

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ENTOMOPATOJEN FUNGUS, *BEAUVERIA BASSIANA*
(BALSAMO) VUILLEMIN (ASCOMYCOTA:
HYPOCREALES)’NİN İKİ FARKLI İZOLATININ *MYZUS*
***PERSICAE* SULZER (HEMIPTERA: APHIDIDAE) ÜZERİNE**
ETKİLERİ

Gizem BERBER

Danışman
Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ

ISPARTA – 2020



© 2020 [Gizem BERBER]

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

17/07/2020

Gizem BERBER



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Entomopatojen İle İlgili Literatür Özetleri	4
2.2. Yaşam Çizelgesi İle İlgili Literatür Özetleri	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Biber bitkilerinin yetiştirilmesi	14
3.2.2 <i>Myzus persicae</i> bireylerinin üretimi	14
3.2.3. Entomopatojen fungusların hazırlanması	15
3.2.4. Denemelerin kurulması	16
3.2.5. Denemelerin değerlendirilmesi	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	20
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	35
ÖZGEÇMİŞ	40

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ENTOMOPATOJEN FUNGUS, *BEAUVERIA BASSIANA* (BALSAMO) VUILLEMIN (ASCOMYCOTA: HYPOCREALES)'NIN İKİ FARKLI İZOLATININ *MYZUS PERSICAE* SULZER (HEMIPTERA: APHIDIDAE) ÜZERİNE ETKİLERİ

Gizem BERBER

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ

Bu çalışmada *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) üzerine entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda *B. bassiana*'nın her iki izolatının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozları kullanılmıştır. Her bir doz ve kontrol grubu için denemeler 50 birey üzerinden yürütülmüştür. Günlük olarak yavru bireyler kontrol edilmiş ve vücut atıkları ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Her bir petri kabındaki yavrular 2. veya 3. nimf dönemine geldiğinde entomopatojen fungusun spor süspansiyonuna beş saniye süre ile daldırılmıştır. Yüzde ölüm oranlarını hesaplamak amacıyla uygulamadan sonraki 3., 5., 7. ve 9. günlerdeki canlı birey sayıları kaydedilmiştir. Ayrıca günlük kontroller tüm bireyler ölünceye kadar yapılmış ve elde edilen veriler üzerinden bazı yaşam çizelgesi parametreleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre, doz arttıkça ölüm oranlarının da arttığı belirlenmiştir. En iyi etki her iki izolatta da 10^8 konidi ml^{-1} doz uygulamalarında görülmüştür. LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 konidi ml^{-1} uygulamasındaki LT_{50} değerleri sırasıyla 6.19 ve 5.5 gün olarak bulunmuştur. LD.2016 izolatının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerinin r_m değerleri sırasıyla 0.340, 0.352 ve 0.337 dişi/dişi/gün olarak, M6-4 izolatının ise 0.292, 0.263, 0.268 dişi/dişi/gün olarak hesaplanmıştır. Kontrol bireylerinin ise 0.280 dişi/dişi/gün olduğu belirlenmiştir. Doz arttıkça l_x ve m_x değerleri azalmıştır. Ayrıca *M. persicae* bireylerinin l_x ve m_x değerleri üzerine uygulanan Weibull ve Enkegaard modelleri entomopatojenin her iki izolatında da uyumluluk göstermiştir. Sonuç olarak insanlara ve çevreye daha az zararı olan entomopatojen fungus *B. bassiana* izolatlarının *M. persicae* kontrolünde biyolojik mücadele etmeni olarak kullanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biber, Biyolojik mücadele, Entegre zararlı yönetimi, Mortalite, Yaprakbiti, Weibull

2020, 40 sayfa

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

EFFECTS OF TWO DIFFERENT ISOLATES OF ENTOMOPATHOGEN FUNGUS, *BEAUVERIA BASSIANA* (BALSAMO) VUILLEMIN (ASCOMYCOTA: HYPOCREALES) ON *MYZUS PERSICAE* SULZER (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Gizem BERBER

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Plant Protection

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ

The study aimed to determine the effectivity of LD.2016 and M6-4 isolates of entomopathogen *Beauveria bassiana* on *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). In this context, the doses of 10^6 , 10^7 and 10^8 conidi.ml⁻¹ for isolates were used. Experiments for each dose and control group were conducted on 50 individuals. The offsprings were checked daily and body wastes were removed from petri dishes. The aphids reached the 2nd or 3rd nymph period were dipped in the spore suspension of the entomopathogen for five seconds. To calculate the mortality on the 3rd, 5th, 7th and 9th days after the application the living individuals were recorded. The daily controls were lasted until all individuals were died and some parameters of life table were determined. Based on the data obtained, it is determined that as the dose increases, the mortality rates also increase. The highest effects of both isolates were found at the doses of 10^8 conidi.ml⁻¹. LT₅₀ values of LD.2016 and M6-4 isolates were 6.19 and 5.5 days, respectively at 10^8 conidi.ml⁻¹ dose. The r_m values of the individuals exposed to the doses of 10^6 , 10^7 and 10^8 conidi.ml⁻¹ were calculated as 0.340, 0.352, and 0.337 females/females/day, respectively for the LD.2016 isolate and 0.292, 0.263, and 0.268 females/females/day for the M6-4 isolate. The value was 0.280 females/females/day for the control individuals. While the dose was increased, the values of l_x and m_x parameters were decreased, too. Besides, the Weibull and Enkegaard models applied on the l_x and m_x values were fitted on the data obtained from both isolates. As a result, it is thought that the isolates of entomopathogen *B. bassiana*, less harmful to humans and the environment, can be used as a biological control agent in the controlling of the pest.

Key Words: Pepper, Biological control, Integrated pest management, Mortality, Aphid, Weibull

2020, 40 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ali Kemal BİRGÜCÜ'ye,

Çalışma süresince bana desteklerinden dolayı Sayın Prof. Dr. İsmail KARACA'ya,

Böcek üretimi ve bitki yetiştirme konularındaki yardımlarından dolayı Yük. Orman Müh. Tuğçe ÖZEK'e ve sevgili arkadaşım İbrahim TORTOP'a,

Tüm eğitim hayatım boyunca hiçbir zaman benden desteklerini esirgemeyen sevgili aileme

Teşekkür eder, sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Gizem BERBER
ISPARTA, 2020

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Denemede kullanılan entomopatojen fungus <i>Beauveria bassiana</i> a) BMAUM M6-4 ve b) BMAUM LD.2016 izolatları.....	13
Şekil 3.2. İklim odasında yetiştirilen biber bitkileri.....	14
Şekil 3.3. Biber bitkisi üzerinde yetiştirilen <i>Myzus persicae</i> bireyleri	15
Şekil 3.4. Denemelerin kurulması a) <i>Myzus persicae</i> bireylerinin popülasyonun oluşturulması b) Biber yaprakları üzerine yeni doğmuş bireylerin aktarılması c) İkinci veya üçüncü nimf dönemine gelmiş bireylere entomopatojen fungus uygulaması	16
Şekil 3.5. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerindeki fungus gelişiminin aşamaları.....	17
Şekil 4.1. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 dozuna maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yüzde ölüm oranları üzerine çizilmiş regresyon eğrisi ($P<0.01$) ve LT_{50} değeri.....	22
Şekil 4.2. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) ve doğurganlık oranları (m_x)	24
Şekil 4.3. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerine uygulanmış Weibull dağılım modelleri.....	30
Şekil 4.4. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranları (m_x) üzerine uygulanmış Enkegaard regresyon modelleri.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinde görülen yüzde ölüm değerleri (%)	20
Çizelge 4.2. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin gelişme ve yaşam süreleri (Gün).....	26
Çizelge 4.3. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin günlük ve toplam yavru sayıları	27
Çizelge 4.4. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşam çizelgesi parametreleri	28
Çizelge 4.5. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerine uygulanmış Weibull dağılım modelinin parametreleri	30
Çizelge 4.6. <i>Beauveria bassiana</i> 'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranları (m_x) üzerine uygulanmış Enkegaard regresyon modellerinin parametreleri	33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a ve b	Sabit katsayılar
b	Weibull dağılım modeli ölçü parametresi
c	Weibull dağılım modeli şekil parametresi
cm	Santimetre
e	Doğal logaritma tabanı
GRR	Toplam üreme oranı
LC ₅₀	Yüzde 50 ölüm konsantrasyonu
ln	Doğal logaritma
LT ₅₀	Popülasyonun %50'sinin öldüğü süre
LT ₉₀	Popülasyonun %90'ının öldüğü süre
l _x	Yaşa bağlı canlılık oranı
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
m _x	Doğurganlık oranı
R ₀	Net üreme gücü
R ²	Enkegaard regresyon modeli belirleme katsayısı
r _m	Kalıtsal üreme yeteneği
RSS	Artık kareler toplamı
SDA	Sabouraud Dekstrozu Agar
T ₀	Ortalama döl süresi
T ₂	Popülasyonun ikiye katlanma süresi
x	Zaman
λ	Günlük maksimum üreme değeri
%	Yüzde
Σ	Toplam sembolü
©	Telif hakkı
®	Tescilli marka
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Polifag bir zararlı olan yeşil şeftali yaprakbiti, *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) ülkemizde farklı bitkiler üzerinde zararlı olup uygun koşullarda yıl boyunca üremeye ve zarar yapmaya devam edebilmektedir (Velioğlu ve Toros, 2002). *M. persicae* bireyleri bitkilerin özsuynunu emerek zararlı olup emgi sırasında da bitkiye toksik madde salgırlar ve ballımsı madde salgılayarak da fumajine neden olurlar. Bunun yanında, yeşil şeftali yaprakbitinin diğr bir zararı ise virüs vektörü olmasıdır (Özçelik vd., 2013). Ayrıca *M. persicae*, çok fazla konukçuya sahip olması, yılda birçok döl vermesi ve kısa sürede üremesi sebebiyle mücadelesi zor bir zararlıdır (Özçelik vd., 2013).

Birçok zararlıda olduğı gibi *M. persicae* ile mücadelede de kimyasal pestisitler kullanılmaktadır. Kimyasal pestisitlerin ürünlerde kalıntı bırakması, insan ve çevreye olan olumsuz etkileri ve zararlılarda direnç oluşturmaları dolayısıyla alternatif mücadele yöntemi olan biyolojik mücadeleye yönelim olmuştur (Erdoğan, 2015). Kimyasal mücadelenin insanlara ve çevreye olan olumsuz etkileri düşünüldüğünde biyolojik mücadele en güvenilir mücadele yöntemlerinden biridir. *M. persicae* mücadelesi için şimdiye kadar pek çok biyolojik savaş etmeni üzerinde çalışılmıştır (Özçelik vd., 2013).

Zararlılarda hastalığa sebep olan mikroorganizmaların, zararlılar ile mücadelede kullanılmasına mikrobiyal savaş denir. Mikroorganizmalar yapay besiyerlerinde kültüre alınarak uygun bir ortamda ve zamanda zararlı böceklerle karşı dengeli bir şekilde uygulanırlar (Çelebi, 2012). Entomopatojen funguslar doğrudan böcek kutikulasından giriş yaptığı için zararlı tarafından yenilerek vücut içerisine alınmalarına gerek yoktur. Bundan dolayı, besin kaynağı bitki özsuynı olan böceklerin mücadelesinde entomopatojen funguslar önemli bir yere sahiptir. Yaklaşık olarak 1900’lü yıllardan beri entomopatojen funguslardan biyolojik savaş etmeni olarak faydalanılmaktadır (Sevim vd., 2015).

Zararlılara karşı 90 cinse ait 700’den fazla entomopatojen fungus türü belirlenmiştir. Dünya’nın pek çok yerinde zararlılara karşı *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Isaria fumosorosea* (=Paecilomyces

fumosoroseus) Wize ve *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams gibi fungus türlerinin preparatları ticari amaç doğrultusunda geliştirilmektedir (Rath, 2000). Entomopatojen fungusların memelilere karşı zehirli olmamaları, zararlılarda direnç oluşturmamaları, doğada uzun süreli mücadele etmeleri, böceğin bütün gelişme dönemlerinde etkili olabilmeleri, çoğu insektisitler ile beraber uygulanabilmeleri, ucuz ve uygulamalarının kolay olması gibi pek çok kayda değer yararları bulunmaktadır (Sevim vd., 2015). Bitki ile beslenen böceklerin mücadelesinde ticari şekilde üretilmiş *B. bassiana* ve *M. anisophila* izolatlarının, arılara karşı olumsuz etkilerinin olmadığı saptanmış ve biyolojik savaş etmeni olarak uygulanabilir olduğu belirtilmiştir (Uzuner vd., 2017).

Entomopatojen funguslar üzerine yapılan araştırmalarda, ortam nem düzeyi ile doğru orantılı olarak etkilerinin de artış gösterdiği belirtilmiştir (Demirci vd., 2011). Geliştirilen biyopestisitlerden, *Lagenidium giganteum* Couch'un sivrisinek larvalarına, *M. anisopliae*'nin hamam böceğine ve sineklere, *Aschersonia aleyrodis* Webber'in beyazsinek türlerine ve *B. bassiana*'nın ise elma iç kurduna, patates böceğine ve diğer bazı Coleoptera ve Lepidoptera takımına bağlı türlere karşı uygulanabildikleri belirtilmektedir (İnanlı vd., 2012).

Dünya genelinde tarım alanlarındaki topraklarda bol miktarda görülen *B. bassiana* çok fazla konukçuya sahiptir (Güven vd., 2014). Günümüze kadar, *B. bassiana*'nın 707 değişik konukçusu olduğu belirtilmiştir. Bunlar içinde 521 cins, 149 familya ve 15 takım bulunmaktadır (Zimmermann, 2007). *B. bassiana*, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera, Siphonaptera, Isoptera, Thysanoptera, Mantodea, Neuroptera, Dermaptera, Blattariae ve Embioptera takımlarında hastalık oluşturmaktadır (Zimmermann, 2007). Çin'e özgü olarak geliştirilen *B. bassiana*'nın, Mısır kurdu *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae)'in ve Çam tırtılı (*Dendrolimus* spp.)'nin mücadelesinde kullanıldığı bildirilmiştir. Azizoğlu vd. (2012), Türkiye'de de Patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera: Chrysomelidae) mücadelesinde entomopatojen fungus *B. bassiana*'nın etkin olarak kullanabileceğini bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada, ekolojik tarım kapsamında çok yıllık bitkilerde meyvesineklerinin ve mayıs böceğinin, sebze ve örtü altı bitkilerinde ise yaprakbitlerinin ve beyazsineklerin mücadelesinde entomopatojen fungusların çoğunun üreticiler tarafından kullanıldıkları belirtilmiştir.

Bu çalışmada, entomopatojen fungus *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarının *M. persicae*'ye etkilerinin belirlenmesi amacıyla, yüzde ölüm değerleri hesaplanarak popülasyonun yarısının öldüğü süre (LT_{50}) belirlenmiştir. Ayrıca bazı yaşam izelgesi parametreleri hesaplanmış ve elde edilen verilere Weibull ile Enkegaard matematiksel modellemeleri uygulanmış ve entegre zararlı yönetimi kapsamında kullanım olanağının olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Entomopatojen Funguslar İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Todorova vd. (2000), yaptıkları bir çalışmada farklı kaynaklardan ve coğrafi konumlardan elde edilen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Ascomycota: Hypocreales) 'nın on farklı izolatının 10^7 konidi ml^{-1} konsantrasyonunda *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) ve onların avcısı *Coleomegilla maculata* (De Geer) (Coleoptera: Coccinellidae) 'ya karşı etkinlikleri laboratuvar koşullarında incelemişlerdir. *B. bassiana* 'nın altı izolatını, üç böcek türüne de oldukça virülans bulmuşlardır. Diğer dört izolatın etkinlikleri arasında farklılık görülmüştür. *B. bassiana* 'nın bazı izolatları iki zararlı böcek için de yüksek virülanslık gösterip, avcı olan *C. maculata* 'ya düşük etkili olarak bulunmuştur.

Vu vd. (2007), yürüttükleri bir çalışmada *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams, *Isaria farinosa* Wize, *B. bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. gibi on iki entomopatojen fungus türünü, yaprak biti kontrolü için araştırmışlardır. Sıcaklığın $25^{\circ}C$ olduğu ve %75 bağıl nem koşullarında entomopatojen funguslardan, *L. lecanii* 41185 izolatının, hem *M. persicae* hem de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) 'ye karşı en yüksek virülanslığı gösterdiğini bildirmişler ve kontrol değerlerini uygulamadan sonra sırasıyla 2. ve 5. günlerde %100 olarak gözlemlemişlerdir. Ayrıca, %45'lik bağıl nem koşullarında ve geniş bir sıcaklık aralığında ($20-30^{\circ}C$), *L. lecanii* 41185 izolatının en yüksek virülanslığı *M. persicae* 'ye sergilediğini bildirmişlerdir. *M. persicae* 'nin popülasyonunun %50'sinin öldüğü süre (LT_{50}), uygulanan konidial konsantrasyon arttıkça önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir. Bu fungusun konidial süspansiyonunun popülasyonun %50'sini öldürdüğü konsantrasyonunun (LC_{50}) 6.55×10^5 konidi ml^{-1} olduğunu tespit etmişlerdir. *M. persicae* 'nin kontrol değerlerini, 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} 'de yaklaşık olarak aynı bulmuşlardır ve 10^6 konidi ml^{-1} dozundan çok daha yüksek bulmuşlardır.

Rashki vd. (2009), entomopatojen fungus *B. bassiana* 'nın, *M. persicae* 'nin parazitoiti olan *Aphidius matricariae* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae) 'nın yaşam çizelgesi ve biyolojik karakterine etkisini laboratuvar koşullarında

incelemişlerdir. Üçüncü nimf dönemindeki *M. persicae* bireylerini ilk olarak *B. bassiana*'nın 2×10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonu ile enfekte etmişlerdir. Ardından farklı aralıklar ile 24 saat süresince 1 günlük çiftleşmiş parazitoit dişilere maruz bırakmışlardır. Daha sonra ise yaprakbitlerini önce parazitoite 24 saat maruz bırakıp ardından *B. bassiana*'nın uygulanmasıyla da incelemişlerdir. Dişi *A. matricariae*'nin parazitlenme sayısının 11.8 ile 24.8 tane yaprakbiti arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Yaprakbitleri ilk önce parazitoitlere maruz bırakılıp daha sonra 24., 48., 72. ve 96. saatlerde *B. bassiana* ile muamele edildilmesi sonucunda parazitlenme oranında önemli ölçüde farklılık olduğu belirlenmiştir. Parazitoitler enfekte olmuş yaprakbitlerinde, enfekte olmamış yaprakbitlerine kıyasla daha düşük r_m , k , T ve T_2 değerlerinde gelişmiştir. Ancak R_0 değerlerinde hiçbir fark gözlenmemiştir. Doğru zamanlama ile, *M. persicae*'nin biyolojik kontrolünde, *A. matricariae* ve *B. bassiana*'nın kombinasyon halinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Saranya vd. (2010), biyoassay çalışmalarını *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae)'nın erginlerine karşı entomopatojen funguslardan *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. lecanii*, *Hirsutella thompsonii* (Fisher) ve *Cladosporium oxysporum* (Berk. and Curt.)'un 6 farklı konsantrasyonunda laboratuvar koşullarında denemişlerdir. *L. lecanii* ve *H. thompsonii* ile 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonda %100'e varan etki elde etmişlerdir, ardından *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *C. oxysporum*'nın bunları takip ettiğini bildirmişlerdir. Ölüm oranlarının, konsantrasyonlardaki düşüşle azaldığını belirlemişlerdir. *L. lecanii* ve *H. thompsonii* izolatlarının 2.5×10^4 konidi ml^{-1} dozlarını en düşük LC_{50} değeri olarak kaydetmişler ve diğer izolatlara göre daha yüksek virülanslık gösterdiğini bildirmişlerdir. En yüksek 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonunda, *B. bassiana*, *H. thompsonii*, *L. lecanii*, *C. oxysporum* ve *M. anisopliae* için ortalama LT_{50} değerleri sırasıyla 3.63, 3.64, 3.90, 5.24 ve 5.54 gün olarak bulmuşlardır. LT_{50} değerlerinin, spor konsantrasyonları ile ters orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Beş entomopatojen fungus arasında, *L. lecanii*, *H. thompsonii* ve *B. bassiana*'nın umut verici virülant izolatlar olduğunu bildirmişlerdir. Alan etkinliklerinin test edilerek, börülce yaprak bitine karşı potansiyel mücadele etmeni olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

İnanlı vd. (2012), yaptıkları bir çalışmada, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yumurta ve larva dönemlerine karşı *B. bassiana* ve *M. anisopliae* uygulayarak, bu entomopatojenlerin daldırma yöntemi ile etkinliklerini gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda entomopatojen fungus *B. bassiana*'nın yedinci gün sonunda yumurta dönemine etkisini %41.67, dokuzuncu gün sonunda ise %66.67 olarak belirlemişlerdir. Birinci larva dönemine etkisini %4.17 ve %12.50 şeklinde gözlemlemişlerdir. Bir diğer entomopatojen fungus *M. anisopliae*'nin yedinci ve dokuzuncu günlerin sonunda yumurta dönemine etkisini sırasıyla %91.67 ve %100 olarak saptamışlardır. Birinci larva dönemine etkisinin ise yedinci ve dokuzuncu günlerin sonunda %91.67 olduğunu gözlemlemişlerdir. Laboratuvar şartlarında yürütülen denemeler sonucunda, *T. absoluta*'nın larva dönemi üzerinde *M. anisopliae*'nin ve yumurta döneminde yapılacak biyolojik mücadelede ise *B. bassiana*'nın etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Akmal vd. (2013), yürüttükleri çalışmada entomopatojen fungus, *B. bassiana*'nın, *Schizaphis graminum* (Rond.), *Rhopalosiphum padi* (L.), *Brevicoryne brassicae* (L.) ve *Lipaphis erysimi* (Kalt) (Hemiptera: Aphididae) gibi farklı yaprakbiti türlerinin erginlerine karşı ve onların doğal düşmanı *Coccinella septempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'ya etkinliğini değerlendirmişlerdir. *B. bassiana*'nın yaprakbitleri üzerinde 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonlarında etkili olduğunu belirlemişlerdir ancak 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonunun kısa sürede maksimum kontrol sağladığını bildirmişlerdir. LC_{50} değeri 6.28×10^5 konidi ml^{-1} olan *B. bassiana*'nın 3. günden sonra *B. brassicae*'ya öldürücü etki gösterdiğini belirlemişlerdir. LT_{50} değerleri çeşitli konsantrasyonlar da muamele edilmiş farklı yaprakbiti türleri için 2.19-3.73 gün arasındayken, *L. erysimi*'nin ölüm oranı, LC_{50} değeri 1.36×10^6 olan 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonunda maksimum olarak gözlemlemişlerdir. *B. bassiana*'nın, *C. septempunctata*'ya karşı çok az ya da hiç zararlı etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Özçelik vd. (2013), tarafından laboratuvar şartlarında yapılan bir çalışmada, biber bitkisinde yetiştirilen *M. persicae*'ye karşı patojenik etkinliği araştırılmak üzere *I. farinosa* ve *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Samson entomopatojenlerini kullanmışlardır. Yürütülen bu denemede çeşitli nem oranlarındaki entomopatojen fungusların 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonunu *M. persicae*'ye uygulamışlardır.

Uygulama yapıldıktan bir hafta sonra hem kontrol hem de bulaştırma yapılan bireylerdeki ölüm oranları gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda nem düzeyleri ile doğru orantılı olarak *I. farinosa* ve *P. lilacinum*'un etkinliklerinde de artış olduğunu belirlemişlerdir. Neme bağlı ölüm yüzdeleri; *I. farinosa* da %75 nemde %47, *P. lilacinum* da ise %95 nemde %96 olarak gözlemlenmiştir.

Güven vd. (2014), yaptıkları çalışmada *Aphis fabae* Scop. (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı kışlama alanından toplanan *C. septempunctata* bireylerinden izole edilen; *Beauveria* spp., *B. bassiana*, *M. anisopliae* ve *P. lilacinum* funguslarının tür ve izolatlarının etkinliğini incelemişlerdir. Bu funguslardan hazırlanan spor süspansiyonlarının 10^8 konidi ml^{-1} konsantrasyonunun *A. fabae*'ye karşı etkili olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, hayatta kalan birey sayıları baz alınarak yapılan istatistiksel hesaplamalarda 3. günde en etkili *B. bassiana* 'nın farklı izolatları %79.62 ile %90.94 arasında etkili olurken, *M. anisopliae*'nin %90.54 ve *P. lilacinus*'un %84.15 oranında etkili olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre bu entomopatojen fungusların *A. fabae*'nin biyolojik mücadelesinde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Martins vd. (2014), entomopatojen fungus *B. bassiana* ve yaprakbiti parazitoiti *Diaeretiella rapae* McIntosh (Hymenoptera: Braconidae)'yi laboratuvar koşullarında değerlendirmişlerdir. *M. persicae* nimflerini, ilk olarak dişi parazitoitlere maruz bırakıp 0, 24 ve 48 saat sonra da *B. bassiana* spor süspansiyonu püskürtmüşlerdir. Benzer şekilde, yaprakbitlerine ilk önce *B. bassiana*'nın spor süspansiyonu püskürtmüşler ve daha sonra 0, 24 ve 48 saat sonra parazitoitlere maruz bırakmışlardır. Parazitizm oranı %13 ile %66.5 arasında çeşitlilik göstermiş ve iki grubun da kontrole kıyasla (*B. bassiana* olmadan) parazitizm oranının oldukça düşük olduğunu belirlemişlerdir. Parazitoit çıkışının, *B. bassiana* uygulaması ve daha sonra *D. rapae* 'ye maruz bırakılma işlemlerinden olumsuz etkilendiğini gözlemlenmiştir. *D. rapae* F1 kuşağının yetişkin dişilerinin ömür uzunluğunun azalmasını *B. bassiana* uygulanması ile gözlemlenmiştir. *M. persicae*'nin kontrolünde bu iki biyolojik mücadele etmeninin birlikte kullanılması antagonistik etkileşimleri önlemek için etkili bir zaman yönetimi gerektirdiğini ifade etmişlerdir.

Telli vd. (2014), Hatay ilinde belirlenen turuncgil bahçelerinde *L. lecanii*'nin yayılışına, zararına ve bazı bitki ile beslenen hemiptera türlerine etkisini gözlemlemiştir. Denemeleri hem arazi hem de laboratuvar koşullarında yürütmüştür. Denemelerde 10^7 konidi ml^{-1} 'lik spor konsantrasyonunu kullanmışlardır. Uygulamanın yaklaşık 11. gününden itibaren enfekteli bireylerin oranlarını kaydetmişlerdir. Laboratuvar koşullarında yürütülen denemelere göre *L. lecanii*'nin; *Ceroplastes floridensis* Comst. (Hemiptera: Coccoidae) ve *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) bireylerini enfekte etmemesine karşın, *Coccus hesperidum* L. (Hemiptera: Coccidae), *Aphis gossypii* Glov., *Macrosiphum rosae* L. (Hemiptera: Aphididae), *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) bireylerinde sırasıyla ortalama %47.54, %61.42, %84.02 ve %46.63 oranlarında ölümlere neden olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen verilere göre *L. lecanii*'nin arazi koşullarında *C. hesperidum*'a ortalama %78.05 ve *M. rosae*'ya ortalama %78.82 oranlarında etkisi olduğunu belirlemişler; *C. floridensis*'te ise etkisi olmadığını gözlemlemiştir.

Ulusoy (2016), *Galleria* tuzak ve toprak seyreltme metoduyla Türkiye'nin çeşitli alanlarından 150 toprak numunesi almış olup 71 tane *B. bassiana* izolatu elde etmiştir. Araştırmacı yürüttüğü çalışmada, izolatu elde edilen bu funguslardan gelişigüzel alınan 5 farklı *B. bassiana* izolatu ve 1 tane standart izolatu (Danimarka) 10^5 , 10^6 ve 10^7 konidi ml^{-1} olmak üzere 3 farklı dozunu, *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae), *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) ve *L. decemlineata* larvalarına karşı denemiştir. Fungus izolatlarının etkisinin böceklerde tür bazında değişiklik gösterdiğini belirlemiştir. Uygulanan izolatlar, LT_{50} değerlerine göre değerlendirildiğinde 10^7 konidi ml^{-1} konsantrasyonun daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Yeşilirmak ve Karaca (2016), laboratuvar şartlarında *Blatta lateralis* (Walker) (Blattoidea: Blattidae)'in nimf ve erginlerine, değişik yöntemlerle *B. bassiana* ve *M. anisopliae* entomopatojen fungusları ve ticari preparatları uygulamışlardır. Entomopatojen funguslardan *M. anisopliae*'yi hamam böceğinin yaşam alanına bulaştırdıktan iki hafta sonra popülasyonda canlı birey kalmadığını gözlemlemiştir. Ergin bireyler üzerinde %100 etki gözlemlemiştir. *M. anisopliae*, besine bulaştırma ile denendiğinde, nimf ve erginlerin canlılığının devam

ettiğini belirlemişlerdir. *B. bassiana*'da ise üçüncü haftadan itibaren ergin bireylerde %44, nimflerde %6 ölüm oranı olduğunu bildirmişlerdir. *B. bassiana* (Nostalgist®) denemesinde üçüncü haftada ergin bireylerde %40, nimflerde ise %48 ölüm kaydetmişler ve *Verticillium lecani* (Nibortem®) kullanıldığında ise uygulanan her iki yöntem için de çok düşük ölüm oranları saptamışlardır.

Bayındır vd. (2017), *T. absoluta*'nın 2. dönem larvalarına, Ulusal Bitki Koruma Enstitüsü (INPV-National Institute of Plant Protection of Constantine, Constantine-Algeria) buğday tarım alanından elde edilen toprak numunelerinden izole edilen 5 farklı cins entomopatojen fungus [*Aspergillus* sp., *Beauveria* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. (1) ve *Trichoderma* sp. (2)]'un etkinliğini incelemişlerdir. Entomopatojen fungusların spor konsantrasyonlarını, 10^7 konidi ml^{-1} olacak şekilde hazırlayıp püskürtme yöntemi ile uygulamışlardır. Tween 80 ilave edilmiş saf su püskürtülen bireyleri ise kontrol grubu olarak ele almışlardır. Uygulamadan bir hafta sonra en yüksek yüzde ölüm oranı %75 ile *Trichoderma* sp. (1)'de bulunmuşken *Trichoderma* sp. (2) de ise %73 ölüm oranı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, ölüm oranlarını türlere göre *Aspergillus* sp.'de %62, *Fusarium* sp.'de %45, *Beauveria* sp.'de %41 olarak belirlemişlerdir.

Cırbın vd. (2017), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae)'e Isparta ve çevre ilçelerinden toplanan *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'ya ait 15 farklı izolatin etkinliğini gözlemlemişlerdir. Bu entomopatojenlerin konsantrasyonlarını 10^7 konidi ml^{-1} olarak ayarlamış olup *S. littoralis*'in üçüncü veya dördüncü dönemindeki larvalarına, Agar yüzeyi biyoassay metodunu kullanmışlardır. En yüksek etki gözlenen beş izolatin, *S. littoralis* larvalarına karşı beş farklı dozunu (10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 ve 10^9 konidi ml^{-1}) denemişlerdir. Elde ettikleri verilere göre entomopatojenlerden *B. bassiana* izolatlarının LT_{50} değerlerini 2.76 ile 4.23 gün arasında bulmuşlardır.

Yüksel vd. (2017), laboratuvar şartlarında yürüttükleri bir çalışmada, *T. absoluta*'nın yumurtalarına *B. bassiana*, *I. farinosa* ve *P. lilacinum* uygulayarak etkinliklerini gözlemlemişlerdir. Denemeler için konsantrasyonları 10^8 konidi ml^{-1} olarak hazırlayıp uygulama yapmışlardır. Yedinci günden itibaren kontrol ve bulaştırma yapılmış olan yumurtaların açılma oranları ve mikozis görülenlerin sayılarını

kaydetmişlerdir. En düşük yumurta açılım oranı %12 ve en yüksek mikozis oranı ise %70 olarak, *I. farinosa* uygulaması yapılan yumurtalarda gözlemlenmişlerdir. Uygulanan tüm entomopatojenlerin (özellikle *I. farinosa*) *T. absoluta*'nın potansiyel mücadeleye etmeni olduğunu bildirmişlerdir.

Tuncer vd. (2018), laboratuvar şartlarında *Curculio nucum* L. (Coleoptera: Curculionidae)'a karşı *M. anisopliae* ile *B. bassiana* izolatlarını ve *M. anisopliae* (Bio-Magic®) ile *B. bassiana* (Bio-Power®) preparatlarının etkinliğini gözlemlenmişlerdir. Denemeler için fungusların ve preparatların spor süspansiyonlarını 10^8 konidi ml^{-1} olarak hazırlayıp Potter ilaçlama kulesi ile petrideki *C. nucum* erginlerine püskürtmüşler ve kontrol için de %0.02 Tween 20 içeren saf su uygulamışlardır. Entomopatojen funguslardan *M. anisopliae* TR-106 izolatının LT_{50} değeri 5.32, LT_{90} değeri 7.85 gün olarak *M. anisopliae* (Bio-Magic®) preparatı için ise LT_{50} değeri 5.46, LT_{90} değeri 10.16 gün olarak gözlemlenmişlerdir. *B. bassiana* TR-217 izolatının LT_{50} değeri 4.64, LT_{90} değeri ise 8.53 gün şeklinde, *B. bassiana* (Bio-Power®) preparatında ise LT_{50} değeri 6.16, LT_{90} değeri 9.86 gün şeklinde hesaplamışlardır. Ayrıca uygulanan tüm entomopatojen ve preparatlar on günün sonunda *C. nucum* erginlerinin tamamını öldürdüğünü bildirmişlerdir. Zararlıya karşı *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'nın biyolojik mücadeleye etmeni olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Javed vd. (2019), *M. persicae*'ye karşı iki farklı *B. bassiana* izolatı (BB-72 ve BB-252) ve iki tane de *L. lecanii* (V-4 ve CS-625) izolatı olmak üzere 4 fungus izolatının etkinliğini değerlendirmişlerdir. Tüm denemeler, konidi ya da süzüntü olarak uygulandığında yaprak bitinin ölüm oranı üzerinde oldukça önemli etkiler göstermiştir. En yüksek toplam ölüme *B. bassiana* BB-72 izolatı neden olmuştur, bunu her iki uygulama yönteminde de *L. lecanii* CS-625 izolatı takip etmiştir. Bunun yanı sıra, *L. lecanii* (V-4) izolatı en düşük ölüm oranına neden olmuş ve bunu *B. bassiana* (BB-252) izolatı takip etmiştir. Her iki izolatın etkinlikleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Uygulama yapıldıktan 3 gün sonra en az ölüm oranını; 10 gün sonra ise en fazla ölüm oranını gözlemlenmişlerdir. Maksimum ortalama bireysel ölüm oranı %95 ile *L. lecanii* CS-625 izolatında gözlemlenmişlerdir ve bunu konidial uygulamadan on gün sonra %92 oranla *B. bassiana* BB-72 izolatı takip etmiştir. Benzer şekilde, en virülans üç fungus izolatının birleşik etkisi *M.*

persicae'nin ölüm oranında oldukça önemli farklılıklar göstermiştir. *B. bassiana* BB-72 + BB-252 kombinasyonu en yüksek ölüm oranını göstermiş olup bunu BB-72 + BB-252+ CS-625 takip etmiştir.

2.2. Yaşam Çizelgesi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bayındır vd. (2016), laboratuvar şartlarında *M. persicae*'ye biber üzerinde Gamma-T-Ol, Fungatol ve Fungatol+Neem Sprey (50.0-001) ekstraktları uygulamış ve yaşam çizelgesi parametrelerini belirlemişlerdir. Uygulama gruplarında *M. persicae* bireylerinin kalıtsal üreme yeteneğini (r_m) sırasıyla 0.34, 0.33, 0.24 ve 0.37 dişi/dişi/gün olarak hesaplamışlardır. Ergin ömrünü sırasıyla 9.05, 10.88, 9.14 ve 13.08 gün olarak belirlemişlerdir. Fungatol+Neem Sprey (50.0-001) karışımının *M. persicae* ile mücadelede umut vaat edici olduğunu ifade etmişlerdir.

Çelik ve Karaca (2017), *M. persicae*'nin bazı yaşam çizelgesi parametrelerini hesaplamışlardır. Bu amaç doğrultusunda düzenli olarak anne bireyin her gün bıraktığı yavruların biyolojilerini gözlemlemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre anne yaprakbitinin verdiği yavruların üreme gücü başlangıçtan itibaren giderek artış göstermiş, bu artış 8. gün pik noktasına ulaşmış, bu günden sonra ise üreme potansiyeli giderek düşüş göstererek 24. gün sıfır değerine ulaştığını belirlemişlerdir. Anne yaşı ile bireylerin üreme potansiyeli arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir. Tüm yaş grubu popülasyonlarının artan popülasyon gösterdiğini belirlemişlerdir. Genç ebeveynlerden doğan bireyler, yaşlı ebeveynlerin yavrularına göre hem daha sağlıklı hem de üreme potansiyellerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Birgücü vd. (2018), biber bitkilerinin köklerine neem ekstraktı uygulayarak *M. persicae*'nin yaşam çizelgesi parametrelerini hesaplamışlardır. Şaşırtılan fideler için, sulama sularını neem içeriklerine göre 250, 500, 750 ve 1000 mg l⁻¹ olacak şekilde ayarlamışlardır. Elde ettikleri veriler doğrultusunda kalıtsal üreme yeteneği (r_m), 0.039 ve 0.352 dişi/dişi/gün olarak, net üreme gücü (R_0) 1.700 ile 57.295 dişi/dişi olarak ve ortalama döl süresinin (T_0) ise 11.503 ile 15.086 gün arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Popülasyonun ikiye katlanma süresi (T_2) ve üreme gücü sınırı (λ) değerleri ise sırasıyla 1.970 ile 17.915 gün ve 1.039 ile 1.422 birey/dişi/gün

arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Biber bitkisinde kök bölgesine uygulanan neem ekstraktının konsantrasyonu yükseldikçe, nemin de *M. persicae*'nin yaşam çizelgesi parametlerine etkisinin de yükseldiğini belirtmişlerdir.

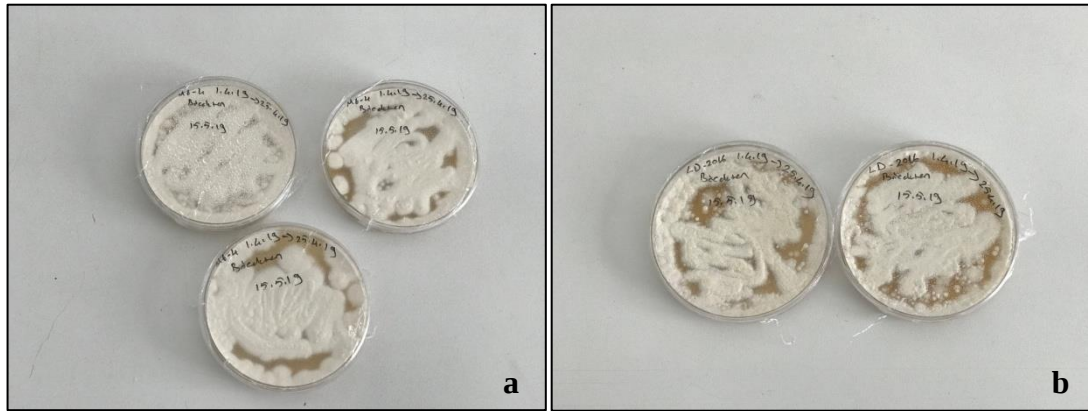
Birgücü ve Bayındır-Erol (2018), yürüttükleri çalışmada *M. persicae*'de anne yaşının yavru bireylere etkisi üzerine çalışmışlardır. Kanatsız ve döllemsiz olarak üreyen dişi bireyler kullanarak genç, orta ve yaşlı anne bireylerin yavrularının bazı yaşam çizelgesi parametrelerini belirlemişlerdir ve sırasıyla kalıtsal üreme oranları (r_m) 0.319, 0.356 ve 0.305 dişi/dişi/gün olarak net üreme oranlarını ise 26.483, 38.095 ve 21.474 dişi/dişi olarak hesaplamışlardır. Toplam yavru sayılarını (dişi/dişi) ve gelişme sürelerini (gün) sırasıyla; 26.08, 37.63, 21.18 dişi/dişi ve 6.76, 6.54, 6.63 gün olarak bulmuşlardır. Zararlının genç, orta ve yaşlı olarak anne yaş gruplarında artan popölasyon tipi olduğunu gözlemlemişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini biber bitkisi [*Capsicum annuum* (Personatae: Solanaceae) (Var. *Üç burun F1*)], *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) bireyleri, Isparta il merkezinde tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü toprak örneklerinden “*Galleria* tuzak metodu” (Zimmermann, 1986) ile izole edilen ön patojenite testi sonucu patojenitesi yüksek bulunan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill izolatu (BMAUM M6-4) ve Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsünden toplanan ergin *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae)’dan izole edilen diğer *B. bassiana* izolatu (BMAUM LD.2016) oluşturmaktadır (Baydar vd., 2016) (Şekil 3.1).

Bunların yanı sıra, 10x30x40 cm boyutlarında plastik küvetler, 1,5 litrelik plastik saksılar, 15 cm çapında petri kapları, kurutma kağıdı, pamuk, ince samur fırça, makas, mikropipetler (100 ve 1000 mikrolitrelik) , ışık mikroskobu (Motic® B Serisi), Tween 80, fungus spor sayımı için Thoma lamı, ve fungus besi yeri ortamı olarak da Sabouraud Dekstroz Agar (SDA) kullanılmıştır. Fotoğraf çekimleri için ise Apple Iphone 7 plus telefon kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* a) BMAUM M6-4 ve b) BMAUM LD.2016 izolatları (Fotoğraf: Copyright © G. BERBER, 2020)

3.2. Yöntem

3.2.1. Biber bitkilerinin yetiştirilmesi

Bitki üretimi için Solanaceae familyasından Üç burun F1 biber çeşidi (*Capsicum annuum* L.) kullanılmıştır. Biber fideleri, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü iklim odalarında yetiştirilmiştir. Sterilize edilmiş olan toprak, saksıların yarısına kadar doldurulup üzerine biber fideleri koyularak şaşırtma işlemi yapılmıştır. Şaşırtılmış olan biber bitkileri küvetlere yerleştirilmiştir (Şekil 3.2). Temiz iklim odalarına taşınarak can suyu verilmiştir ve daha sonra 2-3 gün aralıklarla düzenli sulama yapılmıştır. Fidelerin yetiştirilmesi sırasında herhangi bir gübre ve ilaç uygulaması yapılmamıştır. Hastalık ve zararlı görülen bitkiler ortamdan uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.2. İklim odasında yetiştirilen biber bitkileri (Fotoğraf: Copyright © G. BERBER, 2020)

3.2.2 *Myzus persicae* bireylerinin üretimi

Denemede kullanılan yaprakbitleri, iklim odalarında biber bitkisi üzerinde üretilmiştir (Şekil 3.3). *M. persicae* üretimi ve devamlılığı için iklim kabinlerinde $25\pm1^{\circ}\text{C}$ ve $\%60\pm5$ orantılı nem koşulları sağlanmıştır. Stok kültürden alınan *M. persicae* ile bulaşık yapraklar, şaşırtılan biber fidelerinin üzerine aktararak bulaşma

sağlanmıştır. Böcek kültürünün sürekliliğini sağlamak için gerektiğinde yıpranmış bitkiler temizleri ile değiştirilmiştir. Deneme süresince bitkilere herhangi bir ilaç ve gübre uygulaması yapılmamıştır. Hastalık ve zararlı görülen bitkiler ortamdan uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.3. Biber bitkisi üzerinde yetiştirilen *Myzus persicae* bireyleri (Fotoğraf: Copyright © G. BERBER, 2020)

3.2.3. Entomopatojen fungusların hazırlanması

Denemede kullanılan entomopatojen fungus izolatları, Sabouraud Dekstroz Agar (SDA) besi yerinde kültüre alınmıştır. SDA (65 g/l, Biolife®) saf su ile hazırlanıp 500 ml'lik cam erlenmayer'e konularak otoklavda 121°C'de 20 dakikada steril edilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan steril edilmiş SDA yeni fungus kültürü oluşturulmak üzere petri kaplarına (9 cm) dökülmüştür.

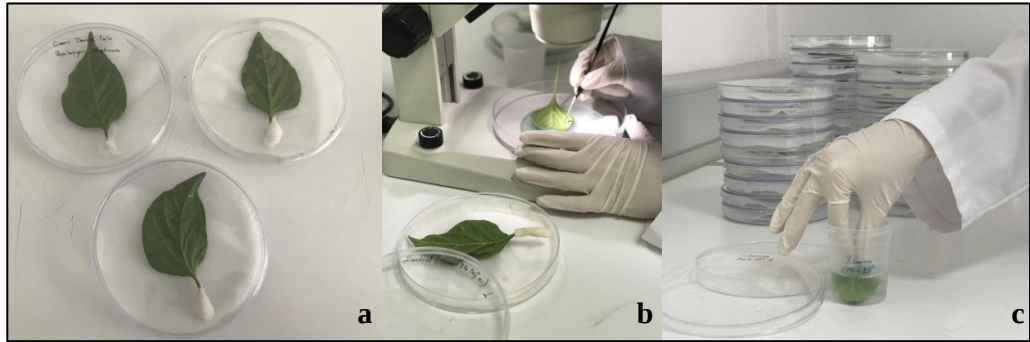
Saf kültürlerden entomopatojen fungus sporları alınarak 12-15 ml besi yeri içeren petri kaplarına yayılarak aseptik koşullarda taze kültür oluşturulmuştur. Petri kapları 20-25°C'de %75 nem ortamında karanlıkta inkübe edilmiştir.

SDA içeren petri kaplarında 25±1°C ve %60±5 nemli ortamda karanlıkta inkübe edilen 14 günlük fungus kültürlerinden hafifçe kazıyarak toplanan sporlar %0.05 Tween 80 içeren 50 ml steril saf su içerisine eklenerek spor süspansiyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonların dozları Thoma lamı ve ışık mikroskobu

yardımıyla *M. persicae*'ye uygulanmak üzere 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} olarak ayarlanmıştır.

3.2.4. Denemelerin kurulması

İklim odasında yetiştirilen *M. persicae* bireylerinden rastgele seçilen 10 adet 4. dönem nimfler tabanında kurutma kağıdı bulunan petri kabındaki biber yaprağı üzerine aktarılmıştır (Şekil 3.4a). Ergin döneme gelen yaprakbitleri her gün kontrol edilerek yeni doğan 50 adet yaprakbiti ayrı ayrı olarak petri kaplarındaki temiz biber yapraklarına aktarılmıştır (Şekil 3.4b). Daha sonra günlük olarak yavru bireylerin deri değişimleri kontrol edilmiş ve atık derileri ortamdan uzaklaştırılmıştır. Günlük olarak bu şekilde sayımlar tüm bireyler ölünceye kadar yapılmıştır. Her bir petri kabındaki yavrular 2. veya 3. nimf dönemine geldiğinde entomopatojen fungusun hazırlanan süspansiyonuna beş saniye süre ile daldırılmış biber yaprağı bulunan petri kaplarına yine ayrı ayrı olmak üzere aktarılmıştır (Şekil 3.4c). Bu uygulama *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 olmak üzere her üç dozu için gerçekleştirilmiştir. Kontrol uygulaması olarak da %0.05 Tween 80 içeren steril saf suya daldırılmış yapraklar kullanılmıştır. Böylelikle her bir uygulama için toplam 50 birey üzerinden denemeler kurulmuştur.



Şekil 3.4. Denemelerin kurulması a) *Myzus persicae* bireylerinin popülasyonun oluşturulması b) Biber yaprakları üzerine yeni doğmuş bireylerin aktarılması c) İkinci veya üçüncü nimf dönemine gelmiş bireylere entomopatojen fungus uygulaması (Fotoğraf: Copyright © G. BERBER, 2020)

Ayrıca uygulamadan sonraki 3., 5., 7. ve 9. günlerdeki canlı birey sayıları da yüzde ölüm oranlarını hesaplamak amacıyla her bir uygulama için ayrı ayrı kaydedilmiştir. Entomopatojen fungus gelişimini gözlemlemek için ölen yaprakbitleri

nemlendirilmiş kurutma kâğıdı içeren petri kaplarındaki lamlar üzerine alınmıştır ve fungus gelişimi binoküler stereomikroskop altında incelenmiştir (Şekil 3.5). Denemeler $25\pm1^{\circ}\text{C}$ ve $\%60\pm10$ nemli ortamda 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullara sahip iklim odalarında yürütülmüştür.



Şekil 3.5. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerindeki fungus gelişiminin aşamaları (Fotoğraf: Copyright © G. BERBER, 2020)

3.2.5. Denemelerin değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler

Tek faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenen deneme 50 birey üzerinden yürütülmüştür. Her 10 petri bir tekrerrör olacak şekilde toplamda 5 tekrerrör oluşturulmuştur. Her gün, entomopatojen uygulanmış ve kontrol grubundaki canlı birey sayımları yapılarak hesaplanmış yüzde ölüm değerleri ilk önce homojenite testine tabi tutulmuş, Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmıştır. Parametrik olmadığı anlaşılan verilere açılı transformasyonu uygulandıktan sonra tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Daha sonra farklılıkların kaynağını belirlemek için de Tukey çoklu karşılaştırma testi (Tukey, 1949) yapılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS® Statistics (Versiyon 20.0, Ağustos 2011, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Yaşam çizelgesi parametrelerinin hesaplanması

Günlük olarak veriler kaydedildikten sonra tüm bireylerin yaşa bağlı canlılık oranı (l_x) ve ortalama yavru sayısının eşey faktörüne çarpımı ile hesaplanan yaşa bağlı

doğurganlık oranı (m_x , dişi/dişi/gün) bulunmuştur. Net üreme gücü değeri ($R_0 = \sum l_x \cdot m_x$) yani bir dişi bireyin ömrü boyunca bıraktığı ortalama yavru sayısı (dişi/dişi) hesaplanmıştır. Euler-Lotka eşitliğinden ($\sum e^{(-r_m \cdot x)} l_x \cdot m_x = 1$) yararlanarak kalıtsal üreme yeteneği (r_m , dişi/dişi/gün) bulunmuştur. Bunların yanı sıra, ortalama döl süresi (gün) ($T_o = \frac{\ln R_0}{r_m}$), toplam üretkenlik oranı (dişi/dişi) ($GRR = \sum m_x$) ve günlük maksimum üreme değeri (birey/dişi/gün) ($\lambda = e^{r_m}$) hesaplanmıştır (Birch, 1948). Ayrıca popülasyonun ikiye katlanma süresi (gün) ($T_2 = \frac{\ln 2}{r_m}$) bulunmuştur (Kairo ve Murphy, 1995). Formüllerde yer alan x değişkeni dişi bireylerin gün olarak yaşını, e katsayısı Euler sayısını (doğal logaritma tabanını) ve ln simgesi doğal logaritmayı ifade etmektedir. Popülasyonların hesaplanan kalıtsal üreme yeteneği değerlerini karşılaştırma testlerinde kullanabilmek için bootstrap yeniden örnekleme yöntemi (2000 kez yenilenmiş) ile pseudo- $r_{m,boot}$ değerleri ve standart hataları hesaplanmıştır (Meyer vd., 1986; Lawo ve Lawo, 2011; Huang ve Chi, 2012; Yu vd., 2013 a, b). Daha sonra tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) akabinde Tukey çoklu karşılaştırma testi (Tukey, 1949) uygulanmıştır. İstatistiksel analizler için IBM® SPSS® Statistics (Versiyon 20.0, Ağustos 2011, SPSS Inc., Chicago, Illinois, ABD) ve MS Excel 2010 (Versiyon 14.0) paket programlarından yararlanılmıştır.

Popülasyonların yaşa bağlı canlılık oranının (l_x) tanımlanması için iki parametrelili Weibull frekans dağılımından yararlanılmıştır. Bu dağılım modelinin parametreleri $S_p(x) = e^{\left[-\left(\frac{x}{b}\right)^c\right]}$ $x, b, c > 0$ formülüne göre hesaplanmıştır: Formülde yer alan $S_p(x)$ değeri belirli bir yaşa ait canlılık oranının olasılığını, x değişkeni zamanı (yaşı), b değeri ölçü parametresini, c değeri ise eğrinin şekil parametresini ifade eder (Deevey, 1947; Pinder vd., 1978; Tingle ve Copland, 1989; Wang vd., 2000). Ergin dişi bireylerin yaşa bağlı doğurganlık oranının (m_x) tanımlanması için ise Enkegaard eşitliğinden $F_{(x)=a \cdot x \cdot e^{(-bx)}}$ formülü ile yararlanılmıştır. Formülde yer alan $F_{(x)}$ değeri belirli bir yaşa ait doğurganlık oranının olasılığını (dişi/dişi/gün), x değişkeni dişi bireylerin gün olarak yaşını, a ve b değerleri sabit katsayıları ve e katsayısı Euler sayısını (doğal logaritma tabanını) ifade eder (Enkegaard ,1993; Hansen vd., 1999). Weibull dağılım modelinin ve Enkegaard eşitliğinin parametrelerinin hesaplanması için SigmaPlot® (Versiyon 11.0, Systat Software, Inc., San Jose

California, USA) paket programı kullanılmıştır. Belirleme katsayısı (R^2) ve artık kareler toplamı (RSS) değerleri Weibull ve Enkegaard modellerinin elde edilen verilere uygunluk derecesi kriteri olarak kullanılmıştır (Kontodimas vd., 2004).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill.'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) bireylerinde görülen yüzde ölüm değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. LD.2016 izolatı uygulandıktan sonraki 1., 3. ve 5. günlerde *M. persicae* bireylerinde görülen ölüm oranları ile kontrol grubundaki bireylerde görülen ölüm oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. LD.2016 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerin 7. gündeki yüzde ölüm değerleri %62 olarak hesaplanmış olup diğer dozlardan ve kontrol grubundan farklı bir istatistiksel grupta yer almıştır. Uygulamadan sonraki 9. günde 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalan bireylerde yüzde ölüm değerleri %58, 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde ise %98 olarak hesaplanmış olup kontrol grubundaki bireylerde görülen ölüm oranları ile aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinde görülen yüzde ölüm değerleri (%)

	Doz	1. Gün	3. Gün	5. Gün	7. Gün	9. Gün
LD.2016	Kontrol	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	2.00 ± 2.00 a	2.00 ± 2.00 b	2.00 ± 2.00 c
	10^6	0.00 ± 0.00 a	2.00 ± 2.00 a	4.00 ± 2.45 a	8.00 ± 3.74 b	20.00 ± 7.75 c
	10^7	0.00 ± 0.00 a	2.00 ± 2.00 a	4.00 ± 2.45 a	22.00 ± 12.41 b	58.00 ± 14.63 b
	10^8	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	12.00 ± 7.35 a	62.00 ± 12.81 a	98.00 ± 2.00 a
M6-4	Kontrol	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	2.00 ± 2.00 b	2.00 ± 2.00 c	2.00 ± 2.00 b
	10^6	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	10.00 ± 6.32 c	18.00 ± 8.00 b
	10^7	0.00 ± 0.00 b	0.00 ± 0.00 b	12.00 ± 3.74 b	38.00 ± 7.35 b	70.00 ± 13.78 a
	10^8	8.00 ± 3.74 a	18.00 ± 6.63 a	30.00 ± 6.32 a	80.00 ± 3.16 a	92.00 ± 5.83 a

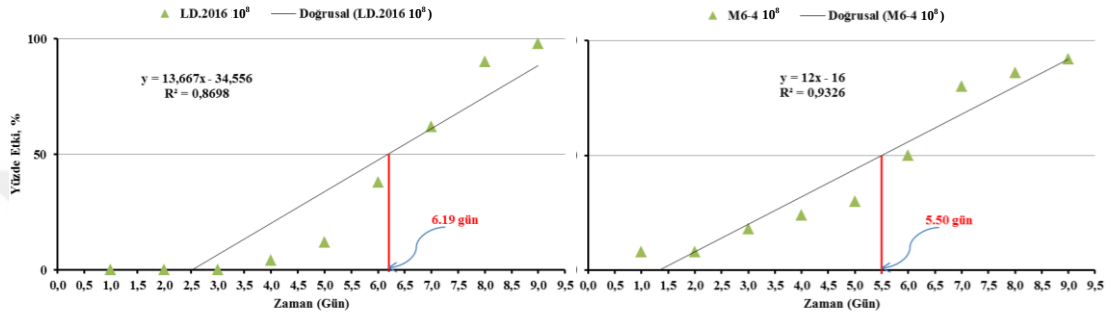
*Her bir izolat için ayrı ayrı olmak üzere aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar ($\pm$ standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Tukey's HSD test, $P>0.05$, her bir uygulama 50 birey üzerinden yürütülmüştür).

M6-4 izolatı uygulandıktan sonraki 1., 3. ve 5. günlerde 10^6 ve 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalan *M. persicae* bireylerinde görülen ölüm oranları kontrol grubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Uygulama yapıldıktan sonraki 7. günde 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerdeki yüzde ölüm değerleri %38, 10^8 dozuna

maruz kalmış bireylerde ise %80 olarak bulunmuştur ve kontrol grubundaki bireylerde görülen yüzde ölüm değerlerine göre istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almışlardır. Uygulamadan sonraki 9. günde ise 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerde görülen yüzde ölüm değerleri sırasıyla %70 ve %92 olarak bulunmuş olup 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde ve kontrol grubundaki bireylerde görülen yüzde ölüm değerlerinden istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarının *M. persicae* üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan çalışmanın sonucunda, uygulamadan sonraki 7. günden itibaren etkili olmaya başlayan LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerindeki yüzde ölüm değerleri sırasıyla %62 ve %80 olarak bulunmuştur. Her iki izolat için de en fazla yüzde ölüm değerleri 9. günde 10^8 konidi ml^{-1} doz uygulamasında sırasıyla %98 ve %92 olarak hesaplanmıştır. Çalışma boyunca uygulanan izolatların dozlarının artmasına bağlı olarak yüzde ölüm değerlerinde de artış olduğu görülmüştür. Saranya vd. (2010) yaptıkları çalışmada, *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae)'ya karşı farklı entomopatojen fungusların 6 farklı dozunu (10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1}) denemişlerdir ve bunlardan *B. bassiana*'nın 10^8 konidi ml^{-1} dozunun uygulandığı bireylerdeki yüzde ölüm değerlerini 7. günün sonunda %96.66 olarak belirlemişlerdir. Akmal vd. (2013) entomopatojen fungus *B. bassiana*'nın 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarını *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı uygulamışlardır ve uygulamadan sonraki 7. günde maksimum yüzde ölüm değerini (%100), 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde gözlemlemişlerdir. Jandricic vd. (2014) yaptıkları çalışmada sera zararlıları olan *M. persicae*, *Aphis gossypii* Glover ve *Aulacorthum solani* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae)'ye karşı *B. bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.'nın virülensliklerini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, *B. bassiana* izolatları uygulanmış *M. persicae* bireylerindeki yüzde ölüm değerlerinin %62'ye kadar yükseldiğini belirtmişlerdir. Javed vd. (2019) entomopatojen fungus *B. bassiana* ve *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams'nin farklı izolatlarının 10^7 konidi ml^{-1} dozlarını *M. persicae*'ye uygulayarak virülensliklerini değerlendirmişlerdir. Uygulamadan sonraki 10. günde yüzde ölüm değerlerinin her iki fungus için de %80'den daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bahsedilen çalışmalarda bulunan sonuçlarla, bu çalışmada

elde edilen bulgular paralellik göstermektedir. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yüzde ölüm oranları üzerine çizilmiş regresyon eğrisi ($P < 0.01$) ve LT_{50} değerleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Bu grafiğe göre LD.2016 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin LT_{50} değeri 6.19 gün olarak bulunmuştur. M6-4 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde ise bu değer 5.50 gün olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 dozuna maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yüzde ölüm oranları üzerine çizilmiş regresyon eğrisi ($P < 0.01$) ve LT_{50} değeri

Yapılan çalışma sonucunda LD.2016 ve M6-4 izolatlarının dozları arttıkça LT_{50} değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Vu vd. (2007) yaptıkları çalışmada, 12 farklı fungus türünün 10^5 , 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarını *M. persicae* ve *A. gossypii* üzerine uygulamışlar ve doz ile LT_{50} değeri arasında ters bir orantı olduğunu belirlemişlerdir. Saranya vd. (2010) *A. craccivora*'ya karşı farklı entomopatojen fungusların etkinliklerini denemişler ve LT_{50} değerlerinin konsantrasyon arttıkça azaldığını belirtmişlerdir. Tuncer vd. (2018) yaptıkları çalışmada *B. bassiana* TR-217 entomopatojen fungus izolatını ve *B. bassiana* (Bio-Power) ticari preparatını fındık kurdu erginlerine karşı uygulamışlar ve *B. bassiana* TR-217 izolatının LT_{50} değerini 4.64 gün, *B. bassiana*'nın ticari preparatının ise 6.16 gün olarak hesaplamışlardır. Bu sonuçlara göre; LT_{50} değerlerine bakılarak *B. bassiana*'nın izolatının preparatına göre daha kısa süre içinde etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

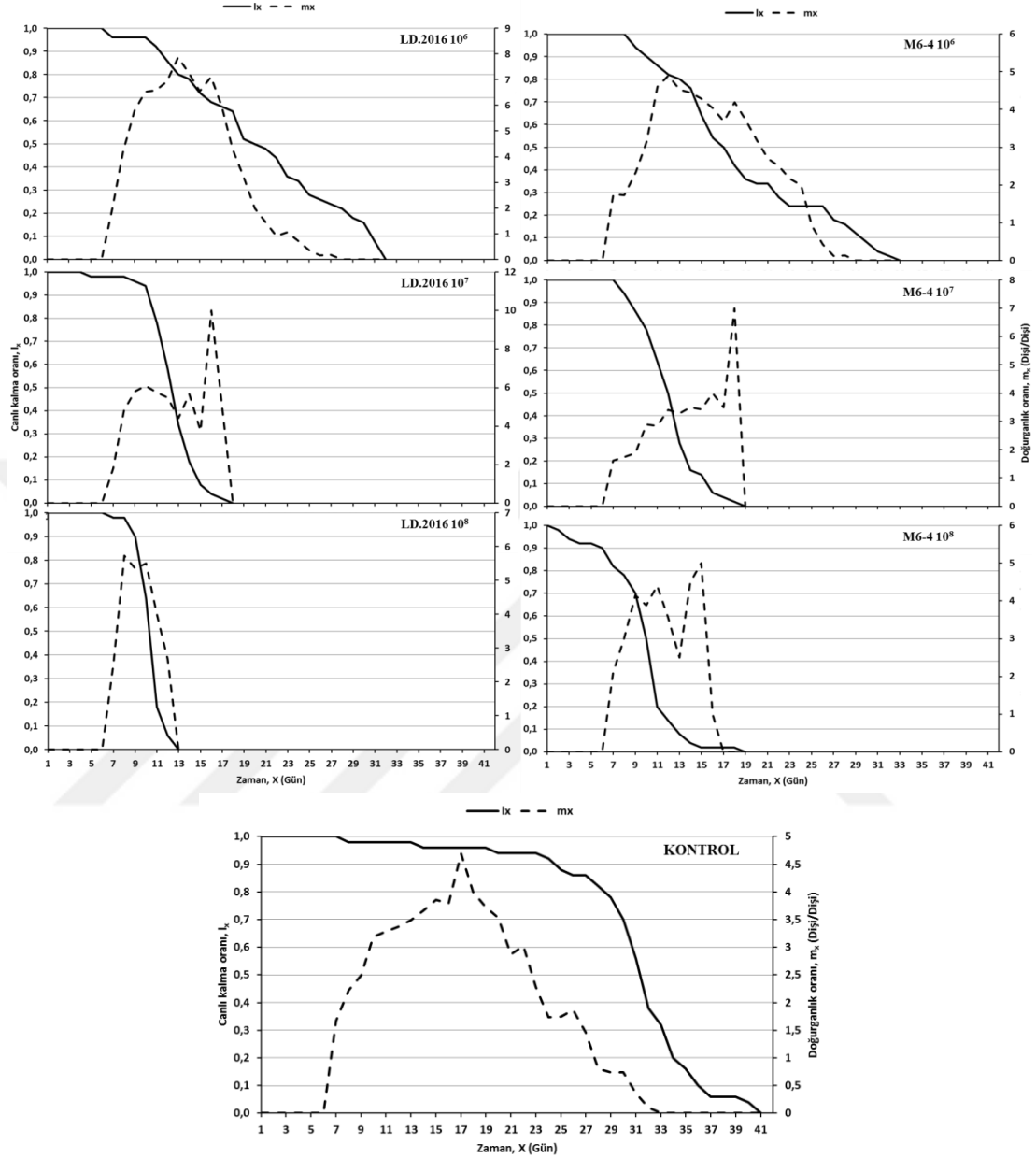
Yapılan çalışma sonucunda *M. persicae*'e uygulanan LD.2016 ve M6-4 izolatlarının virülenslikleri arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. McGuire vd. (2006)

yaptıkları denemelerde bir tanesi ticari ürün olmak üzere 3 farklı *B. bassiana* izolatını *Lygus hesperus* Knight (Hemiptera: Miridae) zararlısı üzerinde denemişler ve izolatlar arasında bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Meyers vd. (2013) yaptıkları çalışmada iki farklı *B. bassiana* izolatını *Enaphalodes rufulus* (Haldeman) (Coleoptera: Cerambycidae) üzerinde uygulamışlar ve kullanılan iki izolatın larvalar üzerindeki etkileri arasında önemli bir fark görmemişlerdir. Bahsedilen çalışmalar ile bu çalışma benzer şekilde bulunmuştur.

Yaşam çizelgesi ile ilgili denemeler sonucunda elde edilen *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) ve doğurganlık oranları (m_x) Şekil 4.2.'de verilmiştir. LD.2016 izolatının 10^6 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x), 6. günden sonra 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerin ise 4. günden sonra azalmaya başlamıştır. LD.2016 izolatının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin tamamının sırasıyla, 32., 18. ve 13. günlerde öldükleri belirlenmiştir. M6-4 izolatının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) ise sırasıyla 8., 7. ve 1. günlerden sonra azalmaya başlamıştır. M6-4 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin tamamının 33. günde, 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin ise 19. günde öldüğü belirlenmiştir. Kontrol grubunun yaşa bağlı canlı kalma oranı (l_x), 7. günden sonra azalmaya başlamış olup 41. günde bireylerin tamamı ölmüştür (Şekil 4.2).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış bireyler ve kontrol grubundaki ergin bireyler 7. günden itibaren yavru vermeye başlamıştır. *B. bassiana*'nın LD.2016 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* ergin bireyleri en fazla yavruyu 13. günde 7.88 birey olarak, 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireyler 16. günde 10 birey ve 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireyler ise 8. günde 5.74 birey olarak vermiştir. M6-4 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* ergin bireyleri ise en fazla yavruyu 12. günde 4.90 birey olarak, 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireyler 18. günde 7 birey ve 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireyler ise 15. günde 5 birey olarak

vermiştir. Kontrol grubundaki *M. persicae* ergin bireyleri en fazla yavruyu 17. günde 4.69 birey olarak vermiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) ve doğurganlık oranları (m_x)

LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerinin l_x ve m_x değerlerine ait eğrileri benzer dalgalanmalar göstermiştir. Yine her iki izolatın 10^6 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış ve kontrol grubundaki bireylerin l_x ve m_x değerleri de neredeyse benzer bulunmuştur (Şekil 4.2). Doz arttıkça l_x ve m_x değerlerine ait eğriler daha kısa sürede azalma eğilimi

göstermişlerdir. Rashki ve Shirvani (2013) *B. bassiana*'nın düşük konsantrasyonlarına (5.6×10^2 , 10^4 , 10^5 konidi ml^{-1}) maruz kalmış ve kontrol grubundaki *A. gossypii* bireylerinin tamamının ölene kadar ki l_x ile m_x değerlerindeki dalgalanmaları hemen hemen yakın bulmuşlardır. Entomopatojenin 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin l_x ile m_x değerlerinin birbirine yakın olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak konidyal konsantrasyon arttıkça l_x ile m_x değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Her iki çalışmada da sonuçlar paralellik göstermektedir.

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin farklı biyolojik dönemdeki gelişme ve yaşam süreleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Her iki izolatında farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin ve kontrol grubundaki bireylerin birinci nimf dönemi süreleri 1.56 gün ile 1.82 gün arasında değişiklik göstermiş olup istatistiksel olarak hepsi aynı grupta yer almıştır. İkinci nimf dönem süreleri 1.22 gün ile 1.80 gün arasında değişiklik göstermiş olup en az süre M6-4 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde, en yüksek ise M6-4 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde görülmüştür. Üçüncü nimf dönem süreleri 1.22 gün ile 2.00 gün arasında değişiklik göstermiş olup en az süre LD.2016 izolatının 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde, en yüksek M6-4 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde kaydedilmiştir. Dördüncü nimf dönem süreleri 1.44 gün ile 2.30 gün arasında değişiklik göstermiş olup en az ve en yüksek süre sırasıyla M6-4 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozu ile LD.2016 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerde kaydedilmiştir.

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatları uygulanmış *M. persicae* bireylerinin gelişme süreleri, M6-4 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalanlar hariç kontrol grubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Yaşam süresi en yüksek 30.16 gün ile kontrol grubundadır, LD.2016 ve M6-4 izolatlarının aynı dozlarına (10^6 ve 10^7 konidi ml^{-1}) maruz kalmış bireylerde benzer bulunmuştur ve en az süre ise LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerde sırasıyla 9.74 gün ile 9.00 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon süreleri, günlük ve toplam yavru sayıları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin gelişme ve yaşam süreleri (Gün)*

Biyolojik Dönem	İzolat	Doz	n	Süre	
Birinci Nimf Dönemi	Kontrol		50	1.68 ± 0.07	a
		10 ⁶	50	1.82 ± 0.10	a
		10 ⁷	50	1.70 ± 0.11	a
	LD.2016	10 ⁸	50	1.74 ± 0.12	a
		10 ⁶	50	1.74 ± 0.08	a
		10 ⁷	50	1.56 ± 0.07	a
		10 ⁸	50	1.80 ± 0.10	a
İkinci Nimf Dönemi	Kontrol		50	1.64 ± 0.08	ab
		10 ⁶	50	1.36 ± 0.08	bc
		10 ⁷	49	1.40 ± 0.09	bc
	LD.2016	10 ⁸	49	1.32 ± 0.09	bc
		10 ⁶	50	1.80 ± 0.06	a
		10 ⁷	50	1.78 ± 0.07	a
		10 ⁸	47	1.22 ± 0.10	c
Üçüncü Nimf Dönemi	Kontrol		50	1.60 ± 0.08	bc
		10 ⁶	49	1.24 ± 0.08	cd
		10 ⁷	49	1.22 ± 0.07	d
	LD.2016	10 ⁸	49	1.40 ± 0.08	cd
		10 ⁶	50	2.00 ± 0.08	a
		10 ⁷	50	1.92 ± 0.08	ab
		10 ⁸	44	1.50 ± 0.13	cd
Dördüncü Nimf Dönemi	Kontrol		49	1.90 ± 0.10	abc
		10 ⁶	48	2.30 ± 0.12	a
		10 ⁷	49	2.14 ± 0.11	ab
	LD.2016	10 ⁸	49	2.02 ± 0.12	ab
		10 ⁶	46	1.72 ± 0.11	bc
		10 ⁷	48	1.66 ± 0.11	bc
		10 ⁸	38	1.44 ± 0.16	c
Gelişme Süresi	Kontrol		49	6.72 ± 0.17	a
		10 ⁶	48	6.73 ± 0.16	a
		10 ⁷	49	6.42 ± 0.16	a
	LD.2016	10 ⁸	49	6.46 ± 0.16	a
		10 ⁶	46	6.76 ± 0.31	a
		10 ⁷	48	6.70 ± 0.22	a
		10 ⁸	38	5.26 ± 0.43	b
Yaşam Süresi	Kontrol		50	30.16 ± 0.82	a
		10 ⁶	50	19.96 ± 1.02	b
		10 ⁷	50	11.84 ± 0.30	c
	LD.2016	10 ⁸	50	9.74 ± 0.16	cd
		10 ⁶	50	18.06 ± 0.98	b
		10 ⁷	50	11.42 ± 0.36	cd
		10 ⁸	50	9.00 ± 0.43	d

*Her bir biyolojik dönem için ayrı ayrı olmak üzere aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar (±standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Tukey's HSD test, P>0.05).

Beauveria bassiana'nın her iki izolatının farklı dozlarına maruz kalmış ve kontrol grubundaki *M. persicae* bireylerinin preovipozisyon süreleri 0.00 gün ile 0.36 gün arasında değişiklik göstermiş olup M6-4 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozu hariç istatistiksel olarak hepsi aynı grupta yer almıştır. Hem M6-4 hem de LD.2016 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri kendi içerisinde olacak şekilde istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Ayrıca doz arttıkça ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri kısalmıştır. En uzun ovipozisyon ve postovipozisyon süreleri kontrol grubunda görülmüştür ve sırasıyla 18.41gün ile 5.37 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin günlük ve toplam yavru sayıları

	Doz	n	Preovipozisyon Süresi ($\pm$ SH)	Ovipozisyon Süresi ($\pm$ SH)	Postovipozisyon Süresi ($\pm$ SH)	Günlük Yavru Sayısı ($\pm$ SH) (Dişi/dişi/gün)	Toplam Yavru Sayısı ($\pm$ SH) (Dişi/dişi)
	Kontrol	49	0.00 $\pm$ 0.00 b	18.41 $\pm$ 0.59 a	5.37 $\pm$ 0.48 a	2.51 $\pm$ 0.11 b	59.60 $\pm$ 2.92 a
LD.2016	10^6	48	0.00 $\pm$ 0.00 b	11.50 $\pm$ 0.66 b	2.17 $\pm$ 0.54 b	4.85 $\pm$ 0.22 a	60.84 $\pm$ 3.53 a
	10^7	49	0.10 $\pm$ 0.04 b	5.35 $\pm$ 0.26 c	0.00 $\pm$ 0.00 c	4.94 $\pm$ 0.21 a	27.68 $\pm$ 1.88 b
	10^8	49	0.00 $\pm$ 0.00 b	3.18 $\pm$ 0.15 cd	0.04 $\pm$ 0.04 c	4.85 $\pm$ 0.20 a	15.68 $\pm$ 0.88 c
M6-4	10^6	44	0.36 $\pm$ 0.10 a	10.21 $\pm$ 0.71 b	1.43 $\pm$ 0.44 bc	2.75 $\pm$ 0.21 b	34.86 $\pm$ 3.87 b
	10^7	48	0.02 $\pm$ 0.02 b	4.52 $\pm$ 0.34 cd	0.08 $\pm$ 0.05 c	2.27 $\pm$ 0.18 b	11.52 $\pm$ 1.37 c
	10^8	38	0.13 $\pm$ 0.06 b	3.16 $\pm$ 0.25 d	0.05 $\pm$ 0.05 c	2.62 $\pm$ 0.25 b	8.90 $\pm$ 1.07 c

*Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar ($\pm$ standart hatalar) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Tukey's HSD test, $P>0.05$).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ile M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış ve kontrol grubundaki *M. persicae* bireylerinin günlük yavru sayıları 2.27 dişi/dişi/gün ile 4.94 dişi/dişi/gün arasında değişiklik göstermiş olup en fazla günlük yavru sayısı LD.2016 izolatının 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde görülmüştür. Toplam yavru sayıları ise en az 8.90 dişi/dişi ile M6-4 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış *M. persicae* bireylerinde, en çok 60.84 dişi/dişi ile LD.2016 izolatının 10^6 dozuna maruz kalmış bireylerde görülmüştür. Bunu 59.60 dişi/dişi ile kontrol grubundaki *M. persicae* bireyleri takip etmiştir. En az ve en çok

toplam yavru sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Her iki izolatın tüm dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin ayrı ayrı olacak şekilde kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ve net üreme gücü (R_0) değerleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. En uzun ortalama döl süresi (T_0), 12.950 gün ile kontrol grubundaki *M. persicae* bireylerinde, en kısa 8.497 gün ile LD.2016 izolatının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Beauveria bassiana LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış ve kontrol grubundaki *M. persicae* bireylerinin toplam üretkenlik oranları (GRR) sırasıyla 81.105, 58.596, 25.827, 61.456, 39.097, 34.103 ve 64.702 dişi/dişi olarak hesaplanmıştır. Popülasyonun ikiye katlanma süresi (T_2), en uzun 2.631 gün ile M6-4 izolatının 10^7 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde, en kısa ise 1.869 gün ile LD.2016 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerde görülmüştür. Günlük maksimum üreme değeri (λ), en yüksek 1.449 dişi/gün ile LD.2016 izolatının 10^6 konidi ml^{-1} dozu uygulanmış bireylerde, en düşük ise 1.301 dişi/gün ile M6-4 izolatının 10^7 konidi ml^{-1} dozu uygulanmış bireylerde görülmüştür (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yaşam çizelgesi parametreleri

Parametreler	Kontrol	LD.2016			M6-4		
		10^6	10^7	10^8	10^6	10^7	10^8
Kalıtsal üreme yeteneği, r_m	0.280 e	0.340 b	0.352 a	0.337 c	0.292 d	0.263 g	0.268 f
Net üreme gücü, R_0	59.71 b	61,19 a	27,82 d	15,72 e	34,90 c	11,60 f	8,93 g
Ortalama döl süresi, T_0	12.950	11.152	9.534	8.497	11.647	9.775	8.836
Toplam üretkenlik oranı, GRR	64.702	81.105	58.596	25.827	61.456	39.097	34.103
Popülasyonun ikiye katlanma süresi, T_2	2.182	1.869	1.967	2.064	2.229	2.631	2.575
Günlük maksimum üreme değeri, λ	1.374	1.449	1.422	1.399	1.365	1.301	1.309
n	40	31	17	12	32	18	18

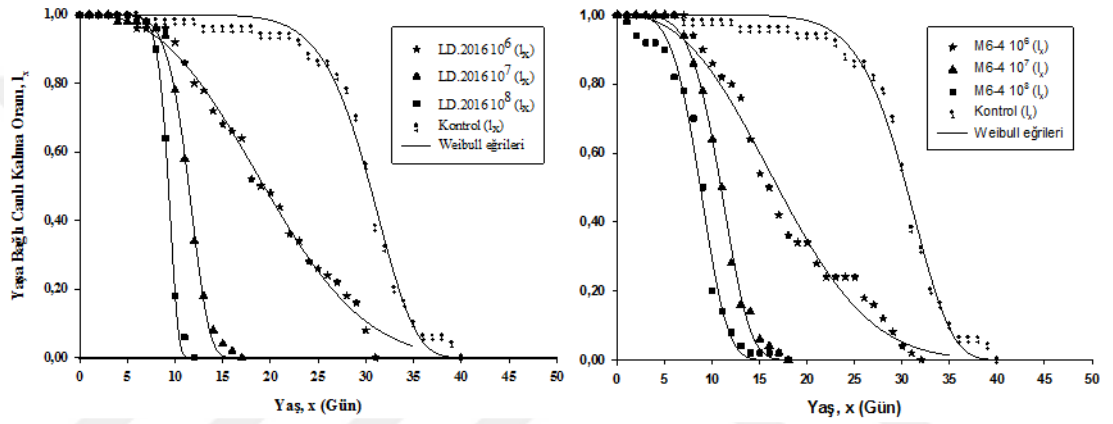
*Aynı satırda farklı harfleri taşıyan kalıtsal üreme yeteneği ve net üreme gücü değerleri aralarındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Tukey's HSD test, $P>0.05$).

Her iki fungus izolatına da maruz kalmış bireylerin net üreme gücü (R_0), dozlara göre farklılık göstermiştir. Doz ile R_0 değerleri arasında ters orantı olduğu gözlemlenmiştir. Rashki ve Shirvani (2013) yaptıkları çalışmada *A. gossypii*'nin yaşam parametleri üzerine *B. bassiana*'nın etkisini gözlemlemiştir ve bu çalışmada olduğu gibi net üreme gücü değerlerinin konsantrasyon arttıkça azaldığını belirlemiştir.

Bu çalışmada her iki izolatın farklı dozlarına maruz kalan bireylerin ortalama döl süreleri (T_0), günlük maksimum üreme değerleri (λ), toplam üretkenlik oranları (GRR) ve popülasyonun ikiye katlanma süresi (T_2) doz arttıkça azalmıştır (Çizelge 4.4). Rashki ve Shirvani (2013) yaptıkları çalışmada *B. bassiana*'nın *A. gossypii*'nin yaşam parametlerine üzerine etkisini incelemiştir ve ortalama döl süresi (T_0) ve popülasyonun ikiye katlanma süresi (T_2) değerlerinin konsantrasyon ile birlikte arttığını gözlemlemiştir. Fakat T_0 ve T_2 değerlerinde düşük dozlar (5.6×10^2 , 1×10^4 , 1×10^5 konidi ml^{-1}) ile kontrol arasında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Günlük maksimum üreme değerinin (λ) ise konidial konsantrasyon ile ters orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Her iki çalışmada da ortalama döl süreleri (T_0) ve günlük maksimum üreme değerleri (λ) benzerlik göstermiş olup popülasyonun ikiye katlanma süresi (T_2) ise farklılık göstermiştir. Bayındır vd. (2016) yaptıkları çalışmada bazı bitkisel ekstraktların *M. persicae*'nin biyolojisine etkisini incelemiştir ve kontrol grubunun kalıtsal üreme yeteneğini (r_m), net üreme gücünü (R_0), ortalama döl süresini (T_0), toplam üreme oranını (GRR), popülasyonun ikiye katlanma süresini (T_2) ve günlük maksimum üreme değerlerini (λ) sırasıyla 0.37, 44.45, 10.39, 58.47, 1.89 ve 1.44 dişi/dişi/gün olarak bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada ise kontrol grubunun kalıtsal üreme yeteneği (r_m), net üreme gücü (R_0), ortalama döl süresi (T_0), toplam üreme oranı (GRR), popülasyonun ikiye katlanma süresi (T_2) ve günlük maksimum üreme değerleri (λ) sırasıyla 0.280, 59.71, 12.950, 64.702, 2.182 ve 1.374 dişi/dişi/gün olarak bulunmuştur.

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (I_x) üzerine uygulanmış Weibull dağılım modellerinin elde edilen verilere uygunluk derecesi kriteri olarak belirleme katsayısı (R^2) ve artık kareler toplamı (RSS) değerleri kullanılmıştır (Kontodimas vd., 2004). *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı

dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerinden en uygun hayat eğrileri Weibull dağılımı ile belirlenmiştir. *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerine uygulanan Weibull dağılım modellerinde b (ölçü) ve c (şekil) parametreleri sırasıyla 22.169 ile 2.676 ve 19.539 ile 2.534 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5). Bu sonuçlara göre her iki izolatın 10^6 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *M. persicae* popülasyonunun artan popülasyon tipine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerine uygulanmış Weibull dağılım modelleri.

Çizelge 4.5. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerine uygulanmış Weibull dağılım modelinin parametreleri*

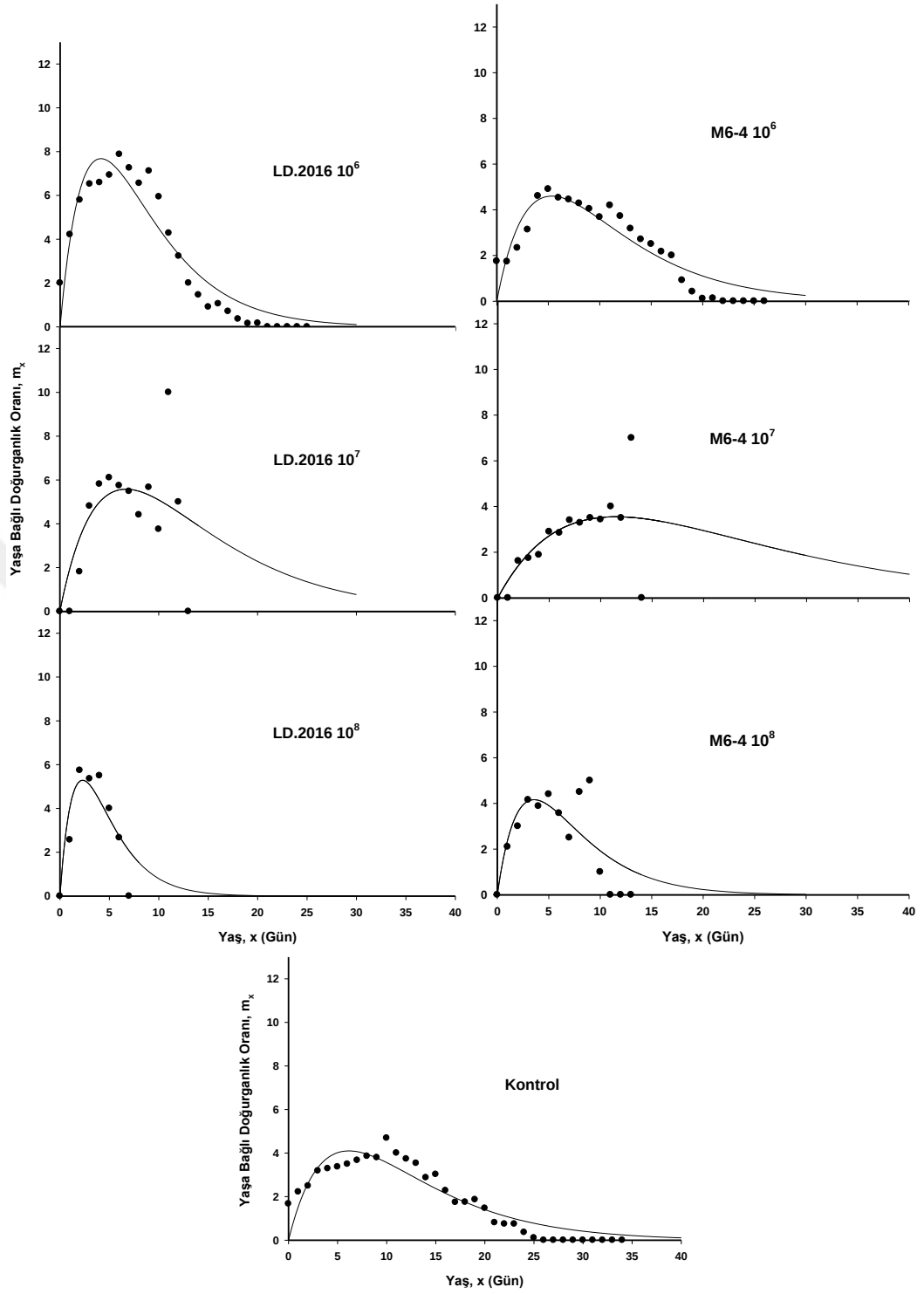
	Doz (Konidi ml^{-1})	b (ölçü)	c (şekil)	R ²	RSS
	Kontrol	31.724 ± 0.128	8.945 ± 0.403	0.992	0.041
LD.2016	10 ⁶	22.169 ± 0.167	2.676 ± 0.079	0.994	0.022
	10 ⁷	12.017 ± 0.059	7.428 ± 0.340	0.997	0.008
	10 ⁸	9.594 ± 0.032	12.359 ± 0.622	0.998	0.003
M6-4	10 ⁶	19.539 ± 0.256	2.534 ± 0.119	0.986	0.061
	10 ⁷	11.729 ± 0.075	5.049 ± 0.212	0.997	0.010
	10 ⁸	9.510 ± 0.139	4.351 ± 0.364	0.989	0.035

*Modellere ait b ve c parametrelerinin değerleri, standart hataları ile birlikte verilmiştir (P<0.0001).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^7 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı canlı kalma oranları (l_x) üzerine uygulanan Weibull dağılım modellerinde b ve c parametreleri sırasıyla 12.017 ile 7.428 ve 11.729 ile 5.049 olarak bulunmuş olup, 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin Weibull dağılım modelinde ise b ve c parametreleri sırasıyla 9.594 ile 12.359 ve 9.510 ile 4.351 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu sonuçlara göre her iki izolatın 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin canlı kalma oranları üzerine uygulanan Weibull modeline ait eğriler entomopatojenin etkisi ile diğerlerine göre daha erken ve ani olarak azalma eğiliminde olmuşlardır (Şekil 4.3). Kontrol grubuna ait Weibull eğrisinde ise b ve c parametreleri sırasıyla 31.724 ve 8.945 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.5). Bu sonuçlara göre kontrol grubundaki *M. persicae* popülasyonunun artan popülasyon tipine uyduğu görülmektedir (Şekil 4.3).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranları (m_x) üzerine uygulanmış Enkegaard regresyon modelleri Şekil 4.4'de verilmiştir. *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranlarının (m_x) en uygun modelleri Enkegaard regresyonu ile belirlenmiştir. *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^6 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin Enkegaard modelinde a ve b parametreleri sırasıyla 5.058 ile 0.242 ve 2.342 ile 0.187 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4, Çizelge 4.6).

Beauveria bassiana'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^7 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin Enkegaard modelinde a ve b parametreleri sırasıyla 2.265 ile 0.149 ve 0.840 ile 0.087 olarak bulunmuştur. *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 konidi ml^{-1} dozuna maruz kalmış bireylerin Enkegaard modelinde a ve b parametreleri sırasıyla 6.280 ile 0.437 ve 3.172 ile 0.280 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubundaki modelde ise a ve b parametreleri sırasıyla 1.813 ve 0.163 olarak bulunmuştur (Şekil 4.4, Çizelge 4.6).



Şekil 4.4. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranları (m_x) üzerine uygulanmış Enkegaard regresyon modelleri

Belirleme katsayısı (R^2) ve artık kareler toplamı (RSS) değerleri Enkegaard modelinin elde edilen verilere uygunluk derecesi kriteri olarak kullanılmıştır (Kontodimas vd., 2004). *B. bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış ve kontrol grubundaki *M. persicae* bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranları (m_x) üzerinden belirlenen Enkegaard modelleri her iki izolatta da uyumluluk göstermiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.6. *Beauveria bassiana*'nın LD.2016 ve M6-4 izolatlarının farklı dozlarına maruz kalmış *Myzus persicae* bireylerinin yaşa bağlı doğurganlık oranları (m_x) üzerine uygulanmış Enkegaard regresyon modellerinin parametreleri*

Doz (Konidi ml ⁻¹)		a	b	R ²	RSS
Kontrol		1.813 ± 0.151	0.163 ± 0.008	0.869	10.727
LD.2016	10⁶	5.058 ± 0.446	0.242 ± 0.012	0.904	20.798
	10⁷	2.265 ± 0.735	0.149 ± 0.040	0.474	55.687
	10⁸	6.280 ± 1.546	0.437 ± 0.069	0.783	8.299
M6-4	10⁶	2.342 ± 0.227	0.187 ± 0.011	0.853	11.761
	10⁷	0.840 ± 0.315	0.087 ± 0.038	0.464	25.412
	10⁸	3.172 ± 0.784	0.280 ± 0.042	0.617	18.076

*Modellere ait a ve b parametrelerinin değerleri, standart hataları ile birlikte verilmiştir (P<0.0001).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, entomopatojen fungus *Beauveria bassiana*'nın iki farklı izolatının 10^6 , 10^7 ve 10^8 konidi ml^{-1} dozlarının *Myzus persicae*'ye etkilerinin belirlenmesi amacıyla, yüzde ölüm değerleri hesaplanarak popülasyonun yarısının öldüğü süre (LT_{50}) belirlenmiştir. Ayrıca bazı yaşam çizelgesi parametreleri hesaplanmış ve elde edilen verilere Weibull ve Enkegaard matematiksel modellemeleri uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre, uygulamadan sonraki 9. günde LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^7 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin yüzde ölüm değerleri sırasıyla %58 ve 70 olarak bulunmuştur. LD.2016 ve M6-4 izolatlarının 10^8 konidi ml^{-1} dozlarına maruz kalmış bireylerin yüzde ölüm değerleri ise sırasıyla %98 ve 92 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma süresince her iki izolatın da spor konsantrasyonları arttıkça LT_{50} değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca aynı şekilde net üreme gücünün, ortalama döl sürelerinin, günlük maksimum üreme değerlerinin ve toplam üretkenlik oranlarının da doz arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir. LT_{50} değerlerine bakılarak M6-4 izolatının LD.2016 izolatına göre zararlı üzerinde daha etkili olduğu söylenebilir ve bu izolatların insektisitlerle beraber kullanılarak zararlıya karşı daha etkin bir mücadele yapılabileceği düşünülmektedir.

Bu sonuçlara göre söz konusu entomopatojen fungusun M6-4 ve LD.2016 izolatlarının *M. persicae*'ye karşı uygulanacak entegre mücadele yönetimi kapsamında kullanımlarının ümit var olduğu kanaatine varılmıştır. Entomopatojen fungusların, memeliler üzerinde herhangi bir toksik etkilerinin bulunmaması (Sevim vd., 2015) sebebiyle kimyasallar yerine kullanılabilecek uygun bir alternatif olabilmesi söz konusu olacaktır. Daha sonra yapılacak çalışmalarda bu fungusun izolatlarının tarla ve sera şartlarındaki etkinliklerinin test edilmesinde yarar vardır. Ayrıca bu entomopatojen fungusların yaban hayatı ve doğal düşmanlara etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. İleri çalışmalarda başarılı olunması durumunda, bu izolatların *M. persicae*'ye karşı hazırlanacak bir entegre zararlı yönetimi programı kapsamındaki biyolojik mücadele uygulamalarında yer alabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, daha ileride yapılacak olan benzer çalışmalar için yol gösterecek niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Akmal, M., Freed, S., Malik, M. N. & Gul, H. T. (2013). Efficacy of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hypomycetes) against different aphid species under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(1), 71-78.
- Azizoglu, U., Bulut, S. & Yilmaz, S. (2012). Organik tarımda biyolojik mücadele; entomopatojen biyoinsektisitler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5), 375-381.
- Baydar, R., Güven, Ö. & Karaca, İ. (2016). Occurrence of entomopathogenic fungi in agricultural soils from Isparta Province in Turkey and their pathogenicity to *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) Larvae. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(2), 323-327.
- Bayındır, A., Abdelaziz, O., Birgücü, A. K., Oufroukh, A., Senoussi, M. M. & Karaca, İ. (2017). Entomopatojen fungusların *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)'ya etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 191-195.
- Bayındır, A., Özger, Ş. & Birgücü, A. K. (2016). Bazı bitkisel ekstraktların *Myzus persicae*'nin biyolojisine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3, 96-101. Doi: 10.19159/tutad.76219
- Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15-26.
- Birgücü, A.K. & Bayındır-Erol, A. (2018). Maternal age effect on biology of aphids: a lifetable approaches. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(11), 7470-7478.
- Birgücü, A. K., Özger, Ş., Pohl, D. & Karaca, İ. (2018). Effects of soil application of neem on some biological characteristics of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Agricultural Sciences*, 24, 256-268.
- Çelebi, Ö. (2012). *Eurygaster integriceps* (Put.) (Hemiptera: Scutelleridae)'in Bakteriyal Florasının ve Mikrobiyal Mücadele Etmenlerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Cırbın, İ., Güven, Ö. & Karaca, İ. (2017). Bazı entomopatojen fungusların *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34(3), 159-165. doi: 10.13002/jafag4278
- Çelik, M. & Karaca, İ. (2017). Effects of maternal age on biological features of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2321-1571.
- Deevey, E. S. (1947). Life Tables for natural populations of animals. *The Quarterly Review of Biology*, 22(4), 283-314.

- Demirci, F., Muştu, M., Kaydan, M. B. & Ülgentürk, S. (2011). Laboratory evaluation of the effectiveness of the entomopathogen; *Isaria farinosa*, on Citrus mealybug, *Planococcus citri*. *Journal of Pest Science*, 84, 337-342.
- Enkegaard, A. (1993). The poinsettia strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom.; Aleyrodidae), biological and demographic parameters on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in relation to temperature. *Bulletin of Entomological Research*, 83, 535-546.
- Erdoğan, P. (2015). *Capsicum annuum* L. (Solanaceae) ve *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae) ekstraktlarının *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) üzerine insektisit etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(4), 305-315.
- Güven, Ö., Baydar, R., Temel, C. & Karaca, İ. (2014). Bazı entomopatojen fungusların *Aphis Fabae* (Scopoli) (Hemiptera: Aphididea) üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2), 149-158.
- Hansen, D. L., Brødsgaard, H. F. & Enkegaard, A. (1999). Life table characteristics of *Macrolophus caliginosus* preying upon *Tetranychus urticae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 93, 269-275.
- Huang, Y. B. & Chi, H. (2012). Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Agriculture and Forest Entomology*, 61(1), 37-45.
- İnanlı, C., Yoldaş, Z. & Birgücü, A. K. (2012). Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana* (Bals.) ve *Metarhizium anisopliae* (Metsch.)'nin *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae)'nin yumurta ve larva dönemlerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(3), 239-242.
- Jandricic, S. E., Filotas, M., Sanderson, J. P. & Wraight, S. P. (2014). Pathogenicity of conidia-based preparations of entomopathogenic fungi against the greenhouse pest aphids *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, and *Aulacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 118, 34-46.
- Javed, K., Javed, H., Mukhtar, T. & Qiu, D. (2019). Pathogenicity of some entomopathogenic fungal strains to green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(92). <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0183-z>
- Kairo, M. T. K. & Murphy, S. T. (1995). The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Coleoptera: Coccinellidae) and the potential for use in innoculative releases against *Icerya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119, 487-491.

- Kontodimas, D. C., Eliopoulos, P. A., Stathas, G. J. & Economou, L. P. (2004). Comparative temperature-dependent development of *Nephus includens* (Kirsch) and *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae), preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): Evaluation of a linear and various non-linear models using specific criteria. *Environmental Entomology*, 33, 1-11.
- Lawo, J. P. & Lawo, N. C. (2011). Misconceptions about the comparison of intrinsic rates of natural increase. *Journal of Applied Entomology*, 135, 715-725.
- Martins, I. C. F., Silva, R. J., Alencar, J. R. D. C. C, Silva, K. P., Cividanes, F. J., Duarte, R.t., Agostini, L. T. & Polanczyk, R. A. (2014). Interactions between the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) and the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) on *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 933-938.
- McGuire, M. R., Leland, J. E., Dara, S., Park, Y. H. & Ulloa, M. (2006). Effect of different isolates of *Beauveria bassiana* on field populations of *Lygus hesperus*. *Biological Control*, 38(3), 390-396.
- Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. & Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156-1166.
- Meyers, J. M., Stephan F. M., Haavik, L. J. & Steinkraus, D. C. (2013). Laboratory and field bioassays on the effects of *Beauveria bassiana* Vuillemin (Hypocreales: Cordycipitaceae) on red oak borer, *Enaphalodes rufulus* (Haldeman)(Coleoptera: Cerambycidae). *Biological Control*, 65(2), 258-264.
- Özçelik, N., Bal, G., Demirci, F. & Muştu, M. (2013). *Isaria farinosa* ve *Purpureocillium lilacinum*'un yeşil şeftali yaprakbiti, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) üzerine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 4(1), 23-29.
- Pinder J. E., Wiener, J. G. & Smith, M. H. (1978). The Weibull distribution: a new method of summarizing survivorship data. *Ecology*, 59, 175-179.
- Rashki, M. & Shirvani, A. (2013). The effect of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on life table parameters and behavioural response of *Aphis gossypii*. *Bulletin of Insectology*, 66(1), 85-91
- Rashki, M., Kharazi-pakdel, A., Allahyari, H. & Alphen van, J. J. M. (2009). Interactions among the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), the parasitoid, *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), and its host, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Biological Control*, 50, 324-328.

- Rath, A. C. (2000). The use of entomopathogenic fungi for control of termites. *Biocontrol Science and Technology*, 10, 563-581.
- Saranya, S., Ushakumari, R., Jacob, S. & Philip, M. B. (2010). Efficacy of different entomopathogenic fungi against cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Koch). *Journal of Biopesticides*, 3(1), 138-142.
- Sevim, A., Sevim, E. & Demirbağ, Z. (2015). Entomopatojenik fungusların genel biyolojileri ve Türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyelleri. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 115-147.
- Telli, S., Derviş, S. & Yiğit, A. (2014). Entomopatojen fungus, *Lecanicillium lecanii* (Sordariomycetes: Hypocreales)’nin bazı fitofag hemiptera türlerine etkisi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38(3), 351-362.
- Tingle, C. C. D. & Copland, M. J. W. (1989). Progeny production and adult longevity of the mealybug parasitoids *Anagyrus pseudococchi*, *Leptomastix dactylopii* and *Leptomastidea abnormis* (Hymenoptera: Encyrtidae) in relation to temperature. *Entomophaga*, 34, 111-120.
- Todorova, I. S., Coderra, D. & Cote, C. J. (2000). Pathogenicity of *Beauveria bassiana* isolates toward *Leptinotarsa decemlineata* [Coleoptera: Chrysomelidae], *Myzus persicae* [Homoptera: Aphididae] and their predator *Coleomegilla maculata lengi* [Coleoptera: Coccinellidae]. *Phytoprotection*, 81, 15-22.
- Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analyses of variance. *Biometrics*, 5, 99-114.
- Tuncer, C., Kushiyevev, R., Liu, J. & Akça, İ. (2018). *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana* izolat ve preparatlarının *Curculio nucum*’a karşı etkinlikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 1308-8750. Doi: 10.7161/omunajas.387380.
- Ulusoy, M. (2016). Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill Sporlarının Bazı Zararlı Böcekler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi)
- Uzuner, S., Güner, B. G., Ayar, Ö. & Yaman, M. (2017). Biyolojik mücadelede kullanılan entomopatojenlerin arılar üzerine etkileri. *Arıcılık araştırma dergisi*, 9(1), 9-19.
- Velioğlu, A. S. & Toros, S. (2002). Değişik bölgelerden toplanan *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.: Aphididae) popülasyonlarının bazı insektisitlere karşı dayanıklılık düzeylerinin araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 42(1-4), 67-79.
- Vu, H. V., Hong, S. & Kim, K. (2007). Selection of entomopathogenic fungi for aphid control. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 104(6), 498-505. DOI: 10.1263/jbb.104.498

- Wang, J. J., Tsai, J. H., Zhao, Z. M. & Li, L. S. (2000). Development and reproduction of the psocid *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae) as a function of temperature. *Annals of the Entomological Society of America*, 93, 261-270.
- Yeşilırmak, M. M. & Karaca, İ. (2016). Entomopatojen fungusların *Blatta lateralis* Walker (Blattodea: Blattidae)'e etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 7(2), 167-182.
- Yu, J. Z., Chi, H. & Chen, B. H. (2013a). Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) at different temperatures. *Biological Control*, 64, 1-9.
- Yu, L. Y., Chen, Z. Z., Zheng, F. Q., Shi, A. J., Guo, T. T., Yeh, B. H., Chi, H. & Xu, Y. Y. (2013b). Demographic analysis, a comparison of the jackknife and bootstrap methods, and predation projection: A Case Study of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Economic Entomology*, 106(1), 1-9.
- Yüksel, E., Açıkgöz, Ç., Demirci, F. & Muştı, M. (2017). Entomopatojen funguslar *Beauveria bassiana*, *Isaria farinosa* ve *Purpureocillium lilacinum*'un domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta*'nın yumurta dönemine etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(1), 39-48.
- Zimmermann, G. (1986). The 'Galleria bait method' for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Journal of Application Entomology*, 102, 213-215.
- Zimmermann, G. (2007). Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17, 553-596. <https://doi.org/10.1080/09583150701309006>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gizem BERBER

Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1995

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : gizem_0608@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Isparta Şehit Ali İhsan Kalmaz Anadolu Lisesi, 2013

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 2018

Yayınlar

Karaca, İ., Güven, Ö., Özek, T., Berber, G., Gautam, U.K. & Kodrik, D. (2019). Enhancement of efficacy the entomopathogenic fungi, *Beauveria* spp. on the aphids *Myzus persicae* by adipokinetic hormone. 7th International Entomopathogens and Microbial Control Congress.