 izolatın farklı ortam koşulları altında ($15-30^{\circ}\text{C}$ ve $\%40-75$ nem) *R. dominica* ve *O. surinamensis*'in erginlerine etkili oldukları tespit edilmiştir.

Alagöz (2016), yaptığı çalışmada Türkiye'nin farklı bölgelerinden 4 Türk diatom toprağı (AGN-1, ACN-1, FB2N-1 ve CCN-1) ile ticari diatom toprağı olan (Silicosec®)'nin $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%55$ nemde karanlık ortamda 4 farklı dozda (100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm) laboratuvar koşullarında çeltik ve pirinç üzerinde, Pirinç biti (*S. oryzae*) ile Kırmı biti (*T. confusum*)'ne karşı insektisidal etkinliğini araştırmıştır. Böceklerin ölüm oranları 7, 14 ve 21 gün sonraki sayımları ile belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre *S. oryzae* ve *T. confusum* ve 65 gün sonra yeni nesil (F1) ergin çıkışları belirlenmiştir. Deneme sonuçlarına bakıldığında AGN-1, ACN-1 ve CCN-1 isimli Türk diatom toprakları ticari olan Silicosec® preparatına göre yüksek insektisidal etkinlik göstermiş olup, bu diatomların çeltik üzerinde *S. oryzae* ve *T. confusum*'un mücadelede kullanılabilme potansiyeli olduğu belirtmiştir.

Şen (2016), depolanmış ürün zararlısı olan; Pirinç biti (*S. oryzae*), Kırmı Un biti (*T. confusum*) ve Ekin Kambur biti (*R. dominica*)'ne karşı AGN-1 ve ACN-1 Kodlu iki farklı yerel diatom toprağının (DE) buğday üzerinde üç farklı sıcaklık (20 , 25 ve 30°C) ve iki farklı nispi nem ($\%55$ ila 75) ortamında, DE'lerin 0, 100, 300, 500, 900 ve 1500 ppm (mg/kg) konsantrasyonlarında biyolojik çalışmalar yürütmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre; mevcut sıcaklığın ve ortam neminin test edilen AGN-1 ve ACN-1 yerel DE'nin depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliği üzerine önemli etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Doğanay vd. (2017), DeTurco-1 isimli yerel diatom toprağı (DE) ile ticari diatom toprağı Silicosec®'in depolanmış nohutta zararlı olan *C. maculatus*'a karşı etkisi laboratuvar koşullarında çalışmışlardır. DeTurco-1 ve Silicosec®'in 5 farklı konsantrasyonu (0, 250, 500, 700 ve 1000 ppm) kullanılarak yapılan çalışmada 24 saat, 3 ve 5. gün sonunda ergin ölüm oranlarını kaydetmişler. Son sayımlar sonucunda F-1 çıkışını gözlemek için muhafaza edilen denemelerde 45 gün sonra

F1 bireylerinin sayımını yapmışlardır. Sonuçlara bakıldığında; 24 saat sonucunda DeTurco-1'in 1000 ppm konsantrasyonda %75 ölüm oranı gösterdiğini kaydetmişlerdir. Silicosec®'in ise aynı doz ve sürede %68 ölüm oranı gösterdiğini belirtmişlerdir. Sayımların 3. ve 5. günlerinde ise her iki DE'nin genel olarak benzer sonuçlar gösterdiği kaydedilmiş. 3. gün sonunda 1000 ppm konsantrasyonda DeTurco-1 ve Silicosec®'in yaklaşık olarak %98 ölüm oranı gösterdiği belirlenmiş olup 5. gün sonunda ise %100 ölüm oranına ulaştığını kaydetmişlerdir. Yeni nesil çıkışları (F1) tamamen kontrol altına alınamasa da doz arttıkça çıkış yapan F1 yavru sayısının azaldığını kaydetmişler. 1000 ppm konsantrasyon DE uygulamalarında F1 çıkış sayısı Silicosec® için 40, DeTurco-1 için 25 civarında olduğu kaydedilmiş olup, kontrol gruplarında bu sayıyı 350 civarında bulmuşlardır. Sonuç olarak DeTurco-1 yerel DE'nin baklagil zararlısı *C. maculatus* ile mücadelede etkili olacağı kanaatine varmışlardır.

Gültekin (2017), Türkiye'nin çeşitli illerinden toplanmış olan 7 farklı yerel diatom toprağı (DE); BGN-1, BHN-1, AG2N-1, AC2N-1, CB2N-1, CCN-1, FB2N-1 ile ticari DE preparatları Silicosec® (Biofa AG-Almanya) ve Desect® (Ep Naturals-Amerika) 100, 300, 500, 1000 ve 1500 ppm konsantrasyonlarda $25\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%55\pm5$ nispi nemde nohut üzerinde test edilerek, depolanmış nohutun önemli zararlısı *C. maculatus* erginlerine karşı etkinliğini araştırmıştır. DE uygulamasından 1, 3, 5 ve 7 gün sonra *C. maculatus* erginlerin ölüm oranlarını ve 42 gün sonunda, yeni nesil (F1) ergin sayılarını tespit etmiştir. Sonuçlar göre; özellikle ilk 3 günde yüksek etki gösteren CCN-1, AG2N-1 ve BHN-1 Türk DE'lerin Silicosec® ve Desect® ticari preparatları ile kıyaslandığında daha yüksek insektisidal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiş ve depolanmış nohut zararlısı *C. maculatus*'un mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli olduğu belirtilmiştir.

Gül (2018), Türkiye'nin farklı bölgelerinden elde edilmiş 9 farklı yerel diatom toprak karışımlarının 300, 600 ve 900 ppm konsantrasyonlarında insektisidal etkinlikleri depolanmış buğday üzerinde zararlı olan *T. confusum*, *S. oryzae* ve *R. dominica* erginlerine karşı denenmiştir. Genel olarak ikili diatom toprak karışımlarının tüm uygulama konsantrasyonları bir arada değerlendirildiğinde K9 ve K12 *S. oryzae* ve *T. confusum* erginlerine karşı, K1 ve K9 kodlu diatom toprak karışımları ise *R. dominica* erginlerine karşı en etkili diatom karışımı olduğu gözlemlenmiş. Diatom toprak karışımların uygulama konsantrasyonu ile böceklerin

ölüm oranları arasında doğru orantı olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; bu çalışmada K1 ve K9 kodlu yerel diatom toprak karışımlarının test edilen tüm böceklerin erginlerine karşı yüksek etkinlik gösterdiği ve dolayısıyla bu diatom topraklarının depolanmış tahıl zararlılarının kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Karaca vd. (2018), yaptıkları çalışmada, ticari preparat olan entomopatojen funguslardan (EPF) Biocatch, Nibortem (*Verticillium lecani*), BMAUM-M3-003 (*M. anisopliae*) ile okalıptus ve zencefil bitkilerinden elde edilen uçucu yağların ve bir bitkisel ekstrakt preparatı olan Nibedicine EC (Azadiractin)'in buğday zararlısı olan Buğday biti (*S. granarius*) erginlerine karşı etkinliğini araştırmışlardır. Buğday bitinin erginleri; 25±1°C sıcaklık, %60±5 nem oranlarında iklim odasında yetiştirilmiş olup, erginleri üzerine Biocatch, Nibortem (*V. lecani*) EPF'lerden 1x10⁹ cfu/mL, BMAUM-M3-003 (*M. anisopliae*) 1x10⁸ konidi/ml dozunda, Nibedicine EC (Azadiractin) 3000 ppm dozunda, uçucu yağlar ise %1 (1 l/100l) dozunda uygulanmıştır. BMAUM-M3-003 kodlu EPF'nin *S. granarius*'u zamana bağlı olarak en fazla etkileyen fungus olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda kullanılan preparatların gün sonunda etkilerine bakıldığında, zencefilin %89,47, diğerlerinin ise %100 ölüm oranına sahip olduğu bulunmuştur.

Al (2019), K14 ve K16 kodlu yerel diatom topraklarının (DE) beton, parke ve seramik yüzeyleri üzerinde Amerikan hamam böceği (*Periplaneta americana* (L.)) erginlerine karşı biyolojik etkinliklerini araştırmıştır. Üç farklı yüzey üzerinde *P. americana*'nın ergin bireylerine karşı 11 gün süreyle 2.5, 5, 10, 20, 40, 80 ve 100 g/m² dozlarda biyolojik testler yürütmüştür. Tüm uygulama yüzeyleri üzerinde *P. americana* erginlerinin ölüm oranlarına yerel diatomların dozu ve *P. americana* erginlerinin bu dozlara maruz kalma süresinin önemli derecede etki ettiğini bulmuştur. Bu DE'lerin erginlerin ölümünde önemli derecede etkiye sebep olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışma K14 ve K16 kodlu yerel DE'lerin zararlı durumunda olan *P. americana* mücadelesi için kullanabilme kapasitesinin olduğunu belirtmiştir.

Hassan vd. (2019), gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Trichoderma harzianum* (Rifai)'un tek başına ve diatomlu toprakla (DE) birlikte depolanmış fasulyenin en önemli zararlısı olan Fasülye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*) üzerindeki insektisidal etkisini araştırmışlar. *T. harzianum* fungusu, 0.0, 3.3 x 10⁶, 6.6 x 10⁶ ve

2.1×10^7 spor / kg fasulyeye tek tek ve 0, 200, 400 ve 800 ppm DE ile kombinasyonları şeklinde uygulamıştır. Denemelerde kullanılan *A. obtectus* erginleri, uygulamadan önce ve sonra $28 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ile $\%70 \pm 5$ nispi nem laboratuvar koşullarında tutulmuştur. Ölüm oranını belirlemek için 1, 2, 4 ve 7 gün sonra ergin sayımları yapılmıştır. Son gün sayımı sonucunda (7. gün) tüm böcekler uzaklaştırılarak herhangi bir F1 dölün ortaya çıkışını değerlendirmek için sonraki 60 gün boyunca aynı koşullarda ($28 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ile $\%70 \pm 5$ nispi nem) tutulmuştur. Sonuçlara bakıldığında; en yüksek ölüm oranına ($\%93.88$) 7 gün sonra 800 ppm DE ile 2.1×10^7 spor/kg *T. harzianum* kombinasyonunda görülmüş olup 60 günlük bekleme süresinden sonra ikinci neslin ortaya çıkmasını baskılamıştır. Bu sonuçlar DE'lerin depolanan fasülyelerde *A. obtectus*'a karşı *T. harzianum* ile birlikte başarıyla kullanılabileceği görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

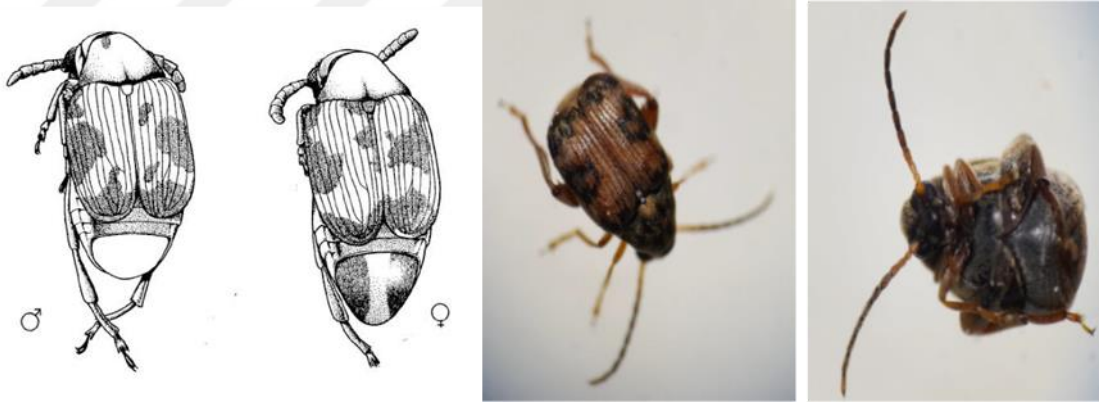
3.1.1. Çalışmalarda Kullanılan Böcek

3.1.2. Börülce Tohum Böceği (*Callosobruchus maculatus* F., Coleoptera: Bruchidae)'nin Taksonomideki Yeri

Tablo 3.1. *Callosobruchus maculatus*'un taksanomisi.

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Sınıf	Insecta
Takım	Coleoptera
Familya	Bruchidae
Cins	<i>Callosobruchus</i>
Tür	<i>Callosobruchus maculatus</i>

Bu tez çalışmasında börülce tohum böceğini *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae)'nin erginleri kullanılmıştır. Biyolojik denemelerde kullanılan *C. maculatus* kültürleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvarındaki stok kültürden alınarak çoğaltılmıştır.



Şekil 3.1. *Callosobruchus maculatus*'un erginleri.

3.1.3. Tez Çalışmasında Kullanılan Diatom Toprağı

Tez çalışmasında kullanılan Diatom toprağı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Sayın Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER'den temin edilmiştir. Diatom toprağının kodları, toplandığı yerler, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3.2'de verilmiştir. Biyolojik testlerde kullanılan diatom topraklarının üçlü karışımları ve bunlara ait kodlar Tablo 3.3'de verilmektedir.

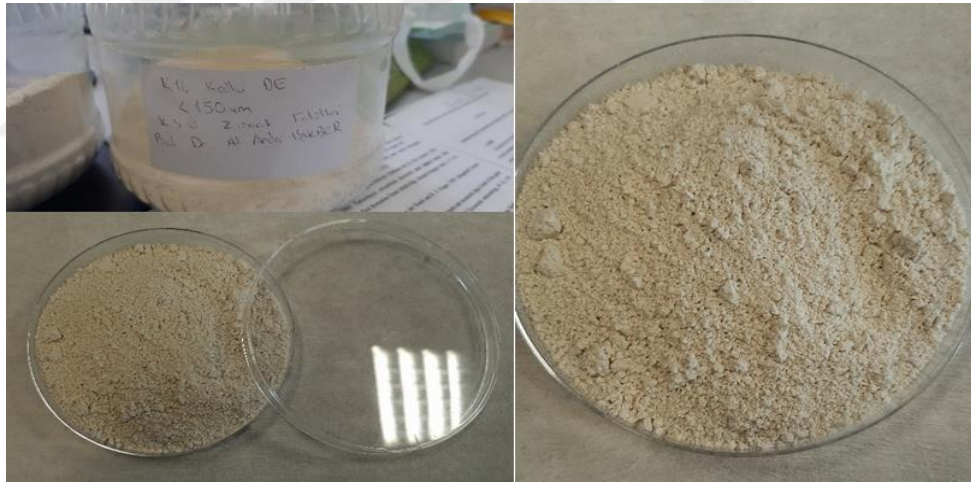
Tablo 3.2. Yerel diatom topraklarının kodları, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Yerel diatom toprağı kodu	Toplandığı Yer	SiO ₂ oranı (%)	Medyan Partikül Büyüklüğü (µm)	Renk
BGN-1	Kayseri-1	83.2	12.98	Sarımtırak-beyaz
BHN-1	Kayseri-2	91.4	20.06	Sarımtırak-beyaz
CCN-1	Çankırı-2	74.6	12.75	Sarımtırak-beyaz

Yerel diatom toprakların analizleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü ait Analiz Laboratuvarları tarafından yapılmıştır. Hacimsel kümülatif partikül büyüklüğü dağılımında toplam partikül hacminin %50'sine denk gelen medyan değeridir.

Tablo 3.3. Diatom toprağının üçlü karışımları ve bunlara ait kodlar.

Üçlü Karışımın Kodu	Yerel Diatom Toprağı (Karışımdaki Oranı (%))	Toplandığı Yer
K-16	BHN-1 (%40)	Kayseri-2
	BGN-1 (%20)	Kayseri-1
	CCN-1 (%40)	Çankırı-2



Şekil 3.2. K-16 kodlu diatom toprağı.

3.1.4. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* İzolatlarının Elde Edilmesi ve Yetiştirilmesi

Tez çalışmasında kullanılan entomopatojen funguslar (EPF) *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* izolatları *Xylosandrus germanus* erginlerinden izole edilmiştir. Bu izolatlar Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarındaki stok kültürlerden alınmıştır.

Tablo 3.4. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* izolatlarına ait özellikler.

İzolatlar	İzolat kodu	Konukçu	Elde edildiği yer
<i>Metarhizium anisopliae</i>	TR-55-019	<i>Xylosandrus germanus</i>	Samsun
<i>Trichoderma hamatum</i>	F4	<i>Xylosandrus germanus</i>	Samsun

Çalışmalarda standardizasyonu sağlamak için hem genel böcek kültürünü yetiştirirken hem de kurulan denemelerde tek nohut çeşidi kullanılmış (Koçbaşı), tane nemi nem ölçer cihazı ile ölçülmüş ve tane neminin %12-13 aralığına ayarlanmıştır. Her bir tekerrür için 50 gr nohut tartımında hassas terazi (Kern PLE) kullanılmıştır. Aynı zamanda hazırlanan kültürler ile tüm uygulamalar sıcaklık ve nem ayarı manuel olarak ayarlanabilen iklim kabini (Binder), bir günlük *C. maculatus* erginlerini kültürden ayırmak için elekler kullanılmış olup uygulamaların tüm tekerrürlerinde 210 ml kavanozlar kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan koçbaşı nohut çeşidi.



Şekil 3.4. Denemede kullanılan kavanoz, elek ve tüller.

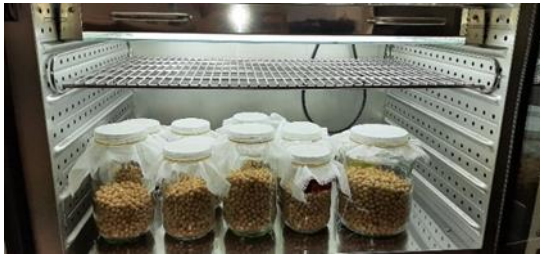


Şekil 3.5. Manuel olarak ayarlanabilen (sıcaklık, nem) ilim kabini ve hassas terazi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Börülce Tohum Böceği (*Callosobruchus maculatus* F., Coleoptera: Bruchidae)'nin Erginlerinin Yetiştirilmesi

Callosobruchus maculatus'un yeni çıkan ergin bireylerinin aynı gün içerisinde çiftleşip yumurta bıraktığı daha önce yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir. Böceklerin gelişip yumurta bırakmaları için kullanılan nohutlar farklı bir depolanmış ürün zararlısıyla bulaşık olma ihtimaline karşın bir hafta -18°C derece soğutmaya sahip olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarındaki buzdolabında muhafaza edilmiştir. Böceklerin yetiştirilmesi için yarım ya da bir litrelik steril cam kavanozlar kullanılmıştır. Kurulacak olan tezin denemelerinde bir gün yaşındaki ergin (♂&♀) kullanılacağı için ilk başta bir günlük yumurta kültürü hazırlanmıştır. Bir günlük yumurta temini için; önce Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarındaki stok kültürdeki erginler elenerek, içerisinde steril edilmiş nohut bulunan kavanozlara bırakılarak 1 gün 25°C+1 sıcaklık ve %70 nispi nem bulunan inkübatörde erginlerin yumurta bırakması için bekletilmiştir.

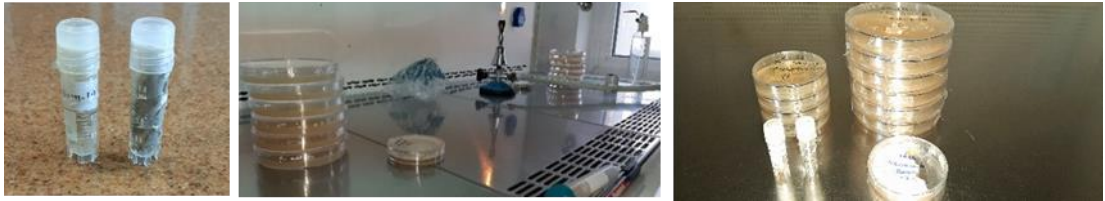


Şekil 3.6. *Callosobruchus maculatus*'un bir günlük yumurta kültürünün inkübatör ortamında yetiştirilmesi.

Bir gün (24 saat) sonra bu kültürlerden böcekler elenerek uzaklaştırılmıştır. Böylece kavanoz içinde tez çalışmasında kullanılmak üzere 1 günlük yumurta elde edilmiştir. Bu yumurtalardan çıkan 1 günlük *C. maculatus* erginleri tez çalışmasında kullanılmıştır.

3.2.2. Entomopatojen Fungus (*Metarhizium anisopliae*) ve *Trichoderma hamatum*'un Yetiştirilmesi

Entomopatojen fungus *M. anisopliae* ve *T. hamatum* izolatları; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarında -18°C'deki ependorf tüplerden alınmış. Aşılamadan bir hafta önce bitki koruma bölümü mikoloji laboratuvarında bulunan steril kabinde EPF'lerin canlılığını test etmek amacıyla ependorf içindeki yüzeyi spor ile kaplı kurutma kağıtlarından steril pens ve kürdan yardımıyla küçük parçalar alınıp içerisinde PDA (Potato Dextrose Agar) bulunan petrilere ekimi yapılmıştır. Petride 3-4 gün sonra gelişen yerden steril kürdan yardımıyla denemelerde kullanılmak üzere yeni petrilere aşılanarak karanlık ortamda, 25±1°C sıcaklıkta sporlarının gelişmesi için 7 gün bekletilmiştir. Entomopatojen funguslar PDA ortamına ekim ve yetiştirilmesi daha önce denemede kullanılmak üzere hazırlanmış olan bir günlük yumurta çıkış tarihine göre ayarlanmıştır.



Şekil 3.7. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* izolatlarının steril kabinde yetiştirilmesi.

Bir hafta sonra gelişmiş olan funguslar çalışmada kullanılmak üzere sıvı süspansiyon ve kuru toz olarak iki farklı yöntemle çalışmada kullanılmıştır.

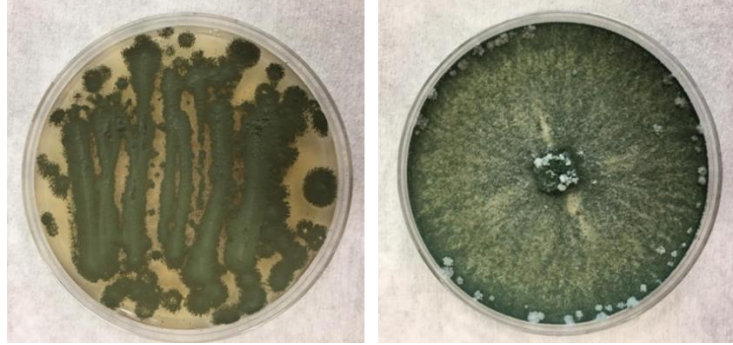
Sıvı süspansiyon yöntem; fungusun sporlarını kazımak için petrilere %0.02 Tween 20 içeren 10 ml steril saf su eklenmiş ve cam baget yardımıyla kazınarak sporların su içerisine geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra spor süspansiyonları iki katlı steril tülbent ile süzülerek misel yapıları uzaklaştırılmış ve 3 dk. vorteksenerek homojen hale getirilmiştir. Elde edilen spor süspansiyonları Neubauer

hemositometresi kullanılarak 1×10^8 , 1×10^6 ve 1×10^4 spor mL^{-1} konsantrasyona ayarlanmıştır.



Şekil 3.8. Süspansiyon hazırlanmak üzere bekletilen *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* izolatları.

Kuru toz yöntem; gelişmesi tamamlanmış fungus sporlarını kuru halde elde edebilmek için 8-10 gün boyunca inkübatörde bekletilmiştir. Daha sonra petrilerde kurumuş olan fungus sporlarını ince bir tabaka halinde kazıyarak ependorf tüplerinde kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.9. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum*'un petri içindeki gelişimi.

3.2.3. Biyolojik Etkinlik Testleri ve Deneme Yöntemleri

Yürütülen denemelerde izolatların ve diatom torağının ayrı ayrı uygulamalarında; *M. anisopliae* ve *T. hamatum* izolatlarının 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon dozları ile diatom toprağının (DE) 200, 400 ve 800 ppm (mgDE/kg ürün) dozları denenmiştir. Kombinasyonlu denemelerde ise; *M. anisopliae* ve *T. hamatum* izolatlarının sadece 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon dozları ile diatom topranın 200, 400 ve 800 ppm (mgDE/kg ürün) dozları denenmiştir.

3.2.4. Tek Başına Fungus Uygulanan Denemeler

Denemeler başlamadan 1 gün önce yaklaşık 200 tane 210 ml hacmindeki kavanozlar bulaşıklığı engellemek için kaynar su ve deterjanla temizlenmiş olup kurutma kâğıdı üzerinde kurumaya bırakılmıştır. Denemelerin kurulacağı gün ise cam kavanozlar %70'lik alkolle temizlenip kurutulduktan sonra kavanozlara hassas terazi yardımıyla 50 gr steril nohut tartılarak eklenmiştir.



Şekil 3.10. Denemeler için nohutların hazırlanması.

Kütür kavanozlarından elde edilen bir günlük yaşındaki *C. maculatus* erginleri içinde 50 gr nohut bulunan kavanozlar içine kullanılacak her bir doz için 4'er tekerrür olacak şekilde her tekerrürde 5 erkek (♂) ve 5 dişi (♀) olmak üzere toplam 10 tane bırakılmıştır.

Daha sonra EPF süspansiyonu şu şekilde hazırlanmıştır; içerisinde DPA 9 cm'lik Petri kaplarında yetiştirilmiş *M. anisopliae* ve *T. hamatum* sporlarını kazımak için petrilere %0.02 Tween 20 içeren 10 ml steril saf su eklenmiş ve lam yardımıyla kazınarak sporların su içerisine geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra spor süspansiyonları iki katlı steril tülbent ile süzülerek misel yapıları uzaklaştırılmış ve 3 dk. vorteksenerek homojen hale getirilmiştir.

Elde edilen spor süspansiyonları Neubauer hemositometresi kullanılarak 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyona ayarlanmıştır.

İzolatlardan 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonlu dozlarından 2 ml alınarak cam kavanozdaki *C. maculatus* erginleri üzerine püskürtülmüştür. Kontrol grubundaki *C. maculatus* erginlerine ise 2 ml steril saf su uygulanmıştır. Kontrollerde de aynı şekilde 4'er tekerrür olacak şekilde 5 erkek (♂) ve 5 dişi (♀) olmak üzere toplam 10 tane *C. maculatus* ergini kullanılmıştır. Denemeler 25°C sıcaklık, %70 nispi nem ve 16:8 aydınlık-karanlık koşullarında iklim kabininde 8 gün

boyunca inkübe edilmiş olup günlük kontrol ve sayımlar yapılarak ölü ile canlı *C. maculatus* erginlerinin verileri kaydedilmiştir.



Şekil 3.11. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum*'un süspansiyonlarının ergin *Callosobruchus maculatus* üzerine uygulaması.

Her sayımın sonunda ölü böcekler alt yüzeyine 2 kat kurutma kâğıdı yerleştirilmiş olan ve steril saf su ile nemlendirilmiş steril 9 cm'lik Petrilere alınarak 25°C sıcaklıkta ve %70 nemde mikozis oluşumunu gözlemlemek için muhafaza edilmiştir. Son gün sayımı sonunda kavanozlardan tüm erginler çıkarılıp bir sonraki generasyonun gelişip gelişemeyeceğini kontrol etmek için sonraki 60 gün boyunca 25°C sıcaklık ve % 70 nispi nem ortamında tutulmuştur. Bu süre sonunda zarar gören tane miktarı ve ağırlık kaybı ile yeni nesilde çıkan birey sayısı belirlenmiştir.

3.2.5. Tek Başına Diatom Toprağı Uygulanan Denemeler

Tek başına diatom toprağı denemesinde 200, 400 ve 800 ppm (mg DE/kg ürün) dozları kullanılmıştır. Her bir deneme için yeterli sayıda steril edilmiş 210 ml kavanozlara 50 gr nohuta karşılık gelecek diatom toprağı hassas terazide tartıldıktan sonra ilave edilmiştir. Diatom toprağı ve nohutun homojen bir şekilde karışması için cam şişeler 5 dakika boyunca kapakları kapatılarak elde çalkalanmıştır. Cam kavanozların içerisine 4'er tekerrür olacak şekilde 5 erkek (♂) ve 5 dişi (♀) olmak üzere 10 tane 1 günlük yaşındaki *C. maculatus* erginleri ilave edilmiştir. Ağızları lastik yardımıyla ince bir tülle kapatılmış olan kavanozlar yine aynı şekilde 25°C, %70 nispi nem ve 16: 8 aydınlık-karanlık koşullarında iklim kabininde 8 gün boyunca

inkübe edilmiş olup günlük kontrol ve sayımlar yapılarak ölü ile canlı *C. maculatus* erginlerinin verileri kaydedilmiştir.

Her sayımın sonunda ölü böcekler alt yüzeyine 2 kat kurutma kâğıdı yerleştirilmiş olan ve steril saf su ile nemlendirilmiş steril 9 cm Petri kaplarına alıp 25°C sıcaklıkta ve %70 nemde mikozis oluşumunu gözlemlemek için muhafaza edilmiştir. Son gün sayımı sonunda cam kavanozdaki tüm erginler çıkarılıp herhangi bir yeni neslin ortaya çıkışını değerlendirmek için sonraki 60 gün boyunca 25°C, %70 nispi nem ortamında tutulmuştur. Bu süre sonunda tane zararı, ağırlık kaybı ve yeni nesil bireylerin çıkışı belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Diatom toprağı denemeleri.



Şekil 3.13. Diatom toprağının *Callosobruchus maculatus* üzerine uygulanmasından sonra inkübatör içerisindeki izlenmesi.

3.2.6. Diatom Toprağı ile Fungus İzolatlarının Kombinasyon Denemeleri

Tezin ikinci aşamasındaki kombinasyon (diatom toprağı X fungus) denemelerinde 200, 400 ve 800 ppm dozundaki diatom toprağı ile *M. anisopliae* ve

T. hamatum'un sadece 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon dozları denenmiştir. Denemelerde 210 ml'lik steril cam kavanozlara 50 gr nohut hassas terazi ile tartılarak konulmuştur. Daha sonra 50 gr nohut'a 200, 400 ve 800 ppm'e karşılık gelen miktarda diatom toprağı ve yine aynı şekilde yapılan hesaplamalar sonucunda kuru halde petrilerden elde edilmiş 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon dozlarında *M. asnispliae* ve *T. hamatum* fungus izolatu eklenmiştir.



Şekil 3.14. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* 'un kombinasyon denemeleri için petriden kazıma aşaması.

Diatom toprağı, fungus ve nohut'un homojen bir şekilde karışması için cam kavanozlar 5 dakika boyunca kapakları kapatılarak elde çalkalanmıştır. Hazırlanan cam kavanozların içerisine 4'er tekrerrör olacak şekilde 5 erkek (♂) ve dişi (♀) olmak üzere 10 tane 1 günlük yaşındaki *C. maculatus* erginleri ilave edilmiştir.

Ağızları lastik yardımıyla ince bir tülle kapatılmış olan denemeler kontrolleriyle beraber 8 gün boyunca sayımları yapılmak üzere 25°C , %70 nispi nem ve 16:8 aydınlık-karanlık koşullarında iklim kabininde 8 gün boyunca inkübe edilmiş olup günlük kontrol ve sayımlar yapılarak ölü ile canlı *C. maculatus* erginlerinin verileri kaydedilmiştir. Sayımların son gününe kadar ölü erginler mikozis oluşumunu gözlemlemek için alt yüzeyine saf su ile nemlendirilmiş kurutma kâğıdı bulunan petrilerde muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.15. Diatom toprağı, *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* kombinasyon denemelerinin izlenmesi.

3.3. Verilerin Analizi

Ölüm oranları, ölü böceklerin başlangıçtaki böcek sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır. İzolatlar ve dozlar birbirleri ile iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ($P < 0.05$) ve ardından TUKEY'in çoklu aralık testi kullanılarak ortalamaların karşılaştırılması ile incelenmiştir (SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

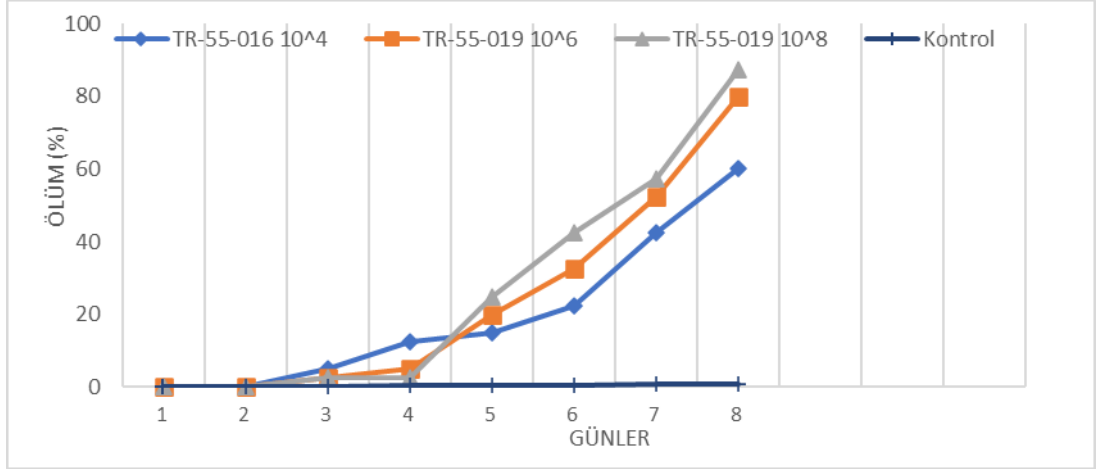
4.1.1. *Callosobruchus maculatus* ile İlgili Yapılan Biyolojik Etkinlik Testleri

4.1.1.1. Entomopatojen Fungus İzolatlarının Etkinliği

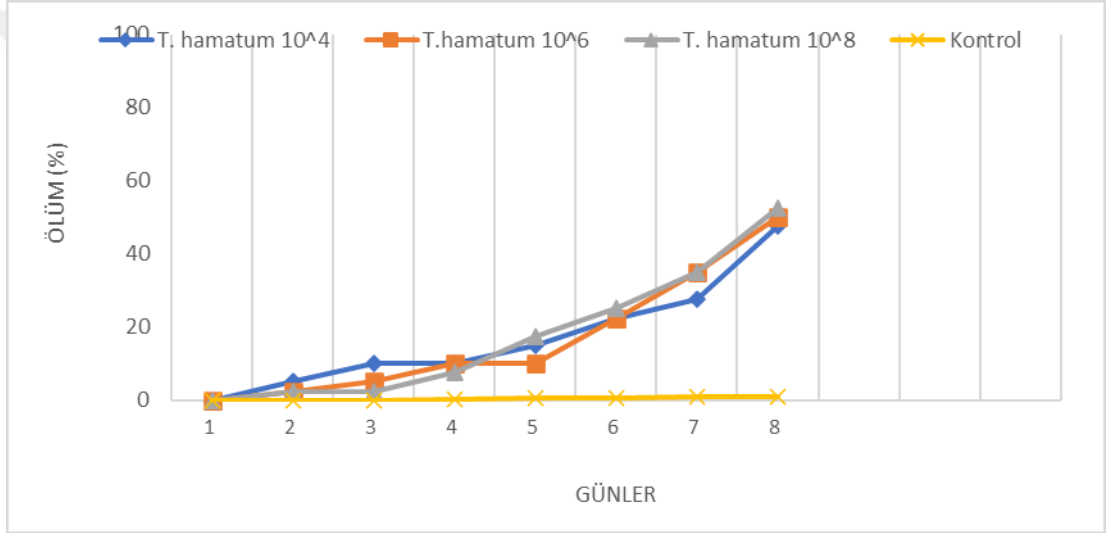
Tez çalışmamızda kullandığımız entomopatojen fungusların ayrı ayrı uygulamalarında *M. anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* izolatlarının 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonlarına 25°C sıcaklık, %70 nemde maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin 8 gün boyunca günlük yüzde ölüm oranları belirlenmek üzere sayımlar yapılmış olup sonuçlar Tablo 4.1’de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda ölüm oranları %47.5 ile %87.5 arasında değişkenlik göstererek etki bakımından oldukça geniş varyasyonlar olduğu anlaşılmaktadır. *C. maculatus* erginlerine uygulanan TR-55-019 izolatında en düşük ölüm %60 ile 1×10^4 spor mL^{-1} konsantrasyonunda olurken en yüksek ölüm ise %87.5 ile 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda elde edilmiştir. *C. maculatus* erginlerine uygulanan *T. hamatum* izolatında ise; en düşük ölüm %47.5 ile 1×10^4 spor mL^{-1} konsantrasyonunda gözlemlenirken en yüksek ölüm ise %52.5 ile 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda elde edilmiştir. Genel olarak bakıldığında ise TR-55-019 izolatı ve *T. hamatum* 8. günün sonunda en yüksek yüzde ölüm %87.5 ile TR-55-019 1×10^8 spor mL^{-1} spor konsantrasyonunda görülürken en düşük yüzde ölüm ise %47.5 oranında *T. hamatum* 1×10^4 spor mL^{-1} konsantrasyonunda gözlemlenmiş olup *M. anisopliae*’nin TR-55-019 izolatı *T. hamatum*’dan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.1. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum* uygulaması sonucu *Callosobruchus maculatus* erginlerinin ölüm oranları (%).

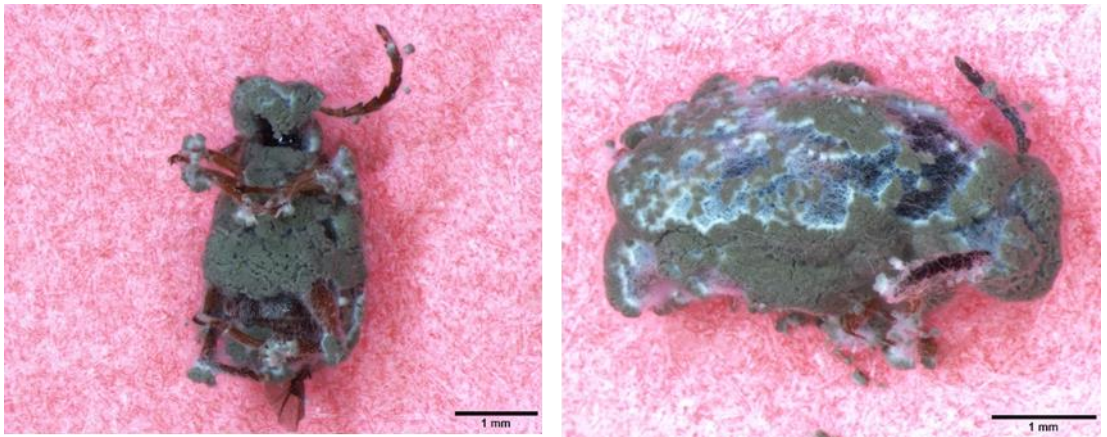
Uygulamalar	Günlere Göre % Ölüm							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>M. anisopliae</i> 1×10^4	0	0	5.0	12.5	15	22.5	42.5	60.0
<i>M. anisopliae</i> 1×10^6	0	0	2.5	5.0	20	32.5	52.5	80.0
<i>M. anisopliae</i> 1×10^8	0	0	2.5	2.5	25	42.5	57.5	87.5
<i>T. hamatum</i> 1×10^4	0	5.0	10	10	15	22.5	27.5	47.5
<i>T. hamatum</i> 1×10^6	0	2.5	5.0	10	10	22.5	35	50.0
<i>T. hamatum</i> 1×10^8	0	2.5	2.5	7.5	17.5	25	35	52.5
Kontrol	0	0	0	0.33	0.66	0.66	1.0	1.0



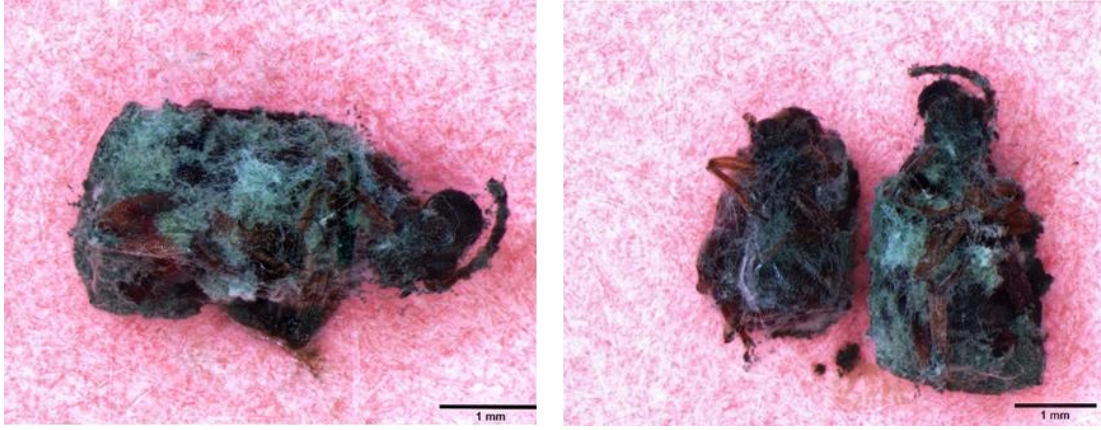
Şekil 4.1 *Metarhizium anisopliae* uygulanmış *Callosobruchus maculatus* erginlerinin günlük ölüm oranları (%).



Şekil 4.2 *Trichoderma hamatum* uygulanmış *Callosobruchus maculatus* erginlerinin günlük ölüm oranları (%).



Şekil 4.3. *Metarhizium anisopliae* 'nin *Callosobruchus maculatus* üzerinde gelişimi.



Şekil 4.4. *Trichoderma hamatum*'un *Callosobruchus maculatus* üzerinde gelişimi.

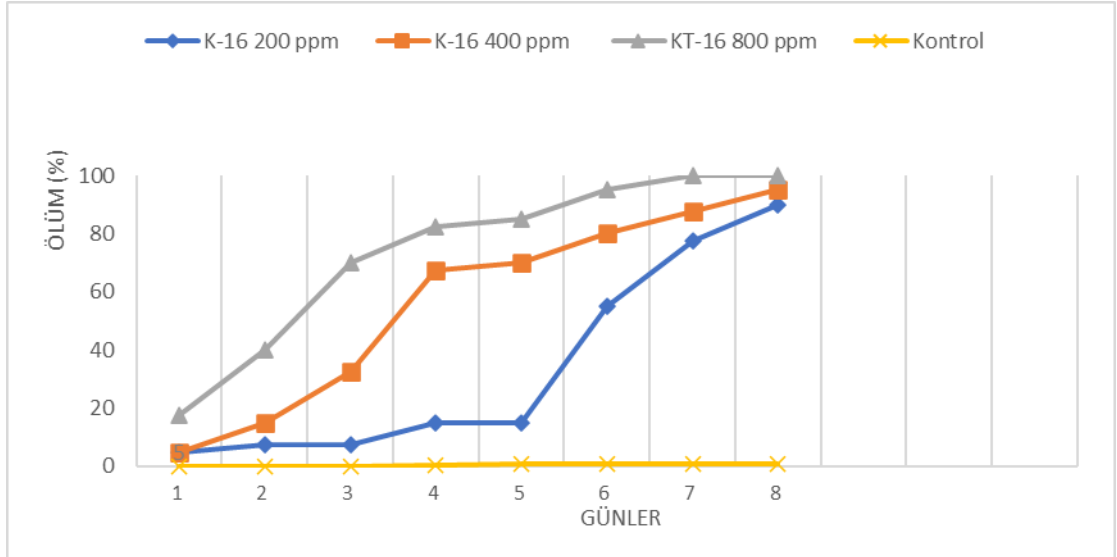
4.1.1.2. Tek Başına Yerel Diatom Toprağının Uygulamaları

Tek başına denenen diatom toprağının 200, 400, ve 800 ppm dozuna (25°C sıcaklık, %70 nem) maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin 8 gün boyunca günlük yüzde ölüm oranları belirlenmek üzere sayımlar yapılmış olup sonuçlar Tablo 4.2'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda belirlenen dozların *C. maculatus*'un ergin bireylerinin ölüm oranlarında önemli derecede etkili olduğu görülmüştür. Denemelerden elde edilen 8. gün sayım verilerine bakıldığında 200 ppm'de %90, 400 ppm'de %95 ve 800 ppm'de ise %100 ölüm kaydedilmiştir.

Sonuç olarak diatom toprağının uygulama dozu arttıkça *C. maculatus* erginlerinin ölüm yüzdelerinin de doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür.

Tablo 4.2. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozlarının *Callosobruchus maculatus* erginlerinde neden olduğu ölüm oranları (%).

Uygulamalar	Günlere Göre % Ölüm							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Diatom 200 ppm	5.0	7.5	7.5	15	15	55	77.5	90
Diatom 400 ppm	5.0	15	32.5	67.5	70	80	87.5	95
Diatom 800 ppm	17.5	40	70	82.5	85	95	100	100
Kontrol	0	0	0	0.33	0.66	0.66	1.0	1.0



Şekil 4.5. Farklı dozlarda diatom toprağı uygulanmış *Callosobruchus maculatus* erginlerinin günlük ölüm oranları (%).



Şekil 4.6. Diatom ile muamele edilmiş ölü *Callosobruchus maculatus* erginleri.

4.1.1.3. Farklı Dozlardaki Diatom Toprağı ile 1×10^8 Spor mL^{-1} Konsantrasyonlardaki Fungus İzolatlarının Birlikte Uygulanması

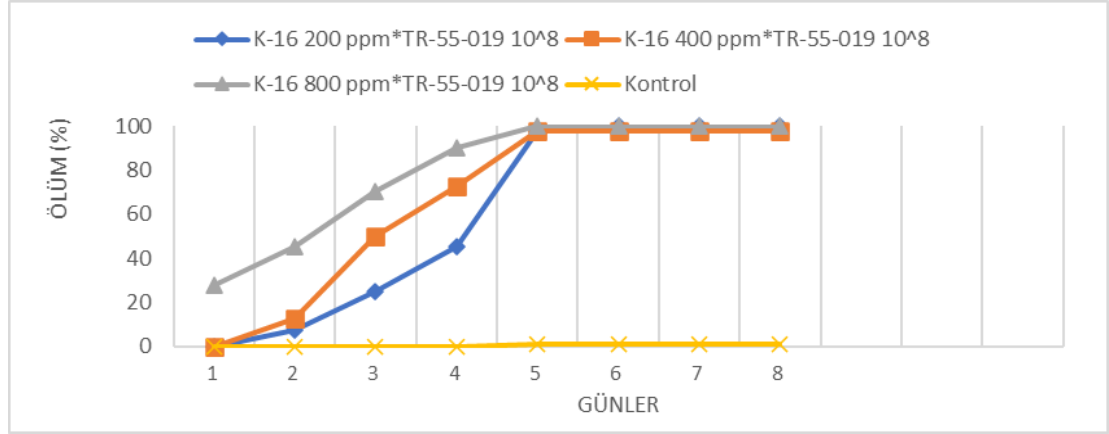
İzolatların ve diatom toprağının ayrı ayrı uygulanmasından sonra, *M. anisopliae*, *T. hamatum* ve diatom toprağının bir arada sinerjik etkilerinin olup olmadığını gözlemlemek için toz halde elde edilen entomopatojen funguslar *M. anisopliae* ile *T. hamatum*' un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu ile diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozlarının kombinasyonlarına maruz bırakılan 1 gün yaşındaki *C. maculatus* erginleri önceki uygulamalarda olduğu gibi 8 gün boyunca izlenmiş ve kaydedilen ölüm oranları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Sayımların son günündeki veriler değerlendirildiğinde diatom toprağının 400 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon dozunun kombinasyonlarında ölüm %97.5 iken, diatom toprağının 200 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon dozu ve diatom toprağının 800 ppm

dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon kombinasyonlarının ikisinde de %100 ölüm elde edilmiştir.

Tablo 4.3. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile *Metarhizium anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunun *Callosobruchus maculatus* erginlerinde neden olduğu ölüm oranları (%).

Uygulamalar	Günlere Göre % Ölüm							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Diatom 200 ppm+ <i>M. anisopliae</i> 10^8	0	7.5	25	45	97.5	100	100	100
Diatom 400 ppm+ <i>M. anisopliae</i> 10^8	0	12.5	50	72.5	97.5	97.5	97.5	97.5
Diatom 800 ppm+ <i>M. anisopliae</i> 10^8	27.5	45	70	90	100	100	100	100
Kontrol	0	0	0	0	1.0	1.0	1.0	1.0

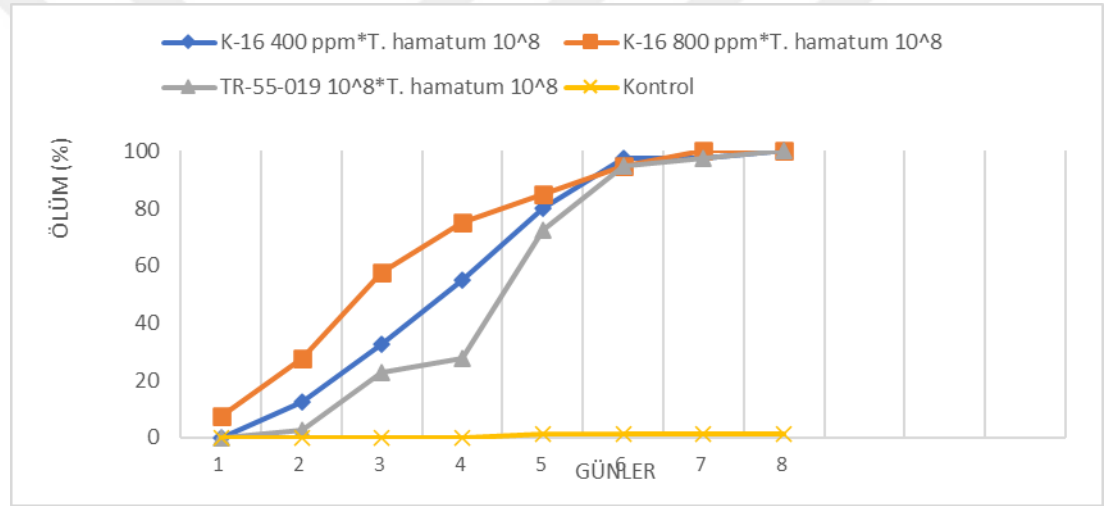


Şekil 4.7. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile *Metarhizium anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda *Callosobruchus maculatus*'un ergin ölüm oranları (%).

Sayımların son günündeki veriler değerlendirildiğinde diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ve *T. hamatum* 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyon kombinasyonlarındaki ölüm oranı %100 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.4. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile *Trichoderma hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} kombinasyonunun günlere göre *Callosobruchus maculatus* erginlerinde sebep olduğu ölüm oranları (%).

Uygulamalar	Günlere Göre % Ölüm							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Diatom 200 ppm+ <i>T. hamatum</i> 10^8	0	10	27.5	37.5	67.5	82.5	92.5	100
Diatom 400 ppm+ <i>T. hamatum</i> 10^8	0	12.5	32.5	55	80	97.5	97.5	100
Diatom 800 ppm+ <i>T. hamatum</i> 10^8	7.5	27.5	57.5	75	85	95	100	100
Kontrol	0	0	0	0	1.0	1.0	1.0	1.0

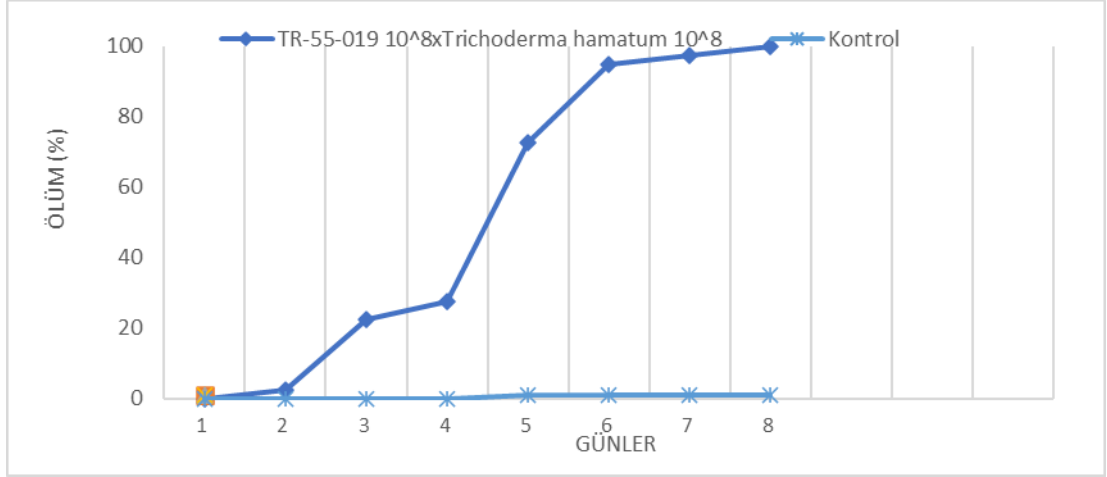


Şekil 4.8. Diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ile *Trichoderma hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda *Callosobruchus maculatus*'un ergin ölüm oranları (%).

Entomopatojen fungus *M. anisoplia* ve *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonları birlikte uygulandığında ise günlere bağlı olarak ölümler artmış olup 8. günde %100'e ulaşmıştır.

Tablo 4.5 *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} dozundaki kombinasyonlarının günlere göre *Callosobruchus maculatus* erginlerinde sebep olduğu ölüm oranları (%).

Uygulamalar	Günlere Göre % Ölüm							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>M. anisopliae</i> 10^8 + <i>T. hamatum</i> 10^8	0	2.5	22.5	27.5	72.5	95	97.5	100
Kontrol	0	0	0	0	1.0	1.0	1.0	1.0



Şekil 4.9. *Metarhizium anisopliae* ve *Trichoderma hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda birlikte uygulanması sonucu ergin ölüm oranları (%).

4.1.2. Uygulamalardan Sonra Yeni Nesilde (F-1) Çıkış Yapan Böcek Sayısı ve Nohutta Meydana Gelen Hasar Kaybının İstatiksel Verileri

4.1.2.1. Uygulamalardan Sonra Yeni Nesil Gelişimi

Ergin ölümlerini takiben denemelerde kullanılan nohutta zarardan dolayı meydana gelen ürün kaybı ve çıkış yapan F-1 dölü ergin dişi ile erkek sayısını tesbit etmek için denemeler 25°C , %70 nispi nem ve 16:8 aydınlık-karanlık ortamda devam ettirilmiştir. Genel olarak 20-25 gün sonra yeni nesil çıkışı olmuş olup çıkış yapan erginler dişi ve erkek olarak ayrı ayrı not edilmiştir.

Denemelerindeki uygulama ve kontroller karşılaştırıldığında bir istisna hariç genelde uygulamaların kontrollere göre F1 de çıkan birey sayısında azalmaya neden olduğu görülmektedir. Tek başına *M. anisopliae* uygulandığında F1 de çıkan birey sayısının kontrollere göre istatistiki olarak önemli oranda farklı olmadığı, diatomun uygulamasına bağlı olarak ise yeni nesilde ergin çıkışının kontrollere göre önemli oranda azaldığı görülmüştür. Diatom toprağının F-1 çıkışını baskılamakta en etkili olduğu görülmüştür. Aynı şekilde *T. hamatum* tek başına uygulandığında kontrole göre F1 dölünde de çıkan birey sayısının istatistiki olarak önemli oranda azaldığı belirlenmiştir.

Çoklu kombinasyon denemelerine ait uygulama ve kontroller karşılaştırıldığında; diatom toprağı ve *M. anisopliae* birlikte uygulandığında 200 ppm'lik diatom dozunda F-1 dölünde çıkan birey sayısındaki azalma istatistiki olarak önemli bulunurken, 400 ve 800 ppm dozlarında F-1'deki birey sayısında çıkış azalırken kontrol ile olan fark önemsiz bulunmuştur (Tablo 4.6).

T. hamatum ve diatom toprağı birlikte uygulandığında; 200 ve 800 ppm diatom toprağında F-1'deki birey sayısı kontrole göre istatistiki olarak önemli oranda azalırken, 400 ppm dozunda izah edilemeyecek bir şekilde kontrole göre istatistiki olarak arttığı gözlemlenmiştir. *T. hamatum* ve *M. anisopliae* birlikte uygulandığında ise ergin çıkış sayısında kontrole göre önemli azalma görölmele birlikte fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.



Tablo 4.6. Entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma hamatum* ve diatom toprağının yeni nesil (F-1) çıkışına etkisi (%).

Uygulama	Uygulama Dozu	Ortalama F1 Ergin Sayısı±sh*
Diatom	200 ppm	147.25 ± 13.77*GHI
	Kontrol	239.0 ± 18.27 K
	400 ppm	68.0 ± 22.04 ABCD
	Kontrol	227.75 ± 35.68 K
	800 ppm	65.0 ± 22.79 ABCD
	Kontrol	223.0 ± 22.56 K
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 ⁴	43.75 ± 9.94 A
	Kontrol	87.0 ± 17.2 ABCDEF
	1x10 ⁶	67. ± 5.87 ABCD
	Kontrol	58.75 ± 7.47 AB
	1x10 ⁸	40.5 ± 5.87 A
	Kontrol	87.0 ± 17.2 ABCDEF
<i>Trichoderma hamatum</i>	1x10 ⁴	111.25 ± 13.52 BCDEFG
	Kontrol	201.5 ± 38.26 JK
	1x10 ⁶	129.75 ± 22.23 EFGH
	Kontrol	201.5 ± 38.26 JK
	1x10 ⁸	112.25 ± 15.98 BCDEFG
	Kontrol	194.75 ± 17.64 IJK
Diatom + <i>Metarhizium anisopliae</i>	200 ppm + 1x10 ⁸	62.25 ± 3.42 ABC
	Kontrol	148.5 ± 3.8GHI
	400 ppm + 1x10 ⁸	125.75 ± 21.78 EFGH
	Kontrol	109.0 ± 2.48 BCDEFG
	800 ppm + 1x10 ⁸	65.0 ± 11.81 ABCD
	Kontrol	109.0 ± 2.48 BCDEFG
Diatom + <i>Trichoderma hamatum</i>	200 ppm + 1x10 ⁸	50.5 ± 14.93 A
	Kontrol	118.75 ± 13.46 DEFGH
	400 ppm + 1x10 ⁸	134.25 ± 8.32 FGH
	Kontrol	59.0 ± 8.4 AB
	800 ppm + 1x10 ⁸	58.25 ± 7.12 AB
	Kontrol	168.75 ± 16.75 HIJ
<i>Trichoderma hamatum</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 ⁸ + 1x10 ⁸	65.0 ± 8.4 ABCD
	Kontrol	116.0 ± 15.89 CDEFGH

*Veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey HSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütundaki harfler istatistiksel açıdan farklılık ifade eder (P<0,0001).

F-1 dölünde ergin çıkış sayısı ortalamaları diatom uygulamalarında; 200 ppm doz için 147.25, 400 ppm için 68 iken 800 ppm’de ise 65 olarak bulunmuştur. *M. anisopliae*’de 1x10⁴ spor mL⁻¹ konsantrasyonunda F1’de çıkış yapan ergin sayısı 43.75 iken, 1x10⁶ dozunda 67 ve 1x10⁸ dozunda ise 40.5 olarak bulunmuştur. *T. hamatum* izolatının 1x10⁴ spor mL⁻¹ konsantrasyonunda F1’de çıkış yapan ergin

sayısı 111.25 iken, bu rakam 1×10^6 dozunda 129.75 ve 1×10^8 dozunda ise 112.25 olarak bulunmuştur.

Entomopatojen fungus ve diatom toprağı kombinasyonlarının etkinlik denemelerinde F-1 dölünde çıkış yapan ergin sayısı diatomun 200 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda 62.25 iken, diatomun 400 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için 125.75 ve diatomun 800 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} dozu için ise 109 olarak hesaplanmıştır.

Diatomun 200 ppm dozu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda F-1 dölünde çıkış yapan ergin sayısı 50.5 iken, diatomun 400 ppm dozu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda 134.25 ve diatomun 800 ppm dozu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için ise 58.25 olarak bulunmuştur.

Entomopatojen fungus *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonları birlikte uygulandığında F-1 dölünde çıkış yapan ergin sayısı 65 olarak hesaplanmıştır.

4.1.2.2. Farklı Uygulamalarda Üründe (Nohut) Böcek Zararı Nedeniyle Ortaya Çıkan Kayıplar

Uygulamalardan sonra denemelerde kullanılan üründe böcek zararına bağlı olarak ortaya çıkan kayıp miktarını belirlemek için; böcek ölümlerinin sona ermesini takiben besin olarak kullanılan nohutlar 20-25 gün boyunca inkübe edilmeye devam edilmiştir. Bu sürenin sonunda F-1 dölünde çıkış yapan tüm böcekler uzaklaştırıldıktan sonra zarar görmüş ürünler hassas terazide tartılarak başlangıçtaki ürün ağırlığı (50 gr) ile karşılaştırıp üründe meydana gelen ağırlık kayıpları belirlenmiştir.

Tablo 4.7. *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma hamatum* ve diatom toprağı uygulaması sonrasında *Callosobruchus maculatus*'un nohutta meydana getirdiğı ürün kaybı (gr).

Uygulama	Uygulama Dozu	Ortalama ürün kaybı (gr) $\pm$ Sh*
Diatom	200 ppm	5.0 $\pm$ 0.58*BCD
	Kontrol	12.0 $\pm$ 1.15 F
	400 ppm	1.5 $\pm$ 0.5 A
	Kontrol	12.5 $\pm$ 0.96 F
	800 ppm	2.0 $\pm$ 0.82 A
	Kontrol	11.5 $\pm$ 0.96 F
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 ⁴	2.5 $\pm$ 0.5 AB
	Kontrol	6.5 $\pm$ 0.96 DE
	1x10 ⁶	7.5 $\pm$ 0.96 E
	Kontrol	4.0 $\pm$ 0 ABC
	1x10 ⁸	2.0 $\pm$ 0 A
	Kontrol	5.0 $\pm$ 0.58 BCD
<i>Trichoderma hamatum</i>	1x10 ⁴	2.5 $\pm$ 0.5 AB
	Kontrol	11 $\pm$ 0.58 F
	1x10 ⁶	7.0 $\pm$ 1.29 DE
	Kontrol	2.5 $\pm$ 0.5 AB
	1x10 ⁸	3.0 $\pm$ 0.58 ABC
	Kontrol	12.5 $\pm$ 1.5 F
Diatom + <i>Metarhizium anisopliae</i>	200 ppm X 1x10 ⁸	2.5 $\pm$ 0.5 AB
	Kontrol	5.5 $\pm$ 0.5 CDE
	400 ppm X 1x10 ⁸	5.5 $\pm$ 0.96 CDE
	Kontrol	3.5 $\pm$ 0.5 ABC
	800 ppm X 1x10 ⁸	2.0 $\pm$ 0.0 A
	Kontrol	4.0 $\pm$ 0.82 ABC
Diatom + <i>Trichoderma hamatum</i>	200 ppm X 1x10 ⁸	2.5 $\pm$ 0.5 AB
	Kontrol	5.5 $\pm$ 0.5 CDE
	400 ppm X 1x10 ⁸	5.5 $\pm$ 0.96 CDE
	Kontrol	3.5 $\pm$ 0.5 ABC
	800 ppm X 1x10 ⁸	2.0 $\pm$ 0.0 A
	Kontrol	4.0 $\pm$ 0.82 ABC
<i>Trichoderma hamatum</i> + <i>Metarhizium anisopliae</i>	1x10 ⁸ X 1x10 ⁸	2.5 $\pm$ 0.5 AB
	Kontrol	6.5 $\pm$ 0.96 DE

Callosobruchus maculatus'un tez çalışmasında kullanılan nohutta meydana getirdiğı zararı tespit etmek için deneme başında 50 gr nohut bulunan uygulama ve kontrollerin her bir tekerrürün F-1 dölünde çıkış olduktan sonra son ağırlıkları hassas terazi yardımıyla tartılarak bulunmuştur. Denemelerin tamamına ait farklı kontrollerin ortalaması alındığında ortalama ağırlık kaybı 6.8 gr olarak bulunmuştur.

Denemelerin uygulamalarına bakıldığında ise diatomun uygulamalarında oluşan ağırlık kaybı 200 ppm dozu için 5.0 g, 400 ppm için 1.5 gr iken, 800 ppm de

ise 2.0 gr olarak bulunmuştur. *M. anisopliae* uygulamasında meydana gelen ağırlık kaybı 1×10^4 spor mL^{-1} dozunda 6.5 gr iken, 1×10^6 dozunda 7.5 gr ve 1×10^8 dozunda ise 2.0 gr olarak bulunmuştur. *T. hamatum* uygulamasında meydana gelen ağırlık kaybı ise 1×10^4 spor mL^{-1} dozunda 2.5 gr iken, 1×10^6 dozunda 7.0 gr ve 1×10^8 dozunda 3.0 gr olarak bulunmuştur.

Fungus ve diatom toprağı kombinasyonlarının kullanıldığı uygulamalarda böcek beslenmesinin nohutta meydana getirdiğı ağırlık kayıplarına bakıldığında; diatomun 200 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda 2.5 gr iken, diatomun 400 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için 5.5 gr ve diatomun 800 ppm dozu ile *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için ise 2.0 gr olarak hesaplanmıştır.

Diatomun 200 ppm dozu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonlarının kullanıldığı uygulamalarda böcek beslenmesinin nohutta meydana getirdiğı ağırlık kaybı 2.5 gr iken, diatomun 400 ppm dozu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda 5.5 gr ve diatomun 800 ppm doz ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu için ise 2.0 gr olarak hesaplanmıştır.

M. anisopliae'nin 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu ile *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonlarının birlikte uygulanması sonrasında böcek beslenmesi sonucu meydana gelen ağırlık kaybı 2.5 gr olarak hesaplanmıştır.

Genel olarak uygulamaların kontrole oranla ürün kaybını önemli oranda azalttığı görülmektedir. Bu sonuç F-1 generasyonunda çıkan birey sayısındaki azalma ile paraleldir. Ancak *M. anisopliae* ve *T. hamatum*' un diatomun 400 ppm dozu ile karıştırılmasında F-1'deki genelden sapmalara uygun olarak ürün kaybının kontrole göre arttığı görülmektedir.

4.2. Tartışma

Yapılan bu çalışmada, Entomopatojen fungus; *M. anisopliae* ve *T. hamatum* izolatları ile diatom toprağının ayrı ayrı ve kendi aralarında ikili kombinasyonlarının önemli bir depolanmış ürün zararlısı olan *C. maculatus* erginlerine karşı laboratuvar koşullarında etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışmanın amacı fungus izolatlarının 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu ile diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozunda tek başına etkinliğinin yanı sıra izolatların 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonu ile diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozlarının ikili kombinasyon halinde *C. maculatus*'a karşı etkinliklerini araştırmaktır. Tüm denemelerde 8 gün boyunca ergin birey sayımı yapılarak *C. maculatus* ergin ölüm oranları, yeni nesil (F-1) çıkışları ve üründe meydana gelen ürün kaybı belirlenmiştir.

Çalışmamızda izolat ve diatom torağı ayrı ayrı uygulamalarının günlük yüzde ölümleri incelendiğinde; *M. anisopliae* tek başına uygulandığında 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonda 8. günde %87.5 ölüm ortaya çıkmıştır. Mahdeshin ve ark. (2021), *M. anisopliae* izolatlarının *C. maculatus* erginlerinde 11. günün sonunda yaklaşık olarak %20-80 arasında ölüm meydana getirdiğini saptamışlardır. Özdemir ve ark. (2020), *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} dozunda LT50 ve LT90 değerlerini 26°C 'de sırasıyla 4.45 ve 5.34 gün, 22°C 'de ise 5.17 ve 6.15 gün olarak bulmuşlardır. *M. anisopliae*'nin 1×10^6 spor mL^{-1} dozu için ise LT50 ve LT90 değerlerini 26°C 'de 5.42 ve 6.43 gün, 22°C 'de ise 6.08 ve 7.54 gün olarak belirlemişlerdir. Dozların 8. gün sonunda %100 ölüme neden olduğu görülmüştür. Mevcut çalışma sonuçları diğer araştırma sonuçları ile bir arada değerlendirildiğinde *M. anisopliae*'nin erginler üzerindeki öldürücü etkisinin dozlara bağlı olarak uygulamadan sonra her geçen gün arttığı, ancak genelde tatmin edici bir ölüm oranının geç ve ergin böceğin ömrünün sonlarına doğru ortaya çıktığı görülmektedir.

T. hamatum tek başına kullanıldığında *C. maculatus* erginlerindeki ölüm 1×10^8 spor mL^{-1} dozunda 8. günde ancak %52.5 oranına ulaşmıştır. *T. hamatum*'un doğrudan *C. maculatus* üzerinde etkisini konu alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, Jamra ve ark. (2019), farklı Trichoderma türlerinin *H. armigera* üzerinde %23'ün altında ölüme sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Yine Mona ve ark. (2016), *Aphis fabae* üzerinde 5. gün sonunda *T. hamatum*'un 10^2 , 10^3 , 10^4 ve 10^8 spor mL^{-1} dozlarının sırasıyla %20.88, 26.39, 31.28 ve 65.15 ölüme neden olduğunu tespit etmişlerdir. Islam ve ark. (2021) ise şeker kamışı unlu yaprak bitinin nimf ve erginleri

üzerinde *T. harzianum*' un daha etkili olduğunu, *T. hamatum*'un ise %63.56 ve %60.91 ölüme neden olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalardan da görüldüğü gibi *T. hamatum*' un böcekler üzerindeki öldürücü etkilerine dair pek çok kayıt olmasına rağmen (Poveda, 2021) bu etkinin yukarıda verilen mevcut çalışmalarda olduğu gibi sınırlı kaldığı gözlenmiştir.

Diatom toprağının en yüksek dozu olan 800 ppm de erginlerde 3. günde %70, 7. günden itibaren ise %100 ölüm meydana gelmiştir. Daha düşük doz olan 400 ppm de ise 8. gün sonunda %95 ölüm gözlenmiştir. Ergin ömrü göz önüne alındığında diğer etkileri dikkate alınmasa bile diatom toprağının ergin ömrü üzerinde kısa süre içinde hayli etkili olduğu görülmektedir. Kemabonta ve Anikwe (2010), diatom toprağının 1500 ppm dozunun erginlerde 48 saat içinde %100 ölüme neden olduğunu, 500-1000 ppm dozlarda bu sürenin 72 saate uzadığını tespit etmiştir. Benjamin ve ark. (2013), farklı diatom topraklarının en iyi sonuç veren preparatta 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm dozlarının %50 nispi nemde *C. maculatus* erginlerinde 7. günde sırasıyla %67.3, 75.6 ve 100 ölüm meydana getirdiğini, %80 nispi nemde ise sırasıyla %59.6, 84 ve 100 ölüme sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer diatom preparatlarında ise ölüm oranlarının daha düşük olduğu görülmüştür. Okonkwo ve ark. (2018), farklı diatom topraklarının 1000 ppm dozunda *C. maculatus*'da 3 gün içerisinde erginlerde %43-90 arasında ölüme neden olduğunu saptamışlardır. Bu çalışma ve yukarıda verilen araştırmaların sonuçları bir arada değerlendirildiğinde, bazı farklılıklara rağmen diatom toprağının erginleri öldürme konusunda dozlara bağlı olarak yüksek etkiye sahip olduğu görülmektedir. Diğer yandan diatom toprağının niteliklerine bağlı olarak bu etkinin değişebildiği de görülmektedir.

M. anisopliae ve diatom toprağı birlikte uygulandığında çok büyük bir etki farkı ortaya çıkmamakla beraber, diatom toprağı ile 1×10^8 spor mL^{-1} *M. anisopliae* karışımlarında ölümlerdeki artışın bir miktar daha erken gözlemlendiği saptanmış, ölüm oranları 200 ppm'de 6. günde %100, 400 ppm'de 5. günde %97.5 ve 800 ppm de 5. günde %100 olmuştur.

T. hamatum ve diatom toprağı birlikte uygulandığında etkide önemli bir fark ortaya çıkmamış, diatom toprağı ile 1×10^8 spor mL^{-1} *T. hamatum* karışımlarında %100 ölüm oranı 7 ve 8. günlerde gözlenmiştir.

Yine *M. anisopliae* ve *T. hamatum*'un 1×10^8 spor mL^{-1} dozları birlikte uygulandığında da %100 ölüm 8. günde ortaya çıkmış, birlikte uygulamanın önemli bir etkisi görülmemiştir.

Denemelerindeki uygulama ve kontroller karşılaştırıldığında bir istisna hariç genelde uygulamaların kontrollere göre sayısal olarak F-1 generasyonunda çıkan birey sayısında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak tek başına *M. anisopliae* uygulandığında F-1'de çıkan birey sayısının kontrollere göre istatistiki olarak önemli oranda farklı olmadığı görülmüştür. *T. hamatum* tek başına uygulandığında ise kontrole göre F-1 dölünde çıkan birey sayısının istatistiki olarak önemli oranda azaldığı belirlenmiştir.

Diatomun uygulamasına bağlı olarak ise yeni nesilde (F-1) ergin çıkışının kontrollere göre önemli oranda azaldığı görülmüştür. Diatom toprağının (F-1) çıkışını baskılamakta en etkili uygulama olduğu görülmüştür. Yapılan diğer bazı çalışmalarda da kontrole oranla diatom toprağı uygulamasının bırakılan yumurta sayısını, F-1 çıkışlarını ve ürünlerdeki kaybı dozlara bağlı olarak önemli oranda azalttığı belirlenmiştir (Benjamin ve ark., 2013; Okonkwo ve ark., 2018; Jumbo ve ark., 2019). *T. hamatum*'un 8. Günde %50 civarında ölüme neden olmasına ve ölümlerin daha ziyade son gözlem gününe kadar yavaş artmasına rağmen F-1 generasyonunda çıkan birey sayısını kontrole göre önemli oranda artırması ise sürpriz bir sonuç olmuştur.

Fungus izolatlarının 1×10^8 spor mL^{-1} dozları ile diatom toprağının 200, 400 ve 800 ppm dozları ayrı ayrı karıştırılarak uygulandığında da F-1 generasyonunda çıkan birey sayısı genel anlamda ve istatistiki bakımdan önemli oranda azalma göstermiştir. Ancak birlikte uygulamanın çıkan F-1 birey sayısı üzerinde önemli bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Ancak *T. hamatum* tek başına uygulandığında F-1'de kontrole göre ortaya çıkan artışın, diatom ve *M. anisopliae* ile birlikte uygulandığında ortadan kalktığı gözlenmiştir.

Okonkwo ve ark., (2018), farklı diatom uygulaması sonucu F-1 döl çıkışlarının azaldığını, erginlerin kısa yaşaması nedeniyle diatom toprağı uygulamasının daha ziyade sonraki nesilleri baskılama açısından önem arz ettiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına bakıldığında da, ergin dönemin zararlı olmaması nedeniyle uygulamalardaki ergin ölümleri nedeniyle bir sonraki F-1 ergin çıkışlarında, yani popülasyonda görülen düşüşün ana etki olarak ortaya öne çıktığı görülmektedir.

Diğer yandan Sabbour ve ark., (2012), diatom toprağını 3 farklı entomopatojen fungus ile birlikte 3 depolanmış ürün zararlısı lepidopter larvasına karşı uyguladığında, fungus ilavesinin yumurtlamayı daha fazla azalttığını bulmuşlardır. Bu çalışmada ele alınmamakla beraber, uygulamalardan sonra ergin böceklerin yumurta sayısında bir azalma olup olmadığı ve bunun bir sonraki nesildeki azalma üzerine etkisi bir başka husustur.

Genel olarak denemede uygulamaların kontrole oranla ürün kaybını önemli oranda azalttığı görülmektedir. Bu sonuç F-1 generasyonunda çıkan birey sayısındaki azalma ile paraleldir. Ancak *M. anisopliae* ve *T. hamatum*'un diatomun 400 ppm dozu ile karıştırılmasında F-1'deki genelden sapmaya uygun olarak ürün kaybının kontrole göre arttığı görülmektedir. Aynı uygulamanın 200 ve 800 ppm'lik dozlarında görülmeyen bu durumun, 400 ppm'de ortaya çıkması denemeler esnasında ortaya çıkabilecek çeşitli hata faktörlerine bağlanabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Callosobruchus maculatus'a karşı yapılan uygulamalarda; *M. anisopliae*'nin 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} dozlarında en yüksek ölüm oranı %87.5 ile en yüksek dozda görülmüştür.

Trichoderma hamatum uygulamasında 1×10^4 , 1×10^6 ve 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonunda 8. gün sonunda en yüksek ölüm oranı %52.5 ile en yüksek dozda ortaya çıkmıştır. *T. hamatum* en düşük etkiyi göstermiştir.

Diatom toprağı uygulamasında 8. gün sonunda 200, 400 ve 800 ppm dozlarda en yüksek ölüm oranını %100 ile 800 ppm dozunda olmuşken, 200 ve 400 ppm için sırasıyla %90 ve %95 olarak bulunmuştur. Diatom toprağı diğer uygulamalara göre daha etkili bulunmuş ve ilk günlerden itibaren ölüm oranları yükselmiştir.

Fungus izolatlarının birbirleri ile ve diatom toprağı ile karıştırılması ölüm oranlarında ve zamanında önemli bir iyileşme sağlamamıştır.

Uygulamaların tamamına yakınında F-1 generasyonunda çıkan birey sayısı ve ürün kaybı kontrole oranla azalmıştır. Fungus ve diatom toprağı uygulamalarında bir sonraki generasyonda ortaya çıkan bu geç etkinin zararlının kontrolü açısından daha önemli olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak, *M. anisopliae*'nin 1×10^8 spor mL^{-1} ve diatom toprağının 800 ppm dozunun, *C. maculatus*'un mücadelesinde kısa vadede tek başına üreme ve zararın önüne geçemese bile uzun vadede popülasyonun baskı altında tutulması için diğer mücadele yöntemleri ile birlikte kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

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, 34s.
- Alagöz V., (2016). *Çeşitli Türk Diatomit Topraklarının Çeltik ve Pirinç Üzerinde Pirinç Biti (Sitophilus oryzae L.) ve Kıрма Bitine (Tribolium confusum du Val.) Karşı İnsektisidal Etkinliği*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 41s.
- Aldrym Y.N., (1990). Efficacy of the amorphous silica dust, Dryacide, against *Tribolium confusum* Duv. and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 26: 207-210
- Arthur F.H., (1996). Grain protectants: current status and prospects for the future. *J Stored Prod Res* 32:293–302
- Athanassiou C.G., Kavallieratos, N.G., Tsaganou, F.C., Vayias, B.J., Dimizas, C.B. and Buchelos, C.Th., (2003b). Effect of grain type on the insecticidal efficacy of SilicoSec® against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Crop Protection*, 22: 1141-1147.
- Athanassiou C.G., Vayias, B.J., Dimizas, C.B., Kavallieratos, N.G., Papagregoriou, A.S. and Buchelos, C.Th., (2003a). Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 41: 47-55.
- Baba Gana J.K., Wulgo M.A., (2014). Efficacy of four diatomaceous earth formulations against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on cowpea. DOI: [10.14455/DOA.res.2014.120](https://doi.org/10.14455/DOA.res.2014.120)
- Benjamin K. B., Adarkwah C., Dobeng-Ofori D. and Ulrichs C. (2013). Efficacy of diatomaceous earth formulations against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in Kersting's groundnut (*Macrotyloma geocarpum* Harms): influence of dosage rate and relative humidity. *Journal of Pest Science*, 87: 285-294.
- Baier A.H., and Webster B.D. (1992). Control of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms—I. Evaluation of damage. *J Stored Prod Res* 28(4):289-293
- Batta Y. A., (2018). Efficacy of two species of entomopathogenic fungi against the stored-grain pest, *Sitophilus granarius* L. (Curculionidae: Coleoptera), via oral ingestion. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 44.
- Daglish G.J., (2008). Impact of resistance on the efficacy of binary combinations of spinosad, chlorpyrifos-methyl and s-methoprene against five stored-grain beetles. *Journal of Stored Products Research*, 44: 71–76.
- Doğanay İ., Işıkber AA., Sağlam Ö., Tunaz H., ve Er M.K., (2017). Insecticidal efficiency of local turkish diatomaceous earth against Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchinae) adults on chickpea. *2nd International Balkan Agriculture Congress 2017*:26, Turkey.
- Doğanay İ. Ş., (2013). *Çeşitli Diatom topraklarının depolanmış tahıl zararlıları, Sitophilus granarius (L.) ve Rhizopertha dominica (F.)'ya karşı etkinliğinin belirlenmesi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 48s.

- Elhag E. A., (2000) Deterrent effects of some botanical products on oviposition of the cowpea bruchid *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Int J Pest Manage* 46(2):109–113.
- Er M.K., Işıkber A.A., Tunaz H., Aydın F., Özbalkıçoğlu Ü.T. ve Öz A., (2015). Mortality Effects of Selected Native *Beauveria* Isolates on Three Coleopteran Pests of Stored Wheat Under Controlled Conditions. Conference of the IOBC/WPRS (OILB/SROP) Working Group on Integrated Protection of Stored Products, Zagreb, Croatia June 28-July 1, 2015. 87s.
- Ertürk S., (2014). *Farklı diatom toprağı formülasyonlarının depolanmış çeltikte zararlı böceklerle etkinliği üzerinde araştırmalar*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 88s.
- Eser. (1976). *Nohut (Cicer arietinum L.)'ta Başlıca Bitki Özelliklerinin Kalıtım Değerleri: Bu Özellikler ile Bitki Verimi Arasındaki İlişkiler ve Ascochyta rabiei (Pass.)'ye Dayanıklılığın Kalıtımı*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 620. 40 s.
- Elmalı, M., Toros, S., (1990). *Değişik Fasulye Çeşitlerinin Denge Nem Oranları ve Bunun Fasulye Tohum Böceğı (Acanthoscelides obtectus Say, Col., Bruchidae)'nin Gelişme ve Çoğalmasına Etkisi*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1195, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 655 Ankara, 37s
- FAO. (2020). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Gad Hassan A., Mohamed S. Al-Anany, and Samir AM Abdelgaleil. "Enhancement the efficacy of spinosad for the control Sitophilus oryzae by combined application with diatomaceous earth and Trichoderma harzianum." *Journal of Stored Products Research* 88 (2020): 101663.
- Gül, S., (2018). *Farklı yerel diatom toprağı karışımlarının depolanmış tahıl zararlılarına karşı etkinliği*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 60s.
- Gültekin M. A., (2017). *Orta Anadolu Bölgesi diatomid topraklarının, bürölce tohum böceğı, Callosobruchus maculatus (f.) (Coleoptera: Bruchinae)'a karşı insektisidal etkinliği*. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 55s.
- Hosseinreza R.T., Hossein F., Goldasteh S., and Marouf A. (2011). Effect of Iranian formulation of diatomaceous earth on bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* F. (Col., Bruchidae), under laboratory conditions. *Journal of Entomological Research*, fall 2011, volume 3, number 3(11); Page(s) 213-219.
- Islam S., Hasan M., Lei C., Pelzer M.T., Mewis I. and Ulrichs C. (2010). Direct and admixture toxicity of diatomaceous earth and monoterpenoids against the storage pest *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.). *Hournal of Pest Science*, Volume 83, Issue 2, pp105-112.
- Islam, M. S., Subbiah, V. K., & Siddiquee, S. (2021). Efficacy of entomopathogenic Trichoderma isolates against sugarcane woolly aphid, *Ceratovacuna lanigera* Zehntner (Hemiptera: Aphididae). *Horticulturae*, 8(1), 2.
- Jumbo, L., Pimentel, M., Oliveira, E., Toledo, P. & Faroni, LR (2019). *Acanthocelides obtectus* istilasına karşı bir yönetim aracı olarak diyatumlu toprağın potansiyeli . *Revista de Ciencias Agricolas* . 36(E): 42-51. doi: <https://doi.org/10.22267/rcia.1936E.105>
- Karaca İ., ve Ayyıldız, T., (2018). *Bazı Biyolojik Preparatların Sitophilus granarius (Coleoptera: Curculionidae) Erginlerine Etkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 671-678.

- Kalpna Younis Ahmet H., ve Rajest K., (2022). B r l cenin önemli bir zararlısı olan *Callosobruchus maculatus*'a özel referansla depolanmış tahıl zararlısının y netimi. *Heliyon* , 8 (1), e08703. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08703>.
- Kavallieratos N. G., Athanassiou, C. G., Michalaki, M. P., Batta, Y. A., Rigatos, H. A., Pashalidou, F. G., and Vayias, B. J. (2006). Effect of the combined use of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) Sorokin and diatomaceous earth for the control of three stored-product beetle species. *Crop Protection*, 25(10), 1087-1094.
- Kemabonta K.A., and Anikwe J.C., (2010). Insecticidal activity of Diatomaceous esrth (ProtectIt®) on the stages of *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae)*Bioscience Research Communications*, Vol. 22, No. 2, April 30, 2010.
- Krzy owski, M., Francikowski, J., Baran, B., and Babczyńska, A. (2019). Physiological and behavioral effects of different concentrations of diatomaceous earth on common stored product pest *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*, 82, 110-115. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.05.004>
- Lodos N., (1998). *Türkiye Entomolojisi VI* (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Yardımcı Ders Kitabı (I. Baskı). E e Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:529. 300s.
- Mahdneshin, Z., Vojoudi, S., Ghosta, Y., Safaralizadae, M.H., ve Sabre, M., (2021). Laboratuvar değerlendirmesi entomopatojenik Fungusların, İran izolatları ile ilgili *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* Sorokin'e karşı b r l ce b ce inin kontrolü, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Afr.J. mikrobiyol. Res.*, 5: 5215-5220. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.1223>.
- Mahdi S.H., and Rahman M.K. (2008) *Insecticidal effect of some spices on Callosobruchus maculatus (Fabricius) in black gram seeds*. *University J Zoology* 27:47–50.
- Mahmoud Sabbour M.M., Abd-El-Aziz, S.E., Adel Sherief, M., (2012). Depolanmış tahıllarda    piralid güvesinin kontrolü için tek başına veya iki atomlu toprak modifikasyonları ile kombinasyon halinde    entomopatojenik mantarın etkinliği. *Bitki Koruma Araştırmaları Dergisi*, 52 (3), 359-363. <https://doi.org/10.2478/v10045-012-7>
- Michalaki M.P., Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., Batta, Y.A., and Balotis, G.N., (2006). Effectiveness of *Metarhizium anisopliae* (Metschinkoff) Sorokin applied alone or in combination with diatomaceous earth against *Tribolium confusum* du Val. larvae: Influence of temperature, relative humidity and type of commodity. *Crop Protection*, 25: 418-425.
- Ozdemir I. O., Tuncer, C., Erper, I., and Kushiyeve, R. (2020). Efficacy of the entomopathogenic fungi; *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* F.(Coleoptera: Bruchidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-5.
- Okonkwo E.U., Osegbo A.N., Omodara M.A., Ogundare M.O., Abel G.I., Nwaubani S.I., Peters O., (2018). Dört çeşit diyatomeali toprak ve ticari bir DE Insecto ®'nun *Callosobruchus maculatus* F.'ye (Coleoptera: Chrysomelidae) karşı iki çeşit depolanmış toprak üzerinde değerlendirilmesi Nijerya'da b r l ce. *J Stored Prod Hasat Sonrası Res* 9:87–97. <https://doi.org/10.5897/JSPPR2018.0265>
-   reten, A. ve Eren, S., (2016). *Yerli diyatome topraklarının depolanmış bu day zararlıları üzerinde etkinli i*. Proje Sonuç Raporu, Zirai M cadele Araştırma Enstitüsü M d rl   , Diyarbakır.
- Prasantha Bdr, Reichmuth C., and B ttner C. (2002). Effect of temperature and relative humidity on diatomaceous earth treated *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Proceedings of the 8th International Working Conference on Stored-Product Protection*, 763-767.

- Poveda J., (2021). Trichoderma as biocontrol agent against pests: New uses for a mycoparasite. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104634>
- Reddy. M. V., and Kabbabeh. S. (1985). Pathogenic Variability in *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. in Syria and Lebanon. *Phytopath. Medit.*24: 265-266.
- Reddy. M.V., and Singh. K.B. (1984). Evaluation of a World Collection of Chickpea Germ Plasm Accessions for Resistance to *Ascochyta* Blight. *Plant Disease*.68:900-901. 33
- Rojht, H., Athanassiou C.G., Vayias B.J., Kavallieratos N., Tomanović Ž., Vidrih M., Kos K., and Trdan S. (2010).The effect of diatomaceous earth of different origin, temperature and relative humidity against adults of rice weevil (*Sitophilus oryzae* [L.]. Coleoptera. Curculionidae) in stored wheat. *Acta Agriculturae Slovenica*, 95-1. pp. 13–20.
- Sabbour, M. M., (2012). Efficacy of three entomopathogenic fungi alone or in combination with diatomaceous earth modifications for the control of three pyralid moths in stored grains. *Journal of Plant Protection Research*, 52(3).
- Sadeghi G.R., Pourmirza A.A., and Safaralizade M.H. (2012). Lethality impact of diatomaceous earth (Sayan®), bran, sawdust and clay on adult of six stored product insects, *Archives Of Phytopathology and Plant Protection*. 45:8, 986-999.
- Seck, D., (1992). Resistance to *Callosobruchus maculatus* F. (Col., Bruchidae) in some cowpea varieties from Senegal. *J. Stored Prod.* 29: 49-52.
- Shams G, Safaralizadeh M.H., and Imani S. (2011). Insecticidal effect of diatomaceous earth against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *African Journal of Microbiology Research*, Vol. 5(21): 3574-3578.
- Subramanyam B.h., and Roesli R. (2000). *Inert dust*. In Subramanyam Bh, Hagstrum, D.W. (Eds), *Alternatives to Pesticides in Stored- Product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Boston,MA, pp 321-379.
- Shah Hussain A. M., and Khalequzzaman M., (2012). The efficacy of diatomaceous earth in mixed formulation with other dusts and an insecticide against the pulse beetles, *Callosobruchus chinensis* L. and *Callosobruchus maculatus* (F.). *Rajshahi University Zoological Society*. Vol. 31, 2012 pp. 73-78
- Şen, R., (2016). *Seçilmiş yerel diatomit toprakların depolanmış tahıl zararlılarına karşı insektisidal etkinliği üzerine abiyotik faktörlerin etkisi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 123s.
- Tamer, A., (1996). *Acanthoscelides obtectus* (Say) ve *Callosobruchus maculatus* F.'un gelişme süresi üzerine sıcaklığın ve besinin etkilerinin araştırılması, *Türkiye 3. Entomoloji Kongresi Bildiri Özetleri* (24-28 Eylül), Ankara.
- TÜİK. (2020). *Bitkisel Üretim İstatistikleri* http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- UBK. (2014). *Ulusal Baklagil Konseyi*. Baklagil Raporu www.ubk.org.tr
- Uzunöz. M., (2009). Türkiye’de Baklagil Ürünlerinde İç Ticaret Hadleri. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Tokat. 26(1): 29-37.
- Vassilakos, T.N., Athanassiou, C.G., Kavallieratos, N.G., and Vayias, B.J. (2006). Influence of temperature on the insecticidal effect of *Beauveria bassiana* in combination with diatomaceous earth against *Rhyzopertha dominica* and *Sitophilus oryzae* on stored wheat. *Biological Control*, 38: 270-281.
- Vayias, B. J., and Athanassiou, C. G. (2004). Factors affecting the insecticidal efficacy of the diatomaceous earth formulation SilicoSec against adults and larvae of the confused

- flour beetle, *Tribolium confusum* DuVal (Coleoptera: Tenebrionidae). *Crop Protection*, 23(7), 565-573.
- Wakil W, Ghazanfar MU, Ashfaq M, Ali K, and Riasat T. (2010). Efficacy assessment of diatomaceous earth against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on gram at different temperature and relative humidity regimes. *10th International Working Conference on Stored Product Protection*, 936. 7
- Yıldırım E., Özberk H., ve Aslan D., (2001). Depolanmış Ürün zararlıları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:191,117s. Erzurum.
- Youdeowei A., (1989). Major arthropod pests of food and industrial crops of Africa and their economic importance. In *The Search for Sustainable Solutions to Crop Pest Problems in Africa*, Cotonou (Benin), 5-9 Dec, IITA.
- Ziaee, M. and Moharramipour, S., (2012). Efficacy of Iranian Diatomaceous earth deposits against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15: 547-553.



ÖZ GEÇMİŞ

Mehmet YILDIRIM, Şanlıurfa Kısa Çok Programlı Anadolu Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden 2018 yılında mezun oldu. 2018 yılında OMÜ LEE Tezli Yüksek Lisans programına girdi. Temel ilgi alanları; yabancı dil öğrenmek, kitap okumak, futbol oynamak ve farklı yerler keşfetmek.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-4521-5959

Yayınlar: