



TOKAT İLİNDE YAYGIN OLARAK BULUNAN YEŞİL ÇEKİRGE *Poecilimon glandifer* (Karabag)(Orthoptera: Tettigoniidae) MÜCADELESİNDE BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN KULLANIM POTANSİYELİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

MEHMET KERİM DOĞAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI
PROF. DR. DÜRDANE YANAR**

Ocak - 2022

Her hakkı saklıdır

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TOKAT İLİNDE YAYGIN OLARAK BULUNAN ÇEKİRGE TÜRÜ *Poecilimon
glandifer* (Karabag) (Orthoptera: Tettigoniidae) MÜCADELESİNDE BAZI
ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN KULLANIM POTANSİYELİ ÜZERİNE
ARAŞTIRMALAR**

MEHMET KERİM DOĞAN

**TOKAT
Ocak - 2022**

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MEHMET KERİM DOĞAN

5 Ocak 2022

ÖZET

TOKAT İLİNDE YAYGIN OLARAK BULUNAN ÇEKİRGE TÜRÜ *Poecilimon glandifer* (Karabag) (Orthoptera: Tettigoniidae) MÜCADELESİNDE BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN KULLANIM POTANSİYELİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Doğan, Mehmet Kerim
Yüksek Lisans, Bitki Koruma Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dürdane Yanar
Ocak 2022, V + 60 Sayfa

Bu çalışma 2018-2021 yılları arasında Tokat İlinde Merkez ve Erbaa ilçelerinden toplanan yeşil çekirge (Orthoptera: Tettigoniidae) *Poecilimon glandifer* (Karabag) türüne yerel entomopatojen fungus izolatlarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın materyallerini çayır ve mera alanlarından toplanan çekirge ve on altı *Beauveri bassiana* (Balsamo) Vuillemin (GOPT-123, GOPT-158, GOPT-228, GOPT-247, GOPT-258, GOPT-259, GOPT-283, GOPT-321, GOPT-331, GOPT-375, GOPT-PB-2, GOPT-DYYLD, F-12, F-53, F-56, GOPT-64), iki *Metarhizium anisopliae* (Metshcn) Sorokin S.L (Hypocreales: Clavicipitaceae) (GOPT-5-2, GOPT-228-1) entomopatojen fungus izolatları oluşturmaktadır. Yeşil çekirgenin ergin ve 3. nimf dönemine karşı böceğe püskürtme, besine püskürtme ve böceğe enjeksiyon uygulaması şeklinde 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Laboratuvarında tek doz tarama denemelerinde 1×10^8 konidiospor ml^{-1} dozunda uygulanmış olup diğer izolatlara göre suni ortamda oluşturduğu spor yoğunluğunun verimliliği ve insektisidal etkisi göz önüne alınarak GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarıyla 1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozlarında doz-ölüm denemeleri yürütülmüştür. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre üçüncü dönem nimf çekirgelerde LC_{90} değeri 1.6×10^7 spor/ml konsantrasyonuyla ve LT_{90} değeri 14.3 gün ile GOPT-PB-2 numaralı *B. bassiana* izolatı besine püskürtme uygulamasında en yüksek etkiyi

göstermiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda entomopatojen fungusların çekirge ile biyolojik mücadelede kullanılma potansiyelinin olduğu görülmüş olup bu izolatın zararlının mücadelesinde daha detaylı değerlendirilmesi için özellikle sera ve tarla şartlarında ileriye dönük çalışmaların yapılması gerekmektedir.

2022, 60 SAYFA

ANAHTAR KELİMELEER: Biyolojik Mücadele, Çekirge, Entomopatojen fungus, Tettigonidae, *Poecilimon glandifer*



ABSTRACT

STUDY ON THEPOTENTIAL OF SOME ENTOMOPATHOGENIC FUNGI IN THE MANAGEMENT OF THE COMMON GRASSHOPPER SPECIES *Poecilimon glandifer* (Karabag) (Orthoptera:Tettiigonidae) IN TOKAT PROVINCE

Doğ an, Mehmet Kerim
Degree, Department of Plant Protection
Advisor: Prof. Dr. D urdane Yanar
January 2022, V + 60 Pages

This study was carried out to determine the effectiveness of local entomopathogenic fungus isolates for the green grasshopper (Orthoptera: Tettigonidae) *Poecilimon glandifer* (Karabag) species collected from Merkez and Erbaa districts in Tokat Province between 2018-2021. The insects were collected from Grassland and Pasture Fields The sixteen *Beauveri bassiana* (Balsamo) Vuillemin (GOPT-123, GOPT-158, GOPT-228, GOPT-247, GOPT-258, GOPT-259, GOPT-283, GOPT-321, GOPT-331, GOPT-375, GOPT-PB-2, GOPT-DYYLD, F-12, F-53, F-56, GOPT-64), and two *Metarhizium anisopliae* (Metshcn) Sorokin SL (Hypocreales: Clavicipitaceae) (GOPT-5-2, GOPT-228-1) isolates were tested in the study. Three different inoculation methods were used against the adult and 3rd nymph stages of the green grasshopper; spraying on insect, spraying on food and injection on insect. It was applied in a dose of 1×10^8 conidiospore ml^{-1} in single-dose screening trials in the laboratory. Based on the results of single-dose screening tests and spore density two isolates GOPT-228 and GOPT-PB-2 were chosen for dose-mortality trials. Dose-mortality trials were conducted using 1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 conidia/ml consenrations. Experiments were set up with 5 replications and repeated once. According to the results of the analysis, *B. bassiana* isolate GOPT-PB-2 showed the highest effect in food spray application with LC_{90} value of 1.6×10^7 spore/ml concentration

and LT₉₀ value of 14.3 days in third instar stage. As a result of the studies, it has been seen that entomopathogenic fungi have the potential to be used in biological control against grasshoppers, and further studies are required to investigate the efficacy especially in greenhouse and field conditions, in order to evaluate this isolate in the control of the pest in more detail.

2022, 60 PAGES

KEYWORDS: Biological Control, Grasshopper, Entomopathogenic fungus, Tettigonidae, *Poecilimon glandifer*

ÖNSÖZ

Bu çalışma Tokat bölgesinde çayır mera alanlarındaki çekirgelerin belirlenmesi ve yoğun tür olan aynı zamanda tarım arazilerinde ekonomik zarar oluşturan yeşil çekirgenin 3. dönem nimf ve erginlerine karşı entomopatojen fungus uygulaması ile çekirgelerin oluşturduğu ekonomik zararı ortadan kaldırmak veya minimum düzeye indirmek için araştırmalar yapılmıştır. Yüksek lisans tezine başladığım andan bitimine kadar olan süre içinde bilgi, deneyim ve düşünceleriyle her zaman yolumu aydınlatan danışman hocam Prof. Dr. Dürdane YANAR'a ve çalışmalar sırasında desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Yusuf YANAR'a ve çekirgelerin teşhisini yapan Prof. Dr. Mustafa ÖNAL'a (Bolu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü) teşekkür ederim. Tezim boyunca yardım etmekten kaçınmayan Ziraat Yüksek Mühendisi Mert KILINÇ'a ve Ziraat Yüksek Mühendisi Erhan GÜLSOY'a ve Ziraat Mühendisi Ömer Şerif GÜLTAY'a ve Ziraat Mühendisi Yasemin ALTUNAY'a teşekkür ederim. Bu çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim değerli aileme çok teşekkür ederim.

Mehmet Kerim DOĞAN

5 Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1.Çekirge Örneklerinin Alınması.....	13
3.2.Laboratuvar Çalışmaları.....	14
3.2.1.Entomopatojen fungusların üretimi	14
3.2.2.Kontak etki tek doz tarama testleri böcek uygulaması	16
3.2.3.Kontak etki tek doz tarama testleri besin uygulaması	16
3.2.4.Kontak etki tek doz tarama testleri böceğe enjeksiyon uygulaması	17
3.2.5.Kontak etki doz – ölüm tarama testleri	17
3.3.İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR	19
4.1.Ergin Böcek Tek Doz Uygulamaları.....	19
4.1.1.Böceğe püskürtme uygulaması	19
4.1.2.Besine püskürtme uygulaması	20
4.1.3.Böceğe enjeksiyon uygulaması.....	21
4.2.Nimf Tek Doz Uygulamaları	22
4.2.1.Böceğe püskürtme uygulaması	22
4.2.2.Besine püskürtme uygulaması	23
4.2.3.Böceğe enjeksiyon uygulaması.....	24
4.3.Ergin Böcek Doz-Ölüm Uygulamaları	25
4.3.1.Böceğe püskürtme uygulaması	25
4.3.2.Besine püskürtme uygulaması	26
4.3.3.Böceğe enjeksiyon uygulaması.....	27
4.4.Nimf Doz-Ölüm Uygulamaları	29
4.4.1.Böceğe püskürtme uygulaması	29
4.4.2.Besine püskürtme uygulaması	30
4.4.3.Böceğe enjeksiyon uygulaması.....	31
4.5.Zaman-Ölüm Çalışmaları.....	33
4.6.Mikosis Verileri	35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	36
6. KAYNAKÇA	40
7. ÖZGEÇMİŞ.....	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	: Yüzde
ml	: mililitre
g	: gram
mg	: miligram
°C	: Santigrat derece
da	: Dekar
µl	: Mikrolitre
LC ₅₀	: Popülasyondaki Bireylerin %50'sini Öldüren Konsantrasyon
LT ₅₀	: Popülasyondaki Bireylerin %50'sinin Ölmesi İçin Geçen Zaman
Kısaltmalar	Açıklama
PDA	: Patates Dextroz Agar
S. H.	: Standart hata
S.D.	: Standart Sapma

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Yeşil Çekirge.....	4
Şekil 1.2. EPF ile enfekte olmuş yeşil çekirgeler... ..	6
Şekil 3.1. Arazide toplanmış çekirgelerin familyalarına göre ayrılması.....	14
Şekil 3.2. Çalışmalarda kullanılan entomopatojen fungus izolatları.....	16

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 1.1. Türkiye’de yıllara göre arazi kullanım durumu.....	2
Çizelge 1.2. Tokat ilinde bulunan çayır ve mera alanları.	3
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan entomopatojen fungus izolatları.....	13
Çizelge 4.1. Böceğe püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge ergin bireylerin ortalama ölüm oranları (%). ...	19
Çizelge 4.2. Besine püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge ergin bireylerin ortalama ölüm oranları (%).	20
Çizelge 4.3. Böceğe enjeksiyon uygulaması tek doz denemelerinde çekirge ergin bireylerin ortalama ölüm oranları (%).	21
Çizelge 4.4. Böceğe püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge nimf bireylerin ortalama ölüm oranları (%).	22
Çizelge 4.5. Besine püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge nimf bireylerin ortalama ölüm oranları (%).	23
Çizelge 4.6. Böceğe enjeksiyon uygulaması tek doz denemelerinde çekirge nimf bireylerin ortalama ölüm oranları (%).	24
Çizelge 4.7. GOPT-228 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%).	25
Çizelge 4.8. GOPT-PB-2 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%).	26
Çizelge 4.9. GOPT-228 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%).	26
Çizelge 4.10. GOPT-PB-2 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%).	27
Çizelge 4.11. GOPT-228 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%).	28
Çizelge 4.12. GOPT-PB-2 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%).	28

Çizelge 4.13. GOPT-228 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%).	29
Çizelge 4.14. GOPT-PB-2 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%).	30
Çizelge 4.15. GOPT-228 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%).	30
Çizelge 4.16. GOPT-PB-2 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%).	31
Çizelge 4.17. GOPT-228 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%).	32
Çizelge 4.18. GOPT-PB-2 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%).	32
Çizelge 4.19. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda <i>B. Bassiana</i> GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının 10^8 spor/ml konsantrasyonunda çekirge erginleri üzerinde etkili olan LT_{50} ve LT_{90} değerleri .	33
Çizelge 4.20. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda <i>B. Bassiana</i> GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının 10^8 spor/ml konsantrasyonunda çekirge erginleri üzerinde etkili olan LC_{50} ve LC_{90} değerleri .	34
Çizelge 4.21. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda <i>B. Bassiana</i> GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının 10^8 spor/ml konsantrasyonunda çekirge nimfleri üzerinde etkili olan LT_{50} ve LT_{90} değerleri .	34
Çizelge 4.22. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda <i>B. Bassiana</i> GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının 10^8 spor/ml konsantrasyonunda çekirge nimfleri üzerinde etkili olan LC_{50} ve LC_{90} değerleri .	35

1. GİRİŞ

Bilimsel verilere göre; dünya yaklaşık 4,5 milyar, insan ise yaklaşık 2,5 milyon yıllık bir geçmişe sahiptir. İnsan ve mera arasındaki ilişkiler insanoğlunun hayat yoluna çıkması ile başlamıştır. Çayır ve meralar tarihin her döneminde hayvanların, böceklerin ve dolayısıyla insanların beslenmelerinde çok önemli rol oynamaktadırlar. İlk insanlar yiyecek ihtiyaçlarının büyük kısmını bitkilerin tohum, meyve, kök, yumru ve diğer yenilebilir kısımlarından karşılamışlardır. Aynı zamanda yine çevrelerindeki karınca, çekirge ve diğer böcekleri yemişlerdir. Göçebe hayata yön veren ve göçün yönünü belirleyen en önemli faktör hiç kuşkusuz çayır ve meralar olmuştur. 5-7 bin yıl önce başladığı kabul edilen bitki yetiştirme faaliyetleri için gerekli olan tarlalar orman ve meralardan açılarak sağlanmıştır (Gökkuş ve Koç, 2001).

Ülkemizde ve dünyada çayır ve meralar en önemli kaba yem kaynaklarındandır. Buna ek olarak; tür çeşitliliğinin ve gen kaynaklarının korunması, tarımsal faaliyetlerin ve hayvancılığın etkili bir şekilde sürdürülmesi için, korunması ve geliştirilmesi gerekli olan alanlardır (Özkan, 2020).

Sık ve uzun boylu bitkilerin hâkim olduğu, genellikle biçilerek otu değerlendirilen, taban suyu yüksek, düz veya düze yakın olan doğal veya yapay alanlar çayır olarak adlandırılmaktadır. Seyrek ve kısa boylu bitkilerin hâkim olduğu, genellikle otlatılarak değerlendirilen, taban suyu derinde, eğimli ve engebeli olan doğal veya yapay alanlar ise mera olarak adlandırılmaktadır (Gülcan ve Anlarsal, 1992).

Yeryüzünün büyük bir bölümü çayır ve mera alanlarından oluşmaktadır. 2005 ve 2017 yıllarında çayır ve mera alanlarının toplam alanlara oranlarında meydana gelen değişimler sırasıyla; A.B.D’de %40’tan %40,6’ya, Almanya’da %20,9’dan %21,4’e, Birleşik Krallık’ta %52,8’den %54,8’ye, Rusya’da %11’den %11,5’e yükselmiştir. Bu oran Fransa’da %25,4’ ten %24,6’ya, İtalya’da %21,3’ten %17,8’e, Kanada’da %4’ten %3,4’e gerilemiştir. Türkiye’de çayır ve mera alanlarının toplam alanlara oranı yukarıdaki bölümlerde de bahsedildiği üzere %18,7 ile sabit kalmıştır (FAO, 2019).

Çayır ve meralar havayı temizleyip oksijen oranını artırmaktadırlar. Yabani hayvanlar için yaşam alanı konumundadırlar. Çayır ve meralarda bulunan yonca, korunga ve üçgül gibi bazı baklagiller arılar için nektar ve polen kaynağıdır. Bunların yanı sıra insanlar tarafından çeşitli amaçlar için bazı baklagil tohumları ve meyveleri gıda olarak kullanılmaktadır (Serin ve Tan, 2001). Çayır ve meralar hayvanların mide mikro florası için gerekli besinleri içermektedir. Merada otlayan hayvanlar ahırda beslenen hayvanlara kıyasla daha sağlıklı hayvansal ürünleri elde etmemizi sağlamaktadır. Çünkü çayır ve meralar toprak verimliliğini artırmakta ve toprağı da erozyona karşı korumaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2009). Çayır ve meralar yabani hayvanlar için tam yaşam alanı konumuna gelmesini sağlamaktadırlar (Serin ve Tan, 2001).

Çizelge 1. 1. Türkiye’de yıllara göre arazi kullanım durumu (TÜİK,2020)

Yıllar	Toplam tarım alanı	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı		Sebze bahçeleri alanı	Süs bitkileri alanı	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	Çayır ve mera arazisi
		Ekim alanı	Nadas				
2015	38551	15723	4114	808	5	3284	14617
2016	38328	15575	3998	804	5	3329	14617
2017	37964	15498	3697	798	5	3348	14617
2018	37797	15421	3513	784	5	3457	14617
2019	37716	15398	3387	790	5	3519	14617

2015 yılından itibaren toplam tarım alanlarında bir azalma görülürken çayır ve mera arazisi alanları 14 bin 617 ha alan ile sabit kalmıştır (Çizelge 1.1) (TÜİK, 2020).

Tokat, Orta Karadeniz Bölgesinde yer almaktadır. Bu alanda çayır ve mera ıslahı olarak en çok yetiştirilen korunga, yonca, silajlık mısır, fiğ (dane) bitkileri üretilip kuru ot olarak kullanılmaktadır (Büyükburç ve Arkaç, 2000).

Altın ve ark. 2009 yılında yapmış oldukları çalışmada çayır ve mera alanında yetiştirilen bitkilerin yeşil ve kuru ot bakımından üretim oranları sırasıyla verilmiştir:

- Korunga; yeşil ve kuru ot verimi bakımından Türkiye ortalamasının bir miktar üzerinde bir değere sahiptir. Ekim oranı incelendiğinde Çankırı (%30,53) ilk sırada yer alırken bunu Tokat (%19,22) ve Samsun (%12,90) takip etmektedir.

- Yonca; yem bitkilerinin başında geldiği bilinmekte ve dünyada en çok yetiştirilen yem bitkisi olduğu bildirilmiştir. Ekim oranı incelendiğinde Tokat (%40,32) gibi yüksek bir oranla ilk sırada yer almaktadır.
- Silajlık mısır; Batı Karadeniz Bölgesinde silajlık mısır üretimi yüksek olduğu görülmektedir. Ekim oranı incelendiğinde Samsun (%37,05) ilk sırada yer alırken, bunu Bartın (%28,76) ve Tokat (%12,76) takip etmektedir.
- Fiğ (dane); Batı Karadeniz Bölgesinde fiğ üretimi yüksek olduğu görülmektedir. Ekim oranı incelendiğinde Tokat %47,18'lik oranla yarıya yakın kısmını tek başına üstlenmektedir.

Çizelge 1.2. Tokat ilinde bulunan çayır mera alanları (Anonim, 2018).

İlçe	Köy Sayısı	Toplam Alan (ha)
Almus	42	4073,09
Artova	29	2890,06
Başçiftlik	8	5332,12
Erbaa	83	2622,04
Merkez	106	8416,5
Niksar	98	4122,39
Pazar	18	461,72
Reşadiye	92	10077,8
Sulusaray	11	816,16
Turhal	48	1306,6
Yeşilyurt	19	209,41
Zile	99	7284,53
Toplam	653	47612,42

Çayır ve mera alanları üzerinde insan zararının rolü büyük olmasının yanı sıra doğal afetlerde özellikle çekirgelerin zararı göz ardı edilmemeli ve yetiştirilen veya üretimi yapılan tarım ürünlerinde de çekirge zararı büyük rol oynamaktadır (Anonim, 2020).

Tokat Tarım İl Müdürlüğünün 2017 yılında yeşil çekirgelere uyguladığı mücadele raporuna göre Yeşil Çekirgelerin, ilimizde daha çok çayırlarda zarar yaptığı belirtilmiştir. Çayırlar biçildikten sonra kurutulup hayvanlara yedirilmektedir. Bu nedenle çayırların hayvancılık açısından ekonomik önemi vardır. Çekirgelerin zarar oranları yoğunluğa bağlı olarak %20-%80 arasında değişmektedir. İlimizde iklimin yağışlı gitmesi nedeniyle çekirgeler fazla zararlı olamamışlar, zarar oranı ancak %3-5 civarında kaldığı tespit edilmiştir. Çekirge mücadelesi 2017 yılı programında Merkez ilçede 500 da., Almus

ilçesinde 1000 da., Artova İlçesinde 1000 da., Turhal ilçesinde 500 da., Erbaa ilçesinde 1000 da., Niksar ilçesinde 300 da., Pazar ilçesinde 100 da., Reşadiye ilçesinde 1000 da. ve Zile İlçesinde 2000 da. olmak üzere toplam 7400 da. alanda Devlet Yardım Mücadelesi, 3000 da alanda Yönetimli Çiftçi Mücadelesi olarak programa alınmıştır. İl ve İlçe Müdürlükleri zararlı görülmeye başladığı zaman bölgede yaşayan üreticilere zararlı konusunda bilgilendirme yapmaktadırlar. (Pelit ve ark., 2017).

Çayır ve mera bitkileri üzerinde Orthoptera, Lepidoptera, Coleoptera takımlarından zararlılar değişik oranda zarar oluşturmaktadır. Çekirgeler Orthoptera takımından ısırıcı-çiğneyici ağız yapısına sahip zararlılardır (Balabanlı ve ark., 2006).

Çekirgeleri ayırt etmek için en belirgin özellikleri, anten ve tegmina uzunlukları, pronotum ve ovipozitör yapılarının şekilleridir. Yumurtalarını yüksük denilen yapıların içine gruplar halinde veya tek tek olacak şekilde koyarlar. Yüksüklerin yapıları türlere göre değişiklik göstermektedir. Ama genel itibarıyla yüksük denilen yapıların üst kısmı düz, taban yuvarlak ve orta kısmı hafif kavislidir. Tettigoniidae familyasına mensup bireyler diğer ismiyle yeşil çekirgeler, su tutmayan meyilli arazilere ve otların diplerine yumurtalarını tek tek bırakırlar. Çevre ve iklim şartları elverişli olduğu zaman, bu yumurtalar Mart sonları veya Nisan ayı başlarında açılır. Çıkan nimfler önce çevredeki çayır otları ile beslenir. İlerleyen zamanlarda yetiştirdiğimiz kültür bitkilerinde beslenmeye devam ederler. Nimfler tahmini 5-6 hafta içerisinde ergin hale gelir. Senede bir döl vermektedirler. Çekirgelerin genel olarak yaşam döngüleri 45 gündür.



Şekil 1.1. Yeşil çekirge (Tettigoniidae familyası)

Çekirgelerin bitkilerin yeşil aksamını yiyerek veya sapları keserek zarar yaptıkları gözlemlenmiştir. Çekirgelerin beslenmesi genç bitkilerde çok yüksek düzeyde olmaktadır. Çok yıllık bitkilerde yeni çıkmış sürgünleri, filizlerini, yaprak ve çiçeklerini yerler. Bunun yanında dane ve meyveleri yiyerek ekonomik düzeyde zarar oluşturmaktadırlar. Epidemiyoluşturduğu yıllarda ve bölgelerde %100'e varan oranda zararlara sebep olmaktadır. Çekirgelerin vektör olarak sağlıklı bitkilere hastalık bulaştırdığı görülmüştür. Ülkemizde bölgesel olarak çekirgelerin yayılış durumu; *Docioscturus moroccanus* Thunb. (Fas çekirgesi) Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde, *Calliptamus italicus* (L.) (İtalyan çekirgesi) ve Yeşil çekirge (Tettigoniidae familyası) türleri ülkemizin bütün bölgelerinde yaygın olarak bulunmaktadır. *Arycaptera labiata* (Brulle.) (Güdük çekirge) Ege Bölgesi'nde, *Thisioicetrinus pterostichus* (F.W.) (Çizgili çekirge) ve *Locusta migratoria* (L.) (Madrıp çekirgesi) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde daha yaygındır. Çekirgeler konukçu itibarıyla polifag canlılardır. Birçok bitki üzerinde beslenirler. Yapılan araştırmalarda birkaç türün besin tercihi yaptığı belirlenmiştir. Çayır ve mera bölgelerinde Fas ve İtalyan çekirgeleri, tarla ve yem bitkilerinde Madrap çekirgesi, çayır ve otlaklarda, bağ ile meyve fidanlarında ve kekik üretim alanlarında Yeşil çekirgeler, yeni gelişen bitkilerin kök ve sapında Kara çekirgeler beslenmekte olup aynı zamanda zarar vermektedirler. Çekirgelerin birden fazla sayıda doğal düşmanı bulunmaktadır. Bakteri gruplarından *Aerobacter aerogenes* var. *acridiorum* Hormaeche ve Edwards, Fas çekirgesinin bağırsak yapılarında var olup soğuk havalarda ciddi kayıplara neden olmaktadır. Entomopatojen funguslardan *Empusa grylli* Fresen yağmurlu ve serin iklim şartlarında tüm çekirgelerde ölüm meydana getirir. Diğer yandan *Metarhizium anisopliae* (Metshcn) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) çekirgelerde hastalıklara neden olup önemli entomopatojen gruplarından. *Mermis* sp. ve *Agamermis* sp. çekirge vücudunun içinde parazit olarak yaşayan nematodlardır. Dış parazit olarak Acarina takımında *Eutrombidium* sp. ve *Charletonia* sp. bulunmaktadır. Coleoptera takımından *Mylabris* (*Hycleus*) *scabiosae* Latreille (Col.: Meloidae) ve *Trichodes amnios* Fabricus (Col.: Cleridae) larvaları çekirge yüksüklerindeki yumurtaları yiyerek beslenirler. Mantidae familyasından *Mantis religiosa* Linnaeus, *Bolivaria brachyptera* Pallas ve *Empusa fasciata* Brulle nimf ve erginleri birçok çekirgenin önemli predatörleridir. Tettigoniidae familyasından *Saga* spp. ve *Decticus albifrons* Fabricus çekirgelerin predatörleridir.

Ayrıca, birçok kuşlar özellikle sığırcık (*Sturnus vulgaris*), Alaca sığırcık (*Pastor roseus*), Leylekler (Ciconidae), Kargalar (Corvidea), Serçeler (Passeridae) vb. kuşlar, çekirgenin nimf ve erginlerinin önemli doğal düşmanlarıdır (Anonim, 2008).



Şekil 1.2. Entomopatojen fungus ile enfekte olmuş yeşil çekirgeler

Kültür bitkilerinde zararlılarla ilaçlı mücadeleye ek olarak önemli mücadele yöntemlerinden biri de biyolojik mücadeledir. Bu mücadelede esas gaye zararlıyı yok etmek yerine popülasyonu ekonomik zarar seviyesinin altında tutmaktır.

Predatör ve parazitoit böceklerden sonra biyolojik mücadelede en çok tercih edilen biyolojik mücadele etmenleri entomopatojenlerdir (Deacon, 1983). Yapılan çalışmalar entomopatojenin genellikle konukçuya özelleşmiş olduğunu ve predatör böceklerle zarar vermediğini göstermektedir. Bu durumda onları daha cazip hale getirmektedir (Azizoğlu ve ark., 2012). Entomopatojenler arasında entomopatojen fungusların yeri küçümsenemeyecek düzeydedir. Entomopatojen funguslar genel olarak ormanlarda dökülen yaprak kalıntılarında ve toprakta bulunur. Fakat ılıman iklime sahip orman alanlarında entomopatojen fungus çeşitliliği, tropikal yaşam alanları ile kıyaslandığında biraz düşüktür (Evans, 1982). Fakat ılıman iklime sahip orman alanlarındaki entomopatojen fungus çeşitliliğinin tarım üretim bölgeleriyle kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmektedir (Sosnowska ve ark., 2004).

Entomopatojen funguslar diğer entomopatojenlerden farklı olarak konukçusu olan böceğin dış yapısında var olan kütikula yapısına yapışarak konukçusu olan böceği enfekte etmekte ve ilerleyen süreçte ölümüne neden olmaktadır (Sanchez-Pena ve ark., 2011).

Enfeksiyon süreci aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamalar; böcek kütikulası üzerine sporun yapışması, çimlenmesi ve çim borusu yardımıyla kütikulanın penetrasyonu, böcek vücudu içerisinde fungusun gelişimi ve fungal hif yardımıyla hemoselde kolonizasyonudur. Entomopatojen fungusların sporları genel itibariyle böcek kütikulasına yapışmasına yardım sağlayan glukanlar ve proteinlerden oluşan mukus tabakası ile çevrelenmiştir. Bazı entomopatojen fungusların çimlenen sporlarından appressoria denilen yapılar çıkmaktadır. Bu appressorium yapıları böceğin epikütikulasına bağlanmasında rol oynamaktadır. Penetrasyonda en önemli görev lipaz, proteaz ve kitinazın art arda sağlanmasıdır. Genellikle bir böceğin entomopatojen fungus tarafından ölümü, böceğin iç yapısında misellerin çoğalması ya da patojenin salgıladığı toksin olarak bilinmektedir (Hajek ve ark., 1987).

Entomopatojen funguslar Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes ve Deuteromycetes sınıfları içinde yer almaktadır. Phycomycetes ve Deuteromycetes sınıfları diğer sınıflara göre daha önemli entomopatojen fungus türlerini içerisinde bulundurur (Öncüler, 1984).

Entomopatojen funguslar diğer entomopatojen mikroorganizmalara nazaran daha kapsamlı konukçu popülasyonuna sahiptir. *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *M. anisopliae* ve *Lecanicillium lecanii* (Sordariomycetes:Hypocreales) (syny *Verticillium lecanii*) (Zimm.) Zare ve W. Gams dünya da en çok görülen entomopatojen fungus türleridir. Entomopatojen funguslar yapay besi ortamlarında basit şekilde üreyip, çoğaltabildiğimiz mikroorganizmalardır. Entomopatojen funguslar rahat şekilde gelişmesi için ortam sıcaklığı 20-25°C arasında olmalıdır. Eğer bu sıcaklık değeri 37°C'nin üzerinde olursa gelişmesi yavaşlamaktadır. Nemli havalarda ve şartlarda konukçusunu enfekte etmesi daha hızlıdır. Günümüzde ticari preparat olarak raflarda bulunan en yaygın entomopatojen fungus türü *B. bassiana*'dır (Demirbağ ve ark., 2008).

Çalışmamızın yürütüldüğü Tokat ilinin yüzölçümünün %37'sini oluşturan 370 bin 446 ha büyüklüğündeki tarım arazileri farklı iklim özelliklerine sahip olmasının yanı sıra yükseklikleri 150m ile 2200 m arasında değişmektedir. Tarım alanlarının %30'unu sulu tarım alanları oluşturmaktadır. Beş farklı agroekolojik özelliğe sahip, Kazova, Turhal, Erbaa, Niksar, Artova ve Zile ovaları büyük ölçüde sulanabilmektedir. Tarım arazilerinde narenciye haricinde ülkemizde yetiştirilen her çeşit sebze ve meyve yetiştirilebilmektedir.

İlde 67 bin 398 tarım işletmesi vardır. İşletmelerin tamamına yakını küçük aile işletmesi şeklinde olup %44'ünde bitkisel üretim, %56'sında hayvansal üretim ön plandadır (Anonim, 2020).

Bu çalışma ile on altı *Beauveria bassiana* ve iki *Metarhizium anisopliae* yerel izolatlarının Tokat ili çayır mera alanlarında yaygın olarak bulunan yeşil çekirge türü *Poecilimon. glandifer*'in farklı dönemleri üzerinde insektisidal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tutkun ve Ünal (1986) bildirdiklerine göre ülkemizde Yeşil Çekirge olarak bilinen *Poecilimon Fischer* ve *Isophya Brun.-Watt* cinsine bağlı zararlı türler, tarımı yapılan bitkilerde neredeyse her yıl mücadele gerektirecek şekilde çoğalmaktadır. *Pseudophoxinus anotolieu*'un ilk zararı Bilecik ilinin Bozüyük ilçesinde hububat ve sebzegillerde 1980 yılında gözlemlenmiştir. Aynı türün 1981 senesinde Zonguldak'taki tarım ürünlerinde zarar yaptığı görülmüştür. Bu bağlamda m² de ergin yoğunluğu 36 tane olduğu belirlenip ve çekirgeye karşı %2.6 gamma BHC ile gerçekleştirilen kepekli yem kullanılmıştır. Değişik popülasyondaki fertlerin vücut renginin yeşil veya yeşilimsi-kahverengi tonları arasında değiştiğini ova da bulunan çekirgelerin dağ da bulunan çekirgelere göre daha iri olduğu kaydedilmiştir.

James ve ark. (1993) yaptıkları çalışmada çöl çekirgesi olarak bilinen *Schistocerca gregaria* 'yı popülasyonunu kontrol etmek için entomopatojen fungus olan *Metarhizium anisopliae*'den izole edilen toksinleri kullanmışlardır. Destruxin A, A2, B ve E *Schistocerca gregaria* çöl çekirgesinin malpighi tüpleri in-vitro sıvı salgısını engellediğini gözlemlemişlerdir. Bu engelleme doza bağlı olup, destruxin A için 23 pM, A2, B ve E için 16 pM şeklinde gözlemlenmiştir. Sonuç olarak çöl çekirgesi *Schistocerca gregaria* malpighi tüp sıvısının salgılanmasının destruxin A tarafından engellenmesi kalsiyum ve CAMP tarafından kontrol seviyesinin ötesinde bir hücresel mekanizma içerdiği belirtilmiştir.

Yücel ve ark. (1995) yaptıkları araştırmada *Verticillium lecanii*'nin bir biyopreparatı olan -Mycotal- 1x10⁵ ve 1x10⁹ spor ml⁻¹ yoğunluklarında in-vitro ve serada 1.3 g/l dozunda uygulamaları sonucu etkili bulmuşlardır. *Verticillium lecanii*'nin yaprak biti ve beyaz sineklere karşı, *Beauveria bassiana* ise özellikle beyaz sinekler, yaprak bitleri, tripsler, unlubitler, tel kurtları ve çekirgelere karşı kullanıldığı bildirilmiştir.

Inglis ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada sıcaklığa bağlı olarak entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium flavoviridae*'nin çekirge türü olan *Melanoplus sanguinipes* üzerine etkilerini araştırmışlardır. *B. bassiana* uygulamasın da günde 1 saat güneşlenmesine izin verilerek çekirge nimflerinde %44 ve tüm gün güneşlenen nimflerde %98 ölüm oranı elde edildiğini belirtmişlerdir. *M. flavoviridae* ile yapılan

uygulamalarında çekirge nimflerinin popülasyonunda hafif bir azalma (%13-%23) gözlemlenmiştir. Her iki entomopatojen fungus uygulamasında da günde belirli sürelerde 35–40 °C’ye maruz kalan nimflerde daha fazla ölüm gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Sambeek ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada entomopatojen nematod *Heterorhabditis megidis* ve *Steinernema feltiae*’nin bir Orthoptera türü olan *Locusta migratoria* ve *Schistocerca gregaria*’nın başarılı antagonistleri olduğu görülmüştür. Nematod bulaştırılmış kum üzerinde tutulan çekirgelerin ölüm oranlarının oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak verilere bakıldığında santimetre küp kum başına bir nematod kadar düşük dozajlarda bile 10 gün içinde çekirgelerin yaklaşık %50’sini öldürdüğünü belirtmişlerdir. Ergin çekirgelerin ise beslendikten 30-35 saat sonra öldükleri görülmüştür.

Gillespie ve ark. (1999) kurdukları denemede çöl çekirgesi *Schistocerca gregaria*’nın entomopatojen fungusun hastalık oluşturduğu aşamada bağışıklık sisteminin verdiği tepkiyi gözlemlemişlerdir. *Schistocerca gregaria*’ya karşı yapılan uygulamada hemolenfin biyokimyasında ve antimikrobiyal savunmasında değişiklikler görülmüştür. *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* uygulamadan sonraki ikinci günden itibaren konak hemolenfini kolonize etmiştir. Sonuç olarak fenoloksidaz enziminin aktivitesi enfeksiyon sırasında azalmış, mikosis oluşan ve kontrol böceklerinden gelen veriler birleştirildiğinde lizozim ve PO aktiviteleri arasında önemli bir korelasyon gözlenmiş ve hemolenfin toplam protein içeriği enfeksiyon sırasında azaldığını gözlemlemişlerdir.

Çam ve ark. (2002) Türkiye’de patateslerde zarar yapan *Leptinotarsa decemlinata*’ya karşı EPF *Beauveria bassiana*’nın patates böceğindeki aktivitesini belirlemek amacıyla tek doz tarama testleri yapmışlardır. Entomopatojen fungus böceğin larvalarında ve erginlerinde ölüme neden olup larvalarında daha etkili olmuştur.

Quesada-Moraga ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada *Beauveria bassiana*’nın bir alt türünden elde ettikleri bassiacridin toksinini *Locusta migratoria*’nın dördüncü dönem nimflerine düşük dozda (3.3 mg toksin vücut ağırlığı x 1) enjeksiyon şeklinde uygulamışlardır. Elde edilen verilerin sonucunda %50’ye yakın bir ölüm oranına neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer taraftan enjekte edilen çekirgelerde trake ve hava keseleri üzerinde lekelerin ve nodüllerin oluşumu gözlemlenmiştir. Bassiacridin daha

önce tanımlanan entomopatojen fungusların diğer makro moleküler toksinlerinden farklı olduğu ortaya koyulmuştur.

Lekimme ve ark. (2006) tavşanlarda parazit olan akar türü *Psoroptes avis* (Acari:Psoroptidae)'e *Beauveria bassiana*'nın laboratuvarda koşullarında etkinliğini araştırmışlardır. *B. bassiana*'nın 1×10^7 ve 1×10^9 dozları uygulanan akarlarda ölüm ve devamında mikosis gerçekleşmiştir. Enfekteli akar erginlerinin yumurta bırakma oranlarında bir azalma olmadığı ancak açılma oranlarının düştüğü ve yumurtadan çıkan bireylerin ömrünün kısaldığı belirtmişlerdir.

Pelizza ve ark. (2018) Güney Amerika'nın birçok ülkesinde yoğun bir şekilde görülen *Dichroplus maculipennis* zararlısına karşı zehirli yemlere entomopatojen fungus olan *Beauveria bassiana* uygulayarak, zararlının kontrolü için laboratuvar ve tarla koşulları altında etkinlik çalışması yapmışlardır. Araştırma sonucunda laboratuvar ve tarla koşullarında yapılan deneylerde *D. maculipennis* ergin ve nimflerine kanola yağı ve buğday kepeğine uygulama yapılarak verilmiş, ergin ve 3. dönem nimflerinde ölüm meydana geldiği gözlemlenmiştir. Nimflerin erginlere oranla daha hassas olduğunu belirtmişlerdir.

Youssef (2014) entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* ve entomopatojen nematod *Steirneria carpocapsae*'nin çöl çekirgesi *Schistocerca gregaria*'nın 3. ve 5. dönem nimfleri ile ergin dönemine olan etkilerini laboratuvar koşullarında test etmiştir. Entomopatojen fungusun 2.3×10^5 , 7×10^7 , 3.9×10^9 , 4×10^5 , 6.7×10^7 ve 2.2×10^9 spor/ml ve entomopatojen nematodun 5000, 2500, 1250 IJS/ml konsantrasyonlarını *S. gregaria*'ya iki farklı yöntemle (böceğe püskürtme ve toprak uygulaması) uygulamıştır. Çalışma sonucunda böceğe püskürtmede her iki entomopatojen türünde yüksek oranda ölüme sebep olduğu ancak entomopatojen nematodun çekirgenin ergin ve nimflerini 3-5 gün gibi kısa bir sürede yaklaşık %100 oranında öldürdüğü rapor edilmiştir. Yine toprağa uygulamada da entomopatojen nematodun daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Clancy ve ark. (2016) entomopatojen fungus *Metarhizium acridium* ile enfekteli çöl çekirgesi erkek bireylerinin cinsel davranışlarını değiştirdiğini ve enfekteli bireylerde erkek - erkek çiftleşme oranının arttığını ortaya koymuşlardır. Gözlem sonucunda patojen enfeksiyonun aynı cinsiyetten cinsel davranışları etkileyebileceğini göstermektedir.

Pelizza ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada *Schistocerca cancellata*'dan izole ettikleri üç *Beauveria bassiana* izolatının kitinaz, proteaz ve lipaz enzimi üretim kapasiteleri ile virölanslılıkları arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Bu bağlamda patojenite deneyleri 1×10^4 , 1×10^6 , 1×10^8 konidia/ml konsantrasyonlarda püskürtme yöntemiyle yapılmıştır. En yüksek ölüm oranı 1×10^8 konidia/ml'lik bir dozda %100'den en düşük 1×10^4 konidia/ml dozunda 33.3 ± 3 'ye kadar değişmektedir.

Sangbaramou ve ark. (2018) *Beauveria bassiana*'nın *Locusta migratoria manilensis* (Orthoptera:Acrididae)'in sıcaklık dengelemesi ve bunun böceğin ölüm oranına etkisini araştırdıkları çalışmada minimum 3 saat/gün termoregülasyon süresinin enfekteli çekirgelerin hayatta kalma oranı %43.34 oranının da artırdığı ortaya konmuştur. Fungusun termoregülasyonu kesintiye uğradığında çekirgelerin üstesinden geldiği ve bu termoregülasyonun çekirgelerin enfeksiyonla başa çıkmasına yardımcı olduğunu fakat fungustan tamamen kurtulamadığını göstermiştir. Enfeksiyonun sonrası sıcaklık ayarlaması yapılmayan çekirgelerde, hemosit sayısındaki azalmaya, dördüncü günde hemolenfte bariz olan fungal blastospor konsantrasyonunda bir artış gözlemlenmiştir. Bu bulgular neticesinde davranışsal termoregülasyonun enfekte olmuş *L. migratoria manilensis* 'te *B. bassiana* mikozonu ters yönde etkileyebileceğini ve böylece çekirgelerde ölümcül entomopatojen fungus gelişimini sınırladığını belirtmişlerdir.

Dakhel ve ark. (2019) çekirgelerin ABD'deki mahsullere ve otlaklara önemli ölçüde zarar verdiğini düşündükleri için yaptıkları çalışmada iki entomopatojen fungus kullanmışlardır. Bunlar, *Metarhizium brunneum* F-52 ve *Parasonema lacustae*'yi göçmen çekirge olan *Melanoplus sanguinipes* için laboratuvar ve sera koşullarında biyolojik kontrol ajan olarak değerlendirmişlerdir. Entomopatojen fungus buğday kepeğine bulaştırıldıktan sonra besin olarak çekirgeye verilmiştir. Deneme sonucunda çekirgelerde fungus gelişimi iki hafta sonra gözlemlenmiştir. Laboratuvar şartlarında *P. locustae* ile uygulama yapılan çekirgeler canlı kalmıştır. Sera şartlarında *M. brunneum* %60 ölüme neden olmuştur. Bu fungusun çekirgelerin popülasyon kontrolü için bir biyopestisit etkili olabileceği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Tokat ili, mera ve çayır alanlarında yaygın olarak bulunan bir çekirge türü olan *Poecilimon glandifer* ve entomopatojen fungus (*Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae*) izolatları (Çizelge 3.1) oluşturmuştur. Denemede kullanılan entomopatojen fungus izolatları Prof. Dr. Yusuf YANAR ve Prof. Dr. Dürdane YANAR tarafından izole edilmiş ve tanılanmış olup, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında bulunmaktadır.

Çizelge 3.1. Çalışmalarda kullanılan entomopatojen fungus izolatları

İZOLAT NO	İZOLAT İSMİ
F-12	<i>Beauveria bassiana</i>
F-53	<i>Beauveria bassiana</i>
F-56	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-64	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-123	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-158	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-228	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-247	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-258	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-259	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-283	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-321	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-331	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-375	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-DYYLD	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-PB-2	<i>Beauveria bassiana</i>
GOPT-228-1	<i>Metarhizium anisopliae</i>
GOPT-5-2	<i>Metarhizium anisopliae</i>

3.1 Çekirge Örneklerinin Alınması

Tokat ilinde (Merkez) çayır ve mera alanlarından çekirgeler atrapla toplanmıştır. Toplanan çekirgeler fanus içerisine alınıp, fanusun ağzı tül yardımıyla oksijen girmesi için kapatılmıştır. *Poecilimon glandifer* türü elde edilen örnekler arasında yaygın olup tespiti Prof. Dr. Mustafa Ünal (Bolu İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bolu) tarafından yapılmıştır. Çalışmada kullanılan *Poecilimon glandifer* türü Tokat Merkez Avlunlar köyü Kemkez yaylasından toplanmıştır. Laboratuvar ortamında çekirgeler familyalarına göre ayrılmış ve yoğun tür olan yeşil çekirgeler entomopatojen fungus uygulaması için temiz fanuslara (yaşam alanlarına) alınarak denemelerde kullanılabilecek kadar beslenmiş ve doğal bulaşmalar olup olmadığı da

gözlemlenmiştir. Yaklaşık on günlük gözlemler sonucu sağlıklı bireyler denemelerde kullanılmıştır.

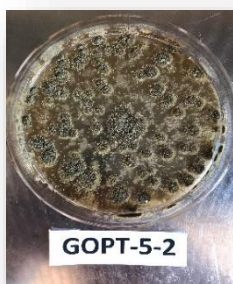


Şekil 3.1. Arazide toplanmış çekirgelerin familyalarına göre ayrılması.

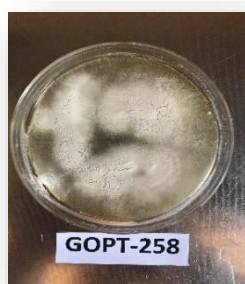
3.2 Laboratuvar Çalışmaları

3.2.1 Entomopatojen fungusların üretimi

Laboratuvar ortamında hazır bulunan fungus stok kültürlerinden steril koşullarda PDA besi yerine aktarım yapılarak 4 hafta süreyle 28 °C inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra entomopatojen fungusların spor hasadı %0.2 Tween 80 içeren steril saf su kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Stok çözeltideki spor yoğunluğu thoma lamında mikroskop altında sayımı yapılarak belirlenmiştir. Stok çözelti buzdolabında +4 °C de saklanmıştır.



GOPT-5-2



GOPT-258



GOPT-PB-2



GOPT-DYYLD



F-12



GOPT-321



GOPT-375



GOPT-331



GOPT-123



GOPT-228



GOPT-283



GOPT-158



Şekil 3.2. Çalışmalarda kullanılan entomopatojen fungus izolatları

3.2.2 Kontak etki tek doz tarama testleri böcek uygulaması

Tek doz testlerinde *Poecilimon glandifer* türüne ait çekirgelerin 3. dönem nimfleri ve erginleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan her bir izolat için 1×10^8 konidiospor/ml⁻¹ dozunda fungus spor süspansiyonları el püskürtücü kullanılarak beşerli gruplar halindeki 3. dönem nimf ve erginlere uygulanmış ve uygulama yapılan çekirgeler içerisinde marul yaprağı bulunan plastik kaplarda oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol olarak %0.2 Tween 80 içeren steril saf su kullanılmıştır. Her gün çürümeyi engellemek amacıyla besinler taze siyle yenilenmiştir. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14. günlerde canlı-ölü sayımı yapılarak elde edilen ölü çekirgeler içerisinde steril saf su ile nemlendirilmiş kurutma kağıdı bulunan cam petrilere alınarak 14 günlük inkübasyon süresi sonunda mikosis oranları hesaplanmıştır.

3.2.3 Kontak etki tek doz tarama testleri besin uygulaması

Tek doz testlerinde *Poecilimon glandifer* türüne ait çekirgelerin 3. dönem nimfleri ve erginleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan her bir izolat için 1×10^8 konidiospor/ml⁻¹ dozunda fungus spor süspansiyonları el püskürtücü kullanılarak marul yapraklarına uygulanmış ve uygulama yapılan marul yaprakları kurutma kağıdı üzerinde kurutulduktan sonra plastik kaplara alınarak üzerlerine beşerli gruplar halindeki 3. dönem nimf ve ergin dönemdeki çekirgeler bırakılmıştır. Kontrol olarak %0.2 Tween 80 içeren steril saf su kullanılmıştır. Her gün çürümeyi engellemek amacıyla besinler taze siyle

yenilenmiştir. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14. günlerde canlı-ölü sayımı yapılarak elde edilen ölü çekirgeler içerisinde steril saf su ile nemlendirilmiş steril kurutma kağıdı bulunan cam petrilere alınarak 14 günlük inkübasyon süresi sonunda mikosis gelişimi gözlemlenmiştir.

3.2.4 Kontak etki tek doz tarama testleri böceğe enjeksiyon uygulaması

Tek doz testlerinde *Poecilimon glandifer* türüne ait çekirgelerin 3. dönem nimfleri ve erginleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak her bir izolat için 1×10^8 konidispor/ml⁻¹ içeren fungus spor süspansiyonu çekirgelerin 3. dönem nimflerin thorax yapısının ventralinden, çekirgelerin erginlerine abdomenin dorsalinde bulunan doğal açıklıklardan mikropipet kullanılarak 2 µl/böcek dozunda beşerli gruplar halindeki 3. dönem nimf ve erginlere uygulama yapılmış ve deneme süresi boyunca her gün besinleri tazelenerek deneme süresi boyunca plastik kaplarda muhafaza edilmiştir. Kontrol olarak %0.2 Tween 80 içeren steril saf su kullanılmıştır. Denemeler 5 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 14. günlerde canlı-ölü sayımı yapılarak elde edilen ölü çekirgeler içerisinde steril saf su ile nemlendirilmiş steril kurutma kağıdı bulunan cam petrilere alınarak 14 günlük inkübasyon süresi sonunda mikosis gelişimi gözlemlenmiştir.

3.2.5 Kontak etki doz – ölüm tarama testleri

Doz-Ölüm testlerinde *Poecilimon glandifer* türüne ait çekirgelerin 3. dönem nimf ve erginleri kullanılmıştır. Tek doz tarama testlerinde etkili bulunan iki fungus izolatı (GOPT-228 ve GOPT-PB-2) 1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidiospor/ml⁻¹ dozlarında tek doz tarama testlerinde olduğu gibi denenmiştir.

3.3 İstatiksel Analiz

Elde edilen verilerin yüzde ölüm oranları hesaplanarak SPSS 17 paket programında istatistiki analizleri yapılmıştır.



4. BULGULAR

4.1 Ergin Böcek Tek Doz Uygulamaları

Ergin uygulamalarında 14. güne kadar değerlendirme yapılmıştır.

4.1.1 Böceğe püskürtme uygulaması

Çekirgelere böceğe püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus uygulandıktan sonraki 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Böceğe püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge ergin bireylerinin ortalama ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)					
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün	11. Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	0.00±0.00a	20.00±0.00a	20.00±0.00a	20.00±0.00
GOPT-DYYLD	34.00±5.20c	66.00±2.66h	92.00±3.26fgh	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT283	27.00±2.60bc	62.00±2.00h	100.00±0.00h	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-228	28.00±3.26bc	56.00±2.66efgh	100.00±0.00h	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-158	66.00±3.05d	82.00±2.00ı	98.00±2.00h	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-258	14.00±3.05ab	54.00±3.05defgh	88.00±3.26efgh	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-259	24.00±2.66bc	58.00±2.00fgh	94.00±3.05fgh	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOP-123	14.00±3.05ab	26.00±3.05b	84.00±2.66defg	96.00±2.66cd	98.00±2.00bc	100.00±0.00
GOPT-562	28.00±3.26bc	60.00±0.00gh	62.00±2.00b	88.00±4.42bc	94.00±3.05b	100.00±0.00
GOPT-247	82.00±2.00e	82.00±2.00ı	96.00±2.66gh	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-321	24.00±2.66bc	36.00±2.66bc	64.00±2.66bc	88.00±3.26bc	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-PB-2	24.00±2.66bc	42.00±1.33cd	76.00±2.66cde	96.00±2.66cd	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-331	24.00±2.66bc	46.90±3.60cdef	68.00±3.26bc	98.00±2.00cd	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-375	26.00±3.05bc	38.00±2.00bc	76.00±2.66cde	90.00±3.33cd	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-5-2	28.00±3.26bc	44.00±2.66cde	68.00±3.26bc	98.00±2.00cd	100.00±0.00c	100.00±0.00
GOPT-228-1	28.00±3.26bc	48.00±3.26cdefg	74.00±3.05bcd	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
F-12	32.00±3.26c	44.00±2.66cde	94.00±3.05fgh	100.00±0.00d	100.00±0.00c	100.00±0.00
F-56	30.00±3.33c	56.00±2.66efgh	82.00±2.00def	96.00±2.66cd	100.00±0.00c	100.00±0.00
F-53	26.00±3.05bc	46.00±3.05cdef	66.00±3.05bc	78.00±2.00b	98.00±2.00bc	100.00±0.00

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Çizelge incelendiğinde inkübasyon süresindeki artışa bağlı olarak ölüm oranlarının arttığı görülmektedir. Özellikle üçüncü günden itibaren bazı izolatlar da bu artış daha net görülmektedir. Beşinci günde GOPT-158(%82) ve GOPT-247(%82) izolatlarının etkinliği %80’ nin üzerine çıkmış olup, kontrolden ve diğer izolatlardan önemli düzeyde yüksek ölüm oranına neden olmuşlardır ($F=57.13$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Yedinci günde tüm izolatlar %60 ve üzerinde ölüme neden olmuştur ve hepside kontrolden istatistiki

olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($F=78.25$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). On birinci günde tüm izolatlar %90' nın üzerinde ölüm gerçekleştirmiştir (Çizelge 4.1).

4.1.2 Besine püskürtme uygulaması

Marul yapraklarına besine püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus uygulandıktan sonra çekirgelerin 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Besine püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge ergin bireylerinin ortalama ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)					
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün	11. Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	7.00±1.52a	16.00±2.21a	19.00±1.00a	20.00±0.00
GOPT-DYYLD	46.00±3.05f	64.00±2.66d	96.00±2.66g	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT283	38.00±2.00ef	60.00±0.00cd	98.00±2.00g	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-228	32.00±3.26de	58.00±2.00cd	76.00±2.66ef	98.00±2.00de	98.00±2.00d	100.00±0.00
GOPT-158	26.00±3.05cde	52.00±3.26cd	78.00±2.00ef	92.00±3.26de	96.00±2.66cd	100.00±0.00
GOPT-258	20.00±0.00cd	48.00±3.26c	74.00±3.05def	92.00±3.26de	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-259	60.00±0.00g	86.00±3.05e	96.00±2.66g	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOP-123	6.00±3.05ab	8.00±3.26a	18.00±2.00a	46.00±3.05b	90.00±3.00bc	100.00±0.00
GOPT-562	4.00±2.66ab	26.00±3.05b	54.00±3.05b	66.00±3.05c	88.00±3.26b	100.00±0.00
GOPT-247	16.00±2.66bc	58.00±2.00cd	82.00±2.00f	86.00±3.05d	90.00±3.33bc	100.00±0.00
GOPT-321	32.00±3.26de	50.00±3.33cd	56.00±2.66bc	96.00±2.66de	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-PB-2	34.00±3.05ef	52.00±3.26cd	56.00±2.66bc	90.00±3.33de	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-331	34.00±3.05ef	50.00±3.33cd	62.00±2.00bcd	92.00±3.26de	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-375	30.00±3.33de	54.00±3.05cd	66.00±3.05bcde	98.00±2.00de	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-5-2	38.00±2.00ef	52.00±3.26cd	56.00±2.66bc	94.00±3.05de	100.00±0.00d	100.00±0.00
GOPT-228-1	34.00±3.05ef	52.00±3.26cd	68.00±3.26cde	98.00±2.00de	100.00±0.00d	100.00±0.00
F-12	34.00±3.05ef	52.00±3.26cd	54.00±3.05b	88.00±3.26de	100.00±0.00d	100.00±0.00
F-56	34.00±3.05ef	46.00±3.05c	72.00±3.26def	92.00±4.42de	100.00±0.00d	100.00±0.00
F-53	36.00±2.66ef	50.00±3.33cd	70.00±3.33def	94.00±3.05de	100.00±0.00d	100.00±0.00

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

İnkübasyon süresine bağlı olarak ölüm oranlarında artış görülmüştür. Üçüncü günde GOPT-259 izolatu %60 oranında ölüme neden olmuştur ve hem kontrolden diğer izolatlardan istatistiki olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($F=29.85$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Beşinci gün itibariyle kontrole oranla entomopatojen fungus uygulanan besinle beslenen çekirgedeki ölüm oranı istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek olmuştur ($F=43.17$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Yedinci günde GOPT-DYYLD(%96), GOPT-283(%98) ve GOPT-259(%96) izolatlarında %95'in üzerinde ölüm gerçekleşmiştir ($F=76.92$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Dokuzuncu günde sadece GOPT-259

numaralı izolatın etkinliği %50' nin altında kalmıştır. On birinci gün itibariyle tüm izolatların etkinliği %85'in üzerindedir ve kontrolden önemli düzeyde farklıdır ($F=144.96$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). On dördüncü gün itibariyle entomopatojen fungus uygulamalarının tümünde %100 ölüm oranı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

4.1.3 Böceğe enjeksiyon uygulaması

Çekirgelere böceğe enjeksiyon yöntemi ile entomopatojen fungus uygulandıktan sonraki 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Böceğe enjeksiyon uygulaması tek doz denemelerinde çekirge ergin bireylerinin ortalama ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)					
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün	11. Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	4.00±1.63a	6.00±1.63a	6.00±1.63a	10.00±0.00a
GOPT-DYYLD	54.00±3.05ef	66.00±3.05ii	92.00±3.26ghi	100.00±0.00g	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT283	60.00±0.00f	80.00±0.00jk	96.00±2.66hi	100.00±0.00g	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-228	80.00±0.00g	92.00±3.26kl	100.00±0.00i	100.00±0.00g	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-158	60.00±0.00f	82.00±2.00jk	98.00±2.00i	100.00±0.00g	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-258	44.00±2.66e	70.00±3.33ij	84.00±2.66fgh	94.00±4.26fg	98.00±2.00b	98.00±2.00b
GOPT-259	82.00±2.00g	98.00±2.00l	100.00±0.00i	100.00±0.00g	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOP-123	8.00±1.33ab	22.00±2.00b	58.00±2.00bc	70.00±3.33bc	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-562	14.00±1.63bc	62.00±2.00hii	78.00±2.00ef	84.00±2.66def	96.00±4.00b	100.00±0.00b
GOPT-247	14.00±1.63bc	56.00±2.66ghi	80.00±0.00fg	82.00±1.33de	99.00±1.00b	99.00±1.00b
GOPT-321	22.00±2.00cd	38.00±2.00cde	52.00±3.26b	78.00±2.00cd	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-PB-2	26.00±3.05cd	52.00±3.26fgh	66.00±3.05cde	92.00±3.26efg	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-331	24.00±4.00cd	32.00±3.26bc	52.00±3.26b	62.00±2.00b	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-375	24.00±2.66cd	40.00±4.21cdef	64.00±2.66bcd	76.00±2.66cd	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-5-2	26.00±3.05cd	46.00±3.05defg	72.00±3.26def	84.00±2.66def	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-228-1	28.00±3.26d	40.00±0.00cdef	66.00±3.05cde	80.00±0.00cd	98.00±2.00b	98.00±2.00b
F-12	30.00±3.33d	48.00±3.26defg	64.00±2.66bcd	86.00±3.05def	100.00±0.00b	100.00±0.00b
F-56	26.00±4.26cd	36.00±2.66cd	72.00±3.26def	80.00±2.98cd	100.00±0.00b	100.00±0.00b
F-53	44.00±2.66e	50.00±3.33efgh	64.00±2.66bcd	80.00±0.00cd	100.00±0.00b	100.00±0.00b

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Enjeksiyon yönteminde ölüm oranları yedinci günden itibaren %50'nin üzerine çıkmıştır ($F=80.71$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Dokuzuncu günde GOPT-DYYLD, GOPT-283 ve GOPT-158 izolatları %100 oranla en yüksek ölüme neden olmuşlardır ($F=94.89$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). On birinci günde tüm izolatlar %95' in üzerine çıkmıştır ($F=316.76$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$) (Çizelge 4.3).

4.2 Nimf Tek Doz Uygulamaları

Nimf tek doz uygulamaları 3. dönem nimfler kullanılmıştır.

4.2.1 Böceğe püskürtme uygulaması

Çekirgelere böceğe püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus uygulandıktan sonraki 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Böceğe püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge nimf bireylerin ortalama ölüm oranları (%)

İzolot Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)					
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün	11. Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	2.00±1.33a	2.00±1.33a	22.00±2.00a	22.00±2.00a
GOPT-DYYLD	62.00±2.00gh	72.00±3.26defg	98.00±2.00f	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-258	62.00±2.00gh	80.00±4.21efgh	96.00±2.66ef	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-228	72.00±3.26hi	90.00±3.33h	96.00±2.66ef	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-PB-2	66.00±3.05gh	82.00±2.00fgh	98.00±2.00f	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-283	14.00±1.63ab	54.00±3.05bc	88.00±3.26bcdef	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-562	24.00±3.71bc	58.00±2.00bcd	94.00±3.05def	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
F-12	26.00±3.05bcd	84.00±2.66gh	92.00±3.26cdef	96.00±2.66c	98.00±2.00bc	100.00±0.00b
F-53	30.00±3.33cde	62.00±1.33bcd	84.00±2.66bcde	86.00±3.05b	94.00±3.05b	100.00±0.00b
F-56	78.00±2.00i	92.00±3.26h	98.00±2.00f	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-123	36.00±2.66cde	58.00±3.59bcd	92.00±3.26cdef	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-158	38.00±2.00cde	54.00±3.05bc	76.00±2.66b	98.00±2.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-247	30.00±3.33cde	58.00±2.00bcd	76.00±2.66b	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-259	38.00±2.00cde	52.00±3.26b	84.00±2.66bcde	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-321	40.00±7.30de	66.00±3.05bcde	94.00±3.05def	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-331	56.00±2.66fg	68.00±3.26cdef	82.00±2.00bcd	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-375	24.00±2.66bc	54.00±3.05bc	92.00±3.26cdef	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-5-2	34.00±3.05cde	52.00±3.26b	80.00±2.98bc	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b
GOPT-228-1	42.00±2.00ef	54.00±3.05bc	96.00±2.66ef	100.00±0.00c	100.00±0.00c	100.00±0.00b

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Çekirgeye püskürtme 3. dönem nimf uygulamasın da birinci günde uygulamalar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Üçüncü günde GOPT-228(%72) ve F-56(%78) izolatlarının etkinliği diğer izolatlara oranla daha yüksek olmuş ve diğer izolatlardan istatistiki olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($F=45.63$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Beşinci günde GOPT-228 ve F-56 izolatları %90 ve üzerinde ölüm oranı gerçekleş olup kontrol ve diğer birçok izolatın önemli düzeyde yüksek etki göstermişlerdir ($F=47.91$;

df=18; 0.001<P<0.01). Yedinci günde tüm izolatlarda da %75'in üzerine çıkmıştır. On birinci gün itibarıyla tüm izolat uygulamalarında entomopatojen fungus etkinliği %90'nın üzerine çıkmıştır.

4.2.2 Besine püskürtme uygulaması

Marul yapraklarına besine püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus uygulandıktan sonra 3. dönem nimflerde 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Besine püskürtme uygulaması tek doz denemelerinde çekirge nimf bireylerin ortalama ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)					
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün	11. Gün	14. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	0.00±0.00a	6.00±2.66a	6.00±2.66a	22.00±2.00a	22.00±2.00a
GOPT-DYYLD	14.00±1.63bc	48.00±3.26c	64.00±2.66bc	90.00±3.33de	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-258	10.00±0.00abc	52.00±3.26cd	64.00±2.66bc	86.00±3.05d	96.00±2.66bcd	98.00±2.00b
GOPT-228	32.00±3.26ef	58.00±2.00cde	76.00±2.66cde	98.00±2.00e	98.00±2.00cd	100.00±0.00b
GOPT-PB-2	12.00±1.33abc	64.00±2.66de	78.00±2.00cdef	98.00±2.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-283	20.00±0.00cde	48.00±3.26c	74.00±3.05cd	92.00±3.26de	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-562	60.00±0.00h	86.00±3.05f	96.00±2.66h	100.00±0.00e	98.00±2.00cd	100.00±0.00b
F-12	6.00±1.63ab	6.00±1.63a	18.00±1.33a	46.00±3.05b	90.00±3.33bc	100.00±0.00b
F-53	4.00±1.63ab	24.00±2.66b	54.00±3.05b	66.00±3.05c	88.00±3.26b	100.00±0.00b
F-56	16.00±1.63bcd	58.00±2.00cde	80.00±0.00defg	86.00±3.05d	90.00±3.33bc	100.00±0.00b
GOPT-123	34.00±3.05fg	56.00±2.66cde	92.00±4.42fgh	96.00±2.66de	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-158	34.00±3.05fg	60.00±0.00cde	92.00±3.26fgh	98.00±2.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-247	46.00±3.05g	68.00±3.26e	82.00±2.00defgh	98.00±2.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-259	28.00±3.26def	54.00±3.05cd	94.00±3.05gh	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-321	34.00±3.05fg	52.00±3.26cd	86.00±6.00defgh	96.00±2.66de	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-331	28.00±3.26def	62.00±2.00de	90.00±3.33efgh	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-375	32.00±3.26ef	58.00±2.00cde	90.00±3.33efgh	96.00±2.66de	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-5-2	32.00±3.26ef	54.00±3.05cd	82.00±2.00defgh	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b
GOPT-228-1	34.00±4.26fg	62.00±2.00de	92.00±3.26fgh	100.00±0.00e	100.00±0.00d	100.00±0.00b

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Üç günlük inkübasyon süresi sonunda uygulamalar arasında önemli bir fark görülmemiştir ($F=36.56$; $df=18$; $0.001<P<0.01$). Beşinci günde GOPT-562 izolatı %85'in üzerinde etkinlik göstererek ön plana çıkmıştır. On birinci günde F-53(%88) izolatı hariç tüm izolatlarda %90'nın üzerinde ölüm oranı elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

4.2.3 Böceğe enjeksiyon uygulaması

Çekirge üçüncü dönem nimflere enjeksiyon yöntemi ile entomopatojen fungus uygulandıktan sonraki 3, 5, 7, 9, 11 ve 14. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Böceğe enjeksiyon uygulaması tek doz denemelerinde çekirge nimf bireylerin ortalama ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)					
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün	11. Gün	14. Gün
Kontrol	4.00±4.00a	6.00±6.00a	9.00±7.95a	10.00±7.88a	12.00±9.86a	22.00±9.16a
GOPT-DYYLD	52.00±3.26bcd	64.00±2.66cde	84.00±2.66cde	92.00±3.26cd	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-258	58.00±3.59d	78.00±2.00fg	96.00±2.66ef	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-228	80.00±0.00e	92.00±3.26hi	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-PB-2	60.00±0.00d	82.00±2.00gh	96.00±2.66ef	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-283	44.00±2.66bc	72.00±3.26efg	84.00±2.66cde	94.00±3.05cd	98.00±2.00b	98.00±2.00b
GOPT-562	82.00±2.00e	98.00±2.00i	96.00±4.00ef	98.00±2.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
F-12	8.00±3.26a	22.00±2.00b	64.00±2.66b	72.00±3.26b	100.00±0.00b	100.00±0.00b
F-53	14.00±1.63a	62.00±2.00cde	76.00±2.66bc	84.00±4.00bc	96.00±2.66b	100.00±0.00b
F-56	14.00±1.63a	56.00±2.21c	80.00±0.00cd	82.00±2.00bc	90.00±3.33b	90.00±3.33b
GOPT-123	40.00±2.98b	64.00±2.66cde	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-158	42.00±2.00bc	58.00±2.00cd	98.00±2.00ef	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-247	40.00±0.00b	64.00±2.66cde	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-259	40.00±0.00b	60.00±0.00cde	90.00±3.33cdef	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-321	48.00±3.26bcd	64.00±2.66cde	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-331	42.00±2.00bc	68.00±3.26cdef	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-375	54.00±3.05cd	70.00±3.33defg	94.00±3.05def	98.00±2.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-5-2	44.00±2.66bc	60.00±0.00cde	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b
GOPT-228-1	44.00±2.66bc	60.00±0.00cde	100.00±0.00f	100.00±0.00d	100.00±0.00b	100.00±0.00b

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Birinci günde uygulamalar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Üçüncü günde GOPT-228(%80) ve GOPT-562(%82) izolatlarının etkinliği diğer izolatlarla oranla daha yüksektir ($F=72.49$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Beşinci günde GOPT-228 ve GOPT-562 izolatları %90'nın üzerine çıkmıştır ve bunu GOPT-PB-2(%82), GOPT-258(%78) ve GOPT-283(%72) ölüm oranıyla takip etmiştir ($F=60.67$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). Yedinci günde GOPT-228, GOPT-123, GOPT-247, GOPT-321, GOPT-331, GOPT-5-2 ve GOPT-228-1 izolatları %100 ölüm oranı gerçekleşmiştir ($F=60.56$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$). On birinci günde tüm izolatlarda %90'na varan ölüm oranı görülmüştür ($F=64.40$; $df=18$; $0.001 < P < 0.01$) (Çizelge 4.6).

4.3 Ergin Böcek Doz-Ölüm Uygulamaları

Tek doz uygulamalarında görülen yüzde ortalama ölüm oranları ve kültür ortamındaki sporülasyon yoğunluğu dikkate alınarak GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatları ile 1×10^3 , 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 , 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozlarında uygulama yapılarak doz-ölüm çalışmaları yapılmıştır.

4.3.1 Böceğe püskürtme uygulaması

Çekirgenin erginlerine püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus doz-ölüm uygulamalarına ait 1, 3, 5, 7 ve 9. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. GOPT-228 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)				
	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00*	0.00±0.00a	4.00±1.63a	4.00±1.63a	5.00±1.66a
1×10^3	0.00±0.00a	6.00±1.63ab	22.00±2.00b	30.00±3.33b	46.00±3.05b
1×10^5	4.00±1.63ab	10.00±0.00b	28.00±3.26b	44.00±2.66c	64.00±2.66c
1×10^7	2.00±1.33ab	13.00±1.52b	32.00±3.26b	48.00±3.26c	68.00±3.26c
1×10^8	4.00±1.63ab	24.00±2.66c	44.00±2.66c	64.00±2.66d	92.00±3.26d
1×10^9	6.00±1.63b	32.00±3.26c	48.00±3.26c	74.00±3.05d	98.00±2.00d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Birinci, üçüncü ve beşinci gün sonunda ölüm oranları incelendiğinde dozlar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($F=77.80$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$). Yedinci günde 1×10^9 (%74) ve 1×10^8 (%64) izolatları %60’ ın üzerine çıkmıştır ($F=77.80$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$). GOPT-228 dokuzuncu günde 1×10^5 , 1×10^7 , 1×10^8 ve 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozlarında %50’ nin üzerinde etkinlik gösterdiği belirlenmiştir ($F=154.61$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$). En yüksek etki %98 ölüm oranıyla 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozunda görülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. GOPT-PB-2 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	3.00±1.52a	3.00±1.52a	5.00±1.66a
1x10 ³	11.00±1.00b	22.00±2.00b	34.00±3.05b	58.00±2.00b
1x10 ⁵	12.00±1.33b	24.00±2.66b	36.00±2.66b	60.00±0.00b
1x10 ⁷	13.00±1.52b	26.00±3.05b	44.00±2.66bc	70.00±3.33c
1x10 ⁸	14.00±1.63b	28.00±3.26bc	52.00±3.26cd	80.00±0.00d
1x10 ⁹	26.00±3.05c	38.00±2.00c	56.00±2.66d	88.00±3.26d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Beşinci güne kadar ölüm oranları incelendiğinde uygulamalar arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Yedinci günde 1x10⁹(%56) ve 1x10⁸(%52) konidiospor ml⁻¹ %50'nin üzerinde izolat etkinliği görülmüştür (F=49.45; df=5; 0.001<P<0.01). GOPT-PB-2 kodlu izolatın dokuzuncu günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozunda ölüm oranının %88'e ulaştığı belirlenmiştir (F=181.24; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.8).

4.3.2 Besine püskürtme uygulaması

Marul yapraklarına besine püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus doz-ölüm uygulamalarına ait 3, 5, 7 ve 9. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. GOPT-228 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	2.00±1.33a	5.00±2.23a	5.00±2.23a
1x10 ³	8.00±1.33ab	15.00±1.66b	24.00±2.66b	38.00±2.00b
1x10 ⁵	11.00±1.00b	22.00±2.00bc	32.00±3.26b	52.00±3.26c
1x10 ⁷	14.00±1.63b	28.00±3.26c	36.00±2.66b	62.00±2.00d
1x10 ⁸	26.00±3.05c	42.00±2.00d	52.00±3.26c	80.00±0.00e
1x10 ⁹	26.00±3.05c	46.00±3.05d	66.00±3.05d	84.00±2.66e

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-228 kodlu izolatın dozlar arasında beşinci güne kadar önemli bir fark görülmemiştir. Beşinci günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozu %46 ölüm oranıyla öne çıkmıştır (F=50.60; df=5; 0.001<P<0.01). Yedinci günde 1x10⁸ ve 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozları %50'nin üzerine çıkmıştır (F=54.76; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde

1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozu %84 ölüm oranıyla en yüksek etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir ($F=167.63$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. GOPT-PB-2 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	3.00±1.52a	4.00±1.63a	6.00±1.63a
1×10^3	6.00±1.63a	22.00±2.00b	38.00±2.00b	64.00±2.66b
1×10^5	6.00±1.63a	24.00±2.66b	40.00±0.00b	66.00±3.05b
1×10^7	14.00±1.63b	26.00±3.05b	54.00±3.05c	74.00±3.05b
1×10^8	18.00±1.33bc	28.00±3.26bc	60.00±0.00c	94.00±3.05c
1×10^9	22.00±2.00c	38.00±2.00c	60.00±0.00c	94.00±3.05c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-PB-2 kodlu izolatın dozları arasında yedinci güne kadar ölüm oranları bakımından önemli bir fark görülmemiştir. GOPT-PB-2 kodlu izolatın yedinci günde 1×10^7 konidiospor ml^{-1} dozunun %50' nin üzerinde, 1×10^8 ve 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozlarının %60 oranında ölüm gerçekleştirdiği görülmüştür ($F=169.00$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$). Dokuzuncu günde en yüksek ölüm oranı 1×10^8 ve 1×10^9 konidiospor ml^{-1} dozlarında izolat etkinliğinin %90' ın üzerine çıktığı belirlenmiştir ($F=133.35$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$) (Çizelge 4.10).

4.3.3 Böceğe enjeksiyon uygulaması

Çekirgenin erginlerine enjeksiyon yöntemi ile entomopatojen fungus doz-ölüm uygulamalarına ait, 3, 5, 7 ve 9. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. GOPT-228 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	4.00±1.63a	5.00±2.23a	5.00±2.23a
1x10 ³	2.00±1.33ab	20.00±0.00b	30.00±3.33b	46.00±3.05b
1x10 ⁵	8.00±1.33bc	22.00±2.00b	32.00±3.26b	46.00±3.26b
1x10 ⁷	16.00±3.05de	30.00±3.33b	38.00±2.00b	54.00±3.05b
1x10 ⁸	13.00±1.52cd	44.00±2.66c	58.00±2.00c	74.00±3.05c
1x10 ⁹	22.00±2.00e	48.00±3.26c	62.00±3.59c	80.00±0.00c

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-228 kodlu izolatın yedinci güne kadar ölüm oranları incelendiğinde uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Yedinci günde 1x10⁸ ve 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozları %55' in üzerine çıkmıştır (F=54.46; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde en yüksek etkiye 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozu %80 ölüm oranıyla sahip olduğu belirlenmiştir (F=96.97; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.12. GOPT-PB-2 izolatının neden olduğu ortalama ergin ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	1.00±1.00a	4.00±1.63a	4.00±1.63a	5.00±1.66a
1x10 ³	2.00±1.33a	16.00±1.63b	40.00±0.00b	50.00±3.33b
1x10 ⁵	4.00±1.63a	17.00±1.52b	42.00±2.00b	56.00±2.66b
1x10 ⁷	12.00±1.33b	28.00±3.26c	52.00±3.26c	68.00±3.26c
1x10 ⁸	18.00±1.33bc	32.00±3.26cd	54.00±3.05cd	84.00±2.66d
1x10 ⁹	24.00±2.66c	38.00±2.00d	62.00±2.00d	92.00±3.26d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Birinci, üçüncü ve beşinci günde uygulamalar arasında ölüm oranı bakımından fark olmadığı, yedinci günden itibaren ise 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozu %60' ı geçtiğini bunu takiben 1x10⁷ ve 1x10⁸ konidiospor ml⁻¹ dozlarının %50'yi geçtiği belirlenmiştir (F=81.83; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozu %92 ölüm oranıyla en yüksek etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (F=116.51; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.12).

4.4 Nimf Doz-Ölüm Uygulamaları

4.4.1 Böceğe püskürtme uygulaması

Çekirgenin 3. dönem nimflerine böceğe püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus doz-ölüm uygulamalarına ait 3, 5, 7 ve 9 günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. GOPT-228 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	4.00±1.63a	4.00±1.63a	5.00±1.66a
1x10 ³	14.00±1.63b	24.00±2.66b	38.00±2.00b	58.00±4.66b
1x10 ⁵	18.00±1.33bc	30.00±3.33bc	52.00±3.26c	82.00±4.66cd
1x10 ⁷	22.00±2.00bcd	36.00±2.66c	56.00±2.66cd	74.00±6.00bc
1x10 ⁸	24.00±2.66cd	48.00±3.26d	66.00±3.05d	92.00±3.26d
1x10 ⁹	28.00±3.26d	52.00±3.26d	78.00±2.00e	98.00±2.00d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Beşinci günde GOPT-228 numaralı izolatın 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozunda %50’nin üzerinde etkinlik gösterdiği görülmüştür ($F=37.05$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$). Beşinci günden itibaren 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozundaki ölüm oranı kontrol ve diğer dozlardan istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek olmuştur. Dokuzuncu günde uygulama yapılan tüm dozlarda izolat etkinliğinin %50’nin üzerine çıktığı en yüksek etki %98 ölüm oranı ile 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozunda belirlenmiştir ($F=71.46$; $df=5$; $0.001 < P < 0.01$) (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14. GOPT-PB-2 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	3.00±1.52a	3.00±1.52a	5.00±1.66a
1x10 ³	8.00±1.33ab	26.00±3.05b	40.00±0.00b	68.00±3.26b
1x10 ⁵	16.00±1.63bc	34.00±3.05bc	50.00±3.33bc	76.00±2.66bc
1x10 ⁷	22.00±2.00c	40.00±0.00cd	56.00±2.66c	78.00±2.00c
1x10 ⁸	32.00±3.26d	48.00±3.26de	72.00±3.26d	96.00±2.66d
1x10 ⁹	34.00±3.05d	52.00±3.26e	82.00±2.00d	100.00±0.00d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Beşinci günde GOPT-PB-2 numaralı izolatın 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozunda %50'nin üzerinde ölüm oranı görülmüştür (F=44.81; df=5; 0.001<P<0.01). Yedinci günde 1x10⁸ ve 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozlarının %70' in üzerinde etkinliği belirlenmiştir (F=131.21; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozunda %100 ölüm gerçekleşmiştir (F=223.71; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.14).

4.4.2 Besine püskürtme uygulaması

Çekirgenin 3. dönem nimflerine besine püskürtme yöntemi ile entomopatojen fungus doz-ölüm uygulamalarına ait 3, 5, 7 ve 9 günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.15. GOPT-228 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	2.00±1.33a	5.00±2.23a	5.00±2.23a
1x10 ³	8.00±1.33b	24.00±2.66b	40.00±0.00b	60.00±0.00b
1x10 ⁵	14.00±1.63bc	28.00±3.26bc	44.00±2.66bc	64.00±2.66b
1x10 ⁷	16.00±1.63c	36.00±2.66cd	54.00±3.05c	80.00±0.00c
1x10 ⁸	20.00±0.00cd	42.00±2.00d	68.00±3.26d	88.00±3.26cd
1x10 ⁹	24.00±2.66d	46.00±3.05d	74.00±3.05d	96.00±2.66d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Üç günlük inkübasyon süresi sonunda GOPT-228 uygulamaları arasında ölüm oranları bakımından bir fark görülmemiştir. Yedi günlük inkübasyon süresinin sonunda 1x10⁹

konidiospor ml⁻¹ dozu %74 ölüm oranı, bunu takiben 1x10⁸ konidiospor ml⁻¹ dozu %68 ölüm oranı belirlenmiştir (F=88.00; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde en yüksek ölüm oranı 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozu %96 oranında ölüm gerçekleşmiştir (F=214.37; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16. GOPT-PB-2 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	4.00±1.63a	4.00±1.63a	6.00±1.63a
1x10 ³	6.00±1.63ab	20.00±0.00b	40.00±0.00b	54.00±3.05b
1x10 ⁵	14.00±1.63bc	28.00±3.26bc	42.00±2.00b	64.00±2.66b
1x10 ⁷	18.00±1.33cd	30.00±3.33c	50.00±3.33b	86.00±3.05c
1x10 ⁸	24.00±2.66d	40.00±0.00d	66.00±3.05c	94.00±3.05cd
1x10 ⁹	26.00±3.05d	44.00±2.66d	68.00±3.26c	100.00±0.00d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre (p ≤ 0.05) istatistiki olarak fark yoktur.

Üç günlük inkübasyon süresi sonunda GOPT-PB-2 numaralı izolatın uygulamaları arasında ölüm oranları bakımından bir fark oluşmamıştır. Yedinci günde 1x10⁷, 1x10⁸ ve 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozlarında %50'i oranında ölüm gerçekleşmiştir (F=86.08; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozu %100 oranında ölüm belirlenmiştir (F=193.04; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.16).

4.4.3 Böceğe enjeksiyon uygulaması

Çekirgenin 3. dönem nimflerine böceğe enjeksiyon yöntemi ile entomopatojen fungus doz-ölüm uygulamalarına ait 3, 5, 7 ve 9. günlerdeki ölüm oranları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. GOPT-228 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	0.00±0.00a	4.00±1.63a	5.00±2.23a	5.00±2.23a
1x10 ³	12.00±1.33b	26.00±3.05b	40.00±0.00b	66.00±3.05b
1x10 ⁵	20.00±0.00b	30.00±3.33bc	44.00±2.66b	68.00±3.26b
1x10 ⁷	30.00±3.33c	38.00±2.00cd	56.00±2.66c	74.00±3.05bc
1x10 ⁸	32.00±3.26cd	48.00±3.26de	60.00±0.00cd	86.00±3.05cd
1x10 ⁹	40.00±0.00d	52.00±3.26e	68.00±3.26d	90.00±3.33d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

GOPT-228 kodlu izolatın 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozunda ölüm oranı beşinci günde %50' nin üzerinde çıkmıştır (F=37.40; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozundaki ölüm oranı %90 olarak belirlenmiştir (F=104.20; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.18. GOPT-PB-2 izolatının doza bağlı olarak neden olduğu ortalama nimf ölüm oranları (%)

İzolat Numarası	Ortalama Ölüm oranları (%)			
	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
Kontrol	1.00±1.00a	4.00±1.63a	4.00±1.63a	5.00±1.66a
1x10 ³	16.00±1.63b	28.00±3.26b	40.00±0.00b	66.00±3.05b
1x10 ⁵	16.00±1.63b	36.00±2.66b	52.00±3.26c	76.00±2.66bc
1x10 ⁷	20.00±0.00bc	38.00±2.00bc	60.00±0.00cd	86.00±3.05cd
1x10 ⁸	24.00±2.66c	48.00±3.26c	66.00±3.05d	94.00±3.05d
1x10 ⁹	24.00±2.66c	48.00±3.26c	78.00±2.00e	96.00±2.66d

*Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey çoklu karşılaştırma testine göre ($p \leq 0.05$) istatistiki olarak fark yoktur.

Üç günlük inkübasyon süresi sonucunda ölüm oranı bakımından önemli bir fark görülmemiştir. Yedinci günde GOPT-PB-2 numaralı izolatın 1x10⁵, 1x10⁷, 1x10⁸ ve 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozlarında ölüm oranı %50'nin üzerine çıkmıştır (F=151.20; df=5; 0.001<P<0.01). Dokuzuncu günde 1x10⁹ konidiospor ml⁻¹ dozundaki ölüm oranı %96 olarak belirlenmiştir (F=154.22; df=5; 0.001<P<0.01) (Çizelge 4.18).

4.5 Zaman-Ölüm Çalışmaları

Bu deneme *Beauveria. bassiana* izolatlarının *Poecilimon glandifer* üçüncü dönem nimf ve ergin bireylerine karşı ölüm üzerine zamanın etkisini belirlemek amacı ile gerçekleştirilmiştir. İzolatların uygulanmasından elde edilen verilerin analizlerinin sonuçlarında elde edilen probit doğrularına ait parametreler ve hesaplanmış olan LT ve LC değerleri verilmiştir.

Çalışmada kullanılan iki farklı *B. bassiana* izolatının (GOPT-228 ve GOPT-PB2) çekirge erginleri üzerine etkili olan farklı uygulamalara ait LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda *Beauveria bassiana* GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının 10⁸ konidiospor/ml⁻¹ dozunda çekirge erginleri üzerinde etkili olan LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

İzolat/Uygulama	Eğim ±SE	LT ₅₀ (%95 güven aralığı) (gün)	LT ₉₀ (%95 güven aralığı) (gün)	X ² (S.D)
GOPT-228/Besin	2.2±0.22	5.4 (4.8-6.2)	20.8 (15.8-30.9)	23.90
GOPT-228/Böcek	2.33±0.21	4.8 (4.4-5.3)	12.2 (10.4-15.1)	47.61
GOPT-228/Enjeksiyon	2.97±0.29	5.9 (5.3-6.5)	15.8 (13.0-20.9)	34.80
GOPT-PB-2/Besin	2.83±0.26	4.9 (4.2-5.8)	14.0 (10.6-20.2)	114.05
GOPT-PB-2/Böcek	2.74±0.28	6.4 (5.7-7.3)	18.7 (14.6-27.0)	53.55
GOPT-PB-2/Enjeksiyon	2.93±0.28	5.8 (5.2-6.5)	15.9 (12.9-21.6)	50.85

Çizelge 4.19 incelendiğinde GOPT-228 izolatının en düşük LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine sırasıyla 4.8 ve 12.2 gün ile böcek uygulamasında ulaşılmıştır. Diğer taraftan GOPT-PB-2 izolatında ise en düşük LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri besin uygulamasında elde edilmiştir. Ancak izolatların farklı uygulamalardaki LT₅₀ değerlerinin birbirine yakın olduğu görülürken LT₉₀ değerlerinde önemli sapmalar görülmektedir.

Beauveria bassiana GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının ergin çekirgeler üzerinde farklı uygulamalardaki LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerine bakıldığında en düşük LC₅₀ değerinin 3.1x10² konidiospor/ml⁻¹ dozuyla GOPT-PB-2 izolatının böceğe uygulamasında elde edildiği bunu 5.5x10³ konidiospor/ml⁻¹ dozu ile GOPT-228 böcek uygulamasının takip ettiği görülmektedir. Diğer taraftan LC₉₀ değerlerinin ise en düşük 2.1x10⁸

konidiospor/ml⁻¹ dozu ile GOPT-228 izolatının böcek uygulamasında elde edildiği görülürken bunu 3.7x10⁸ konidiospor/ml⁻¹ ile GOPT-PB-2 izolatının besin uygulamasının takip ettiği görülmektedir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda *Beauveria bassiana* GOPT-228 ve GOPT-PB2 izolatlarının çekirge erginleri üzerinde etkili olan LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

İzolat/Uygulama	Eğim ±SE	LC ₅₀ (%95 güven aralığı) (konidiospor m-1)	LC ₉₀ (%95 güven aralığı) (konidiospor m-1)	X ² (S.D)
GOPT-228/Besin	1.1±0.23	4.9x10 ⁴ (7.8x10 ³ -1.9x10 ⁵)	4.2x10 ¹⁰ (4x10 ⁹ -1.8x10 ¹²)	3.1
GOPT-228/Böcek	2±0.5	5.5x10 ³ (3.7x10 ³ -4.1x10 ⁵)	2.1x10 ⁸ (2.4x10 ⁶ -4.9x10 ²⁹)	19.0
GOPT-228/Enjeksiyon	0.2±0.8	2.5x10 ⁴ (4.3x10 ³ -2.7x10 ⁶)	1x10 ¹³ (2.6x10 ⁹ -9.4x10 ¹³³)	8.1
GOPT-PB-2/Besin	0.2±0.03	12.1x10 ² (12-1.3x10 ³)	3.7x10 ⁸ (5x10 ⁷ -9.7x10 ⁹)	45.9
GOPT-PB-2/Böcek	0.2±0.03	3.1x10 ² (11-4.8x10 ³)	1x10 ¹¹ (3.4x10 ⁹ -9.9x10 ¹³)	18.6
GOPT-PB-2/Enjeksiyon	0.2±0.03	4.9x10 ³ (4.3x10 ² -2.5x10 ⁴)	4.9x10 ⁹ (5.9x10 ⁸ -1.9x10 ¹⁹)	33.3

Beauveria bassiana GOPT-228 ve GOPT-PB2 izolatlarının 10⁸ konidiospor/ml⁻¹ konsantrasyonda çekirge nimflerine yapılan uygulamalarında ise yine izolatların LT₅₀ değerlerinin izolatlar ve uygulamalar arasında pek farklılık göstermediği 4-4.8 gün arasında değiştiği görülmektedir. Diğer taraftan LT₉₀ değerlerine bakıldığında GOPT-PB-2 izolatının böcek uygulamasında daha etkili olduğu, ancak GOPT-228 izolatında besin uygulamasının daha etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda *Beauveria bassiana* GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının 10⁸ konidiospor/ml⁻¹ dozunda çekirge nimfleri üzerinde etkili olan LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

İzolat/Uygulama	Eğim ±SE	LT ₅₀ (%95güvenaralığı) (gün)	LT ₉₀ (%95 güven aralığı) (gün)	X ² (S.D)
GOPT-228/Besin	2.85±0.25	4.8 (4.4-5.4)	13.6 (11.4-17.4)	40.34
GOPT-228/Böcek	3.17±0.28	4.3 (3.8-4.8)	15.1 (12.0-20.6)	48.74
GOPT-228/Enjeksiyon	2.53±0.24	4.7 (4.2-5.2)	15.0 (12.2-19.9)	27.42
GOPT-PB-2/Besin	2.60±0.23	4.6 (4.1-5.2)	14.3 (11.8-18.8)	45.40
GOPT-PB-2/Böcek	2.70±0.23	4.0 (3.6-4.4)	11.9 (10.0-14.4)	42.21
GOPT-PB-2/Enjeksiyon	2.66±0.23	4.4 (3.9-4.9)	13.2 (11.0-17.0)	43.50

Çekirge nimflerine yapılan uygulamaların LC değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. En düşük LC₅₀ değeri 7 spor/ml ile GOPT-228 izolatının böcek enjeksiyon uygulamasında elde edilmiş ve bunu 37 spor/ml ile GOPT-PB2 izolatının böcek uygulaması takip etmiştir. LC₉₀ değerlerine baktığımızda ise en düşük LC₉₀ değeri 1.6x10⁷ konidiospor/ml⁻¹

¹ dozu ile GOPT-PB-2 izolatının besin ve böcek uygulamasında gözlenmiştir ve bunu 3.6×10^7 konidiospor/ml⁻¹ ile GOPT-228 izolatının böcek uygulaması takip etmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Dokuz günlük inkübasyon süresi sonunda *Beauveria bassiana* GOPT-228 ve GOPT-PB-2 izolatlarının çekirge nimfleri üzerinde etkili olan LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

İzolat/Uygulama	Eğim ±SE	LC ₅₀ (%95 güven aralığı) (konidiospor m-1)	LC ₉₀ (%95 güven aralığı) (konidiospor m-1)	X ² (S.D)
GOPT-228/Besin	0.2±0.03	3.3×10^2 (11-2.6×10 ³)	2.7×10^8 (4.5×10 ⁷ -4.5×10 ⁹)	6.4
GOPT-228/Böcek	0.3±0.03	1.6×10^2 (6-1.2×10 ³)	3.6×10^7 (8.1×10 ⁶ -3.3×10 ⁸)	30.9
GOPT-228/Enjeksiyon	0.17±0.03	7 (0.01-3.5×10 ²)	1.5×10^{10} (5.4×10 ⁸ -2.1×10 ¹³)	5.3
GOPT-PB-2/Besin	0.3±0.03	1.6×10^3 (2.7×10 ² -5.7×10 ³)	1.6×10^7 (5×10 ⁶ -7.8×10 ⁷)	8.8
GOPT-PB-2/Böcek	0.3±0.03	37 (0.6-4.3×10 ²)	1.6×10^7 (3.4×10 ⁶ -1.6×10 ⁸)	20.6
GOPT-PB-2/Enjeksiyon	0.22±0.03	24.6 (0.3-3.3×10 ²)	2×10^7 (4×10 ⁶ -2.2×10 ⁸)	1.9

Sonuç olarak doz-ölüm çalışmasında kullanılan her iki izolatında virülanslık düzeyleri açısından birbirinden farklı olmadıkları görülmektedir. İzolatlar uygulama şekilleri açısından değerlendirildiğinde ise LT ve LC değerlerinin genel olarak böcek ve besin uygulamalarında daha düşük olduğu görülmektedir. Bu bulgular doğrultusunda her iki izolatında çekirge mücadelesinde en etkili olabileceği uygulama şeklinin böcek veya besine uygulaması olabileceği söylenebilir.

4.6 Mikosis Verileri

Çalışmalar sonucu elde edilen ölü böcekler üzerinde çevresel faktörler sebebiyle mikosis oluşumu çok az oranda gözlemlenmiş olup verileri dikkate alınmamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Entomopatojen funguslar topraktan elde edilen biyolojik etkinlikleri yapılan çalışmalarla ispatlanmış biyolojik mücadele etmenleridirler. Bakteriler, virüsler, protozoalar, riketsialar, nematodlar ve funguslar içerisinde bazı türler böceklerde patojen olup, konukçularının zayıflamalarına veya ölümlerine sebep olan organizmalardır (Kılıç ve Yıldırım, 2008). Bu tez çalışmasında Tokat ilinde bulunan farklı tarımsal üretim alanlarından alınan toprak örneklerinden elde edilen *Beauveria bassiana* türüne ait farklı entomopatojen fungus izolatları kullanılmıştır.

Tarım alanları ülkemizde ve tüm dünyada büyük bir alan kaplamaktadır. Çayır, mera ve yem bitkileri ekim alanları da hayvanların gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla tarım arazileri içerisinde önemli bir paya sahiptir. Bu alanlarda tarımsal ürün kaybına sebep olan çeşitli böcek türlerinden birisi de çekirgelerdir. Çekirge popülasyonlarının yoğun olduğu alanlarda beslenmeleri sonucunda yüksek oranda verim kaybı yaşanmaktadır. Çekirge afetleri özellikle XIX. yüzyılın son çeyreğinde Anadolu ve Arap yarımadasını etkisi altına alan bir sorun haline gelmiş, gerek devlet gerekse çiftçiler açısından büyük problemlere neden olmuştur. Çekirge afetleri sonucunda ekili araziler tahrip olmuş ve elde edilecek ürünler zarar görmüştür. Tarım arazilerini kısa sürede talan eden çekirge sürüleri, insanları kıtlık ve açlık gibi sorunlarla karşı karşıya bırakmıştır. Çekirge afetlerinin ortaya çıktığı dönemlerde tarımsal gelirlerin önemli ölçüde azaldığı bilinmektedir (Asan, 2017).

Çalışmalarımızda kullanılan böcek türlerinin tespitine yönelik Tokat ilinde yapılan sürvey çalışmasından elde edilen böcekler üzerinde yapılan taksonomik incelemeler sonucunda *Poecilimon glandifer* ve *Leptophyes albobittata* türlerinin teşhisi yapılmıştır. Erdem (1986) yılında Sivas ilinde yaptığı sürvey çalışmaları sonucunda araştırma bölgesinde Orthoptera takımının Pamphagidae, Acrididae, Tettigoniidae ve Gryllidae familyalarına ait toplam 36 türün tespit edildiğini belirtmiştir.

Mevcut çalışmada 3 farklı uygulama yöntemi (Böcek uygulaması, Besin uygulaması ve Böceğe enjeksiyon uygulaması) dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak entomopatojen fungusların böcekler üzerindeki öldürücü etkisinin arttığı gözlemlenmiştir. Tek doz uygulamalarında inkübasyon süresi arttıkça ölüm oranlarının arttığı gözlemlenmiştir. Tek doz ergin böcek püskürtme uygulamasında

yedi günlük inkübasyon süresi sonunda %100 ölüm oranıyla GOPT-228 nolu izolat, besine püskürtme uygulamasında %98 ölüm oranıyla GOPT-283 ve böceğe enjeksiyon uygulamasında %100 ölüm oranıyla GOPT-228 nolu izolat öne çıkarken, izolatların patojenisetelerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Burada elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlara paralellik göstermektedir. Cıbrın ve ark. (2017), topraktan izole ettikleri *B. bassiana* türlerinin etkinliğini 1×10^7 konidi/ml dozunda *Spodoptera littoralis* türü üzerinde biyoassay yöntemi tekniği ile denemişler ve çalışma sonucunda *Beauveria bassiana* izolatları oldukça etkili bulunmuş ve bunlardan BMAUM-E2003, BMAUM-E6001 ve BMAUM-M6001 için LT_{50} değerleri sırası ile 2.76, 3.97 ve 4.23 gün olarak hesaplandığını belirtmişlerdir. Güven ve ark. (2014) topraktan izole ettikleri entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* türlerinin *Aphis fabae* scop. üzerine etkinliğini laboratuvar ortamında 1×10^8 dozunda araştırmışlardır. Üçüncü günde istatistiki olarak en etkili olan *B. bassiana* izolatlarından BMAUM-A6-002(% 90.94), ile *M. anisopliae*(% 90.54) türlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Beşinci gün sonunda tüm entomopatojen fungus tür ve izotlarının *Aphis fabae* türünü enfekte ederek ölümlere neden olduğunu söylemişlerdir. Gök ve ark. (2018) *B. bassiana* izolatı ile yaptıkları çalışmada BMAUM M6-4 izolatı ile laboratuvar koşullarında 10^7 konidi/ml dozunda çam kese böceğinin ikinci dönem larvalarına uygulamışlardır. Çalışma sonucunda ikinci dönem larvaların entomopatojen fungus izolatlarına karşı oldukça hassas oldukları gözlenmiş ve uygulamadan en geç beş gün sonra %100 fungal enfeksiyonu ile ölüm gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Hem tek doz testlerinde hem de doz-ölüm testlerinde ergin çekirge bireylerinin üçüncü dönem nimf çekirge bireylerine göre entomopatojen fungus izolatlarına daha dayanıklı oldukları görülmüştür. Erginlerde ölüm oranlarındaki artış genel olarak yedi günlük inkübasyon süresinden itibaren kontrolden önemli düzeyde yüksek olurken nimf bireylerde bu üç günlük inkübasyon süresinden itibaren gerçekleşmiş ve beşinci günde bazı izolatlar %90 ve üzeri ölüme neden olmuştur. Bu durumun en önemli nedeni fungusun genetik çeşitliliği ve larvadan ergin döneme geçerken ki böcek kutikulasının sertleşmesidir. Wraight ve Ramos (2002)' un yaptığı çalışmaya göre *B. bassiana* patates böceğinin erken dönemde ki larvalarına karşı daha çok virulent bulunmuştur. Bu sonuçlar önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlara paralellik göstermektedir.

Avan ve Kotan (2021), yaptıkları araştırmalar sonucunda biyolojik m¼cadelede kullanılan entomopatojenik fungusların zararlı b¼cek pop¼lasyonlarının doğal dengesinin sağlanması ve mikorizal fungusların, bitki, toprak ve bitki patojenleri ile arasındaki etkileşimlerinin biyolojik m¼cadelede önemli bir konumda olduğunu belirtmişlerdir. Kılınç (2020) patates b¼ceęiyle yaptığı entomopatojen fungus çalışmalarında *B. bassiana* ve *M. anisopliae* t¼rlerini b¼ceęe p¼sk¼rtme, b¼cek daldırma, besine p¼sk¼rtme ve b¼ceęe enjeksiyon şeklinde b¼ceęin ergin ve larva d¼nemlerine uygulamalar yapmıştır. alışmalar sonucunda larva d¼nemindeki b¼ceklerin ergin b¼ceklere oranla entomopatojen funguslara karşı daha hassas olduğunu ve *B. bassiana* izolatlarının *M. anisopliae* izolatlarına oranla daha etkili olduğunu belirtmiştir. Yine alışma sonuçlarına g¼re entomopatojen fungusların etkinliğinin b¼ceęe p¼sk¼rtme ve b¼cek daldırma uygulamalarında b¼ceęe enjeksiyon ve besine p¼sk¼rtme uygulamalarına oranla daha y¼ksek olduğunu belirtmiştir.

Yapılan probit analiz sonuçlarına g¼re ergin *Poecilimon glandifer* bireylerinde LC_{90} değeri 2.1×10^8 spor/ml konsantrasyonuyla ve LT_{90} değeri 12.2 g¼n ile GOPT-228 numaralı *Beauveria bassiana* izolatı b¼ceęe p¼sk¼rtme uygulamasında en y¼ksek etkiyi g¼stermiřtir. Üç¼nc¼ d¼nem nimf *P. glandifer* bireylerinde LC_{90} değeri 1.6×10^7 spor/ml konsantrasyonuyla ve LT_{90} değeri 14.3 g¼n ile GOPT-PB-2 numaralı *B. bassiana* izolatı besine p¼sk¼rtme uygulamasında en y¼ksek etkiyi g¼stermiřtir. Polat (2017) yaptığı çalışmada entomopatojen fungus *B. bassiana* patates b¼ceęi üzerine zaman-¼l¼m denemeleri y¼r¼tm¼řt¼r. Yapılan analiz sonuçlarına g¼re LC_{50} değeri 1.4×10^6 konidiospor ml^{-1} ve LT_{50} değeri 10.63 g¼n ile GOPT-552 numaralı *B. bassiana* izolatı %90 ¼l¼m oranı ile en y¼ksek etkiyi g¼sterdięini bildirmiştir. Yıldız (2015) entomopatojen fungus izolatlarının çeşitli hastalıkların vekt¼rl¼ę¼n¼ yapan *C. quinquefasciatus* ve *A. aegypti* larvaları ¼zerinde, mikrobiyal m¼cadele ajanı olarak kullanılma potansiyelleri araştırılmış olup Tween 80 bazlı uygulamalarda *C. quinquefasciatus* ve *A. aegypti* larvalarının LT_{50} değerlerine bakıldığında *C. quinquefasciatus* larvalarının ortalama 1.9120 g¼nde, *A. aegypti* larvalarının ise 3.8172 g¼nde ¼ld¼ę¼n¼ tespit etmişlerdir. Tween 80 bazlı uygulamaların sivrisinek t¼rleri ¼zerinde LT_{50} değerleri açısından fark olmadığını bildirmişlerdir. Yapılan bu t¼r deneylerde hedef canlının ¼zerinde farklı konsantrasyonların denenmesindeki amaç vir¼lansta oluşabilecek k¼¼k değişiklikleri g¼zlemleyebilmektir.

Sonuç olarak; çekirgeler popülasyonlarının yoğun olması durumunda tarımsal alanlara ve ayır-meralara önemli hasarlar verebilmektedir. Ülkemizde farklı bölgelerde yapılan çalışmalar sonucunda birçok ekirge türünün tespitinin yapıldığı bilinmektedir. Entomopatojen funguslar hem çevreye zararsız olmaları hem de yukarıda örnekleri verildiği gibi zararlı organizmalar üzerinde yüksek oranda patojenisite göstermeleri sebebi ile tarımsal zararlılar ile mücadelede önemli kullanım potansiyeli olan organizmalardır. Yaptığımız alışma sonucunda elde ettiğimiz veriler ışığında entomopatojen fungusların çekirgeler üzerinde insektisidal etkilerinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ülkemizde ve dünyada çekirgeler ile entomopatojenik mücadele çalışmalarının çok az olması sebebiyle bu konuda yapılacak çalışmaların artması gerektiği kanaatindeyiz.

6. KAYNAKÇA

- Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 93-101. S, Ankara.
- Altın, M., Orak, A., ve Tuna, C., 2009. Yem Bitkilerinin Sürdürülebilir Tarım Açısından Önemi. Tarımsal Üretim ve Geliştirme Müdürlüğü, 11-28.
- Anonim, 2015. <http://www.fao.org> (12.11.2021).
- Anonim, 2018. [http://www.turktarim.gov.tr/Haber/33/tarim-ve-cografya-\(12.11.2021\)](http://www.turktarim.gov.tr/Haber/33/tarim-ve-cografya-(12.11.2021)).
- Anonim, 2019. <https://kriterdergi.com/ekonomi/tarimin-stratejik-onemi> (15.11.2021).
- Anonim, 2019. <http://www.fao.org/3/ca3229tr/CA3229TR.pdf> (17.11.2021).
- Anonim, 2020. https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzecontent/ders/tarim_cografyasi/13/index.html (17.11.2021).
- Anonim, 2020. <https://databank.worldbank.org/home.aspx> (15.11.2021).
- Anonim, 2020. <https://ereglitb.org.tr/wp-content/uploads/2019/07/TARLA-B%C4%B0TK%C4%B0LER%C4%B0N%C4%B0N-TANIMI-VE-%C3%96NEM%C4%B0%C4%B0.pdf> (15.11.2021).
- Anonim, 2020. *investtokat*. <http://www.investtokat.com/tr-TR/sektorler/tarim> (15.11.2021).
- Anonim, 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (19.11.2021).
- Asan, H., 2017. Diyarbakır vilayetinde meydana gelen çekirge afetleri (1886-1919). History Studies International Journal of History, 9(4), 1–18.
- Avan, M., Kotan, R., 2021. Fungusların mikrobiyal gübre veya biyopestisit olarak tarımda kullanılması. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 3(1), 167-191.
- Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., ve Karadağ, Y., 2009. Yem bitkileri (genel bölüm) Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Tarım ve köyişleri bakanlığı, tarımsal üretim ve geliştirme genel müdürlüğü cilt 1.
- Azizoğlu, U., Bulut, S., ve Yılmaz, S., 2012. Organik Tarımda Biyolojik Mücadele; Entomopatojen Biyoinsektisitler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri, 375-381.
- Balabanlı, C., Türk, M. ve Yüksel, O., 2009. Erozyon ve çayır-mera ilişkileri. Turkish Journal of Forestry, 6(2), 23 - 34.
- Bezer, M., Gokkus, K., Kocaoglu, B., Erol, B. ve Güven, O., 2006. Transient osteoporosis of the hip in pregnancy: a report of three cases. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 38 (3), 229-232.

- Büyükburç, U., ve Arkaç, Z., 2000. Meraların Korunma ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği Beşinci Teknik Kongresi, Ankara, 355-342.
- Clancy, L.M., Cooper, A.L., Griffith, G.W. and Santer, R.D., 2016. Increased Male-Male Mounting Behaviour in Desert Locusts during Infection with an Entomopathogenic Fungus. Scientific Reports, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-05800-4>
- Cıbrın, İ., Güven, Ö., ve Karaca, İ., 2017. Bazı entomopatojen fungusların *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerine etkilerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (3), 159-165.
- Çakmak, E., ve Akder, E., 2005. DTÖ ve AB'deki Gelişmeler ışığında 21. Yüzyılda Türkiye Tarımı. TUSIAD.
- Çam, H., Gökçe, A., Yanar, Y. ve Kadioğlu, Ğ., 2002. Entomopatojen Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.'nın Patates Böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say Üzerindeki Etkisi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül, Erzurum, 359-364.
- Dakhel, W.H., Latchininsky, A.V., and Jaronski S.T., 2019. Efficacy of Two Entomopathogenic Fungi, *Metarhizium brunneum*, Strain F52 Alone and Combined with *Paranosema locustae* against the Migratory Grasshopper, *Melanoplus sanguinipes*, under Laboratory and Greenhouse Conditions. Insects, 10(4). <https://doi.org/10.3390/insects10040094>
- Deacon, J. W., 1983. Microbial Control of Pests and Diseases. *Van Nostrand Reinhold*, 31-41.
- Demirbağ, Z., Nalçacıoğlu, R., Katı, H., Demir, İ., Sezen, K., ve Ertürk, Ö., 2008. Funguslar ve Biyolojik Mücadele. Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele, 175-241.
- Erdem, U., 1986. Sivas ilindeki bazı çekirge (orthoptera) türleri üzerinde sistematik çalışmalar ile bunların biyolojik gözlemleri. Cumhuriyet Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Sivas.
- Erdoğan, P., 2006. Sebze ve Yem Bitkilerinde Görülen Zararlılar ve Mücadele Yöntemleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, 1-10.
- Evans, H. C., 1982. Entomogenous fungi in tropical forest ecosystems an appraisal. Ecological Entomology, 47-60.
- Gillespie, J.P., Burnett, C. and Charnley, A.K., 1999. The immune response of the desert locust *Schistocerca gregaria* during mycosis of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* var *acridum*. Journal of Insect Physiology, 46, 429-437.
- Gülcan, H. ve Anlarsal, A.E. 1992. GAP bölgesinde sulu koşullar altında yetiştirilebilecek yonca çeşitlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Ç.Ü.Ziraat

- Fakültesi GAP Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi Kesin Sonuç Raporu. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi yay .no:32,GAP yayınları No:61.Adana.15 s.
- Güven, Ö., Baydar, R., Temel, C. ve Karaca, Ğ., 2014. Bazı entomopatojen fungusların *Aphis fabae* (Scopoli)(Hemiptera: Aphididea) üzerine etkileri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 5(2), 149-158.
- Gökkuş, A., ve Koç, A., 2001. Mera ve Çayır Yönetimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları: 228.
- Gök, S., Güven, Ö., ve Karaca, İ., 2018. Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın çam kese böceği (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams)'nin farklı dönemlerine etkileri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 9 (1), 7-19.
- Hajek, A. E., Soper, R. S., Roberts, D. W., Anderson, T. E., Biever, K. D., Ferro, D. N., LeBrun, R. A., and Storch, R. H., 1987. Foliar applications of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin for control of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera:Chrysomelidae): an overview of pilot test results from the northern United States. The Canadian Entomologist, 119(11), 959 - 974.
- Inglis, D.G., Johnson, D.L., Cheng, K.J., and Goettel M.S., 1996. Use of Pathogen Combinations to Overcome the Constraints of Temperature on Entomopathogenic Hyphomycetes against Grasshoppers. Biological Control, 8(2), 143-152.
- James, P.J., Kershaw, M.J., Reynolds, S.E.and Charnley, A.K., 1993. Inhibition of Desert Locust (*Schistocerca gregaria*) Malpighian Tubule Fluid Secretion by Destruxins, Cyclic Peptide Toxins from the Insect Pathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. Journal of Insect Physiology, 39(9), 797-804.
- Kılıç, E., ve Yıldırım, E., 2008. Beyazsineklerin (Homoptera: Aleyrodidae) mücadelesinde entomopatojen fungusların kullanım imkanları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(2), 249-254.
- Kılınç, M., 2020. Bazı Entomopatojen Fungus İzolatlarının İn-Vivo Ve İn-Vitro Şartlarda Patates Böceği'ne [*Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)] İnsektisidal Etkisinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. (Y. Lisans tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Tokat.
- Lekimme, M., Mignon, B., Tombeux, S., Focant, C., Marechal, F., ve Losson, B., 2006. In vitro entomopathogenic activity of *Beauveria bassiana* against *Psoroptes* spp. (Acari: Psoroptidae), Veterinary Parasitology, 139, 196-202.
- Öncüler, C., 1984. Zararlı böceklerle karşı biyolojik savaşta entomopatojen funguslar. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 177-189.
- Özkan, U., 2020. Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırılmalı genel bakış ve değerlendirme. Turkish Journal Of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 29-43.

- Pelit, M., 2017. Yeşil Çekirgelere Karşı Uygulama Mücadele Raporu. Tokat Tarım İl Müdürlüğü.
- Pelizza, S.A., Mariottini, Y., Russo, L.M., Vianna, F.M., Scorsetti, A.C., and Lange, C.E., 2018. Application of *Beauveria bassiana* using different baits for the control of grasshopper pest *Dichroplus maculipennis* under field cage conditions. Journal of King Saud University - Science, 31(4), 1511-1515.
- Pelizza, S.A., Medina, H., Ferreri, N.A., Eliades, L.A., Pocco, M.E., Stenglein, S.A., and Lange, C.E., 2017. Virulence and enzymatic activity of three new isolates of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) from the South American locust *Schistocerca cancellata* (Orthoptera: Acrididae). Journal of King Saud University - Science, 32 (1), 44-47.
- Polat, İ., 2017. Tokat İli Orman Alanlarından İzole Edilen Entomopatojen Fungusların Patates Böceği (*Leptinotarsa decemlineata* (Say)) (Coleoptera: Chrysomelidae)'ne Etkisinin Belirlenmesi (Y. Lisans tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. Tokat.
- Quesada-Moraga, E., and Vey, A., 2003. Bassiacridin, a protein toxic for locusts secreted by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Mycological Research, 108(4), 441 - 452
- Sambeek, J. V. and Wiesner, A., 1999. Successful Parasitization of Locusts by Entomopathogenic Nematodes Is Correlated with Inhibition of Insect Phagocytes. Journal of Invertebrate Pathology, 73(2), 154-161.
- Sanchez-Pena, S. R., San-Juan Lara, J., and Medina , R. F., 2011. Occurence of entomopathogenic fungi from agricultural and natural ecosystems in santillo, mexico, and their virulence towards thrips and whiteflies. *Journal of Insect Science*, 1-10.
- Sangbaramou, R., Camara, I., Huang, X., Shen, J., Tan, S., ve Shi, W., 2018. Behavioral thermoregulation in *Locusta migratoria manilensis* (Orthoptera: Acrididae) in response to the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*. *PLoS ONE*, 13(11), 1–19.
- Serin, Y., Tan, M., 2001. Yem Bitkileri Kültürüne Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 206, 217.
- Serin, Y., Tan, M., 2001. Baklagil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 190, 177.
- Sosnowska, D., Balazy, S., Prishchepa , L., ve Mikulskaya, N., 2004. Biodiversity of Arthropod Pathogens in the Bialowieza Forest. Journal of Plant Protection Research, 313-321.
- Talim, M., Saner, G., ve Ardıç, E., 1990. Türk Tarımında Yapısal Sorunlar ve Yapının İyileştirilmesi. Türkiye Ziraat Mühendisliği 3. Teknik Kongresi, 9-24.

- Tansı, V., Kuşvuran, A., ve Nazlı, R., 2011. Türkiye' de ve Batı Karadeniz Bölgesi' nde çayır mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2), 21-32.
- Tekeli, A. S., Baytekin, H., Şılbır, Y., Kendir, H., Deveci, M., Tan, A., ve Ateş, E., 2005. Meraların korunma ve kullanımı. *Türkiye Ziraat Mühendisliği, VI. Teknik Tarım Kongresi*, 3-7.
- Tosun, F., ve Altın, M., 1981. Çayır-Mera-Yayla Kültürü ve Bunlardan Faydalanma Yöntemleri. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun.
- Tutkun, E., ve Ünal, G., 1986. Kuzeybatı Anadolu'da *Poecilimon anatolicus* Ramme (Orthoptera : Tettigoniidae)'un zararına ait gözlemler. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 10 (2), 93 - 98.
- Yalçın, H., Aykas, E., ve Evrenosoğlu, M., 2003. Koruyucu Tarım ve Koruyucu Toprak İşleme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2), 153-160.
- Yıldız, S.S., 2015. Entomopatojen Fungus *Beauveria bassiana* ve *Paecilomyces fumosoroseus* Sporlarının Bazı Vektör Sinekler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi (Y. Lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Yücel, S., Pala, H., Ulubilir A., ve Yiğit, A., 1995. Seralarda Pamuk Beyazsineği, *Bemisia tabaci* Genn.'ye karşı entomopatojen fungus, *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas'nin etkinliğinin belirlenmesi, 211-215. VII. Fitopatoloji Kongresi Bildiriler (26-29 Eylül 1995, Adana), Türkiye Fitopatoloji Derneği Yayınları.
- Youssef, N., 2014. Effect of certain entomopathogenic fungi and nematode on the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskal). *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1),125-131.
- Wraight, S.P. and Ramos, M.E., 2002. Application Parameters Affecting Field Efficacy of *Beauveria bassiana* Foliar Treatments against Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Biological Control*, 23(2), 164– 178.

7. ÖZGEÇMİŞ

