



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN BORİK
ASİTLE BİRLİKTE KULLANIMININ ALMAN
HAMAMBÖCEĞİ *Blatella germanica*' YA ÖLÜM
ETKİSİ**

HANİFİ YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2018

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN BORİK
ASİTLE BİRLİKTE KULLANIMININ ALMAN
HAMAMBÖCEĞİ *Blatella germanica*' YA ÖLÜM
ETKİSİ**

HANİFİ YILMAZ

Bu tez,
Bitki Koruma Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2018

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Hanifi YILMAZ tarafından hazırlanan “Bazı entomopatojen fungusların Borik asitle birlikte kullanımının Alman Hamam Böceği *Blatella germanica*’ ya ölüm etkisi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 17/08/2018 tarihinde oy birliği ile Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hasan TUNAZ (DANIŞMAN)

.....

Bitki Koruma Anabilim Dalı, KSÜ

Prof. Dr. M. Kubilay ER (ÜYE)

.....

Bitki Koruma Anabilim Dalı, KSÜ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KEÇECİ (ÜYE)

.....

Bitki Koruma Anabilim Dalı, İnönü Ün.

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hanifi YILMAZ

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2016/5-43 YLS

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

BAZI ENTOMOPATOJEN FUNGUSLARIN BORİK ASİTLE BİRLİKTE KULLANIMININ ALMAN HAMAM BÖCEĞİ *Blatella germanica* YA ÖLÜM ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HANİFİ YILMAZ

ÖZET

Kontrollü koşullar altında yapılan ön çalışmada entomopatojen fungusların (*Metarhizium anisopliae* (s 7-3), *Beauveria bassiana* (5-4), *Beauveria* spp. (s 7-2), *Beauveria varroa* (120601), *Beauveria varroae* (35727)) 'nın etkili sabit dozu (10 mg/cm²) belirlenerek 192 saat boyunca alman hamamböceğine karşı ölüm etkilerinin tüm izolatlarda % 85 ile 95 arası değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Burdan yola çıkarak *Beauveria bassiana* 5-4 izolatu ve *Metarhizium anisopliae* s7-3 izolatları borik asit ile birlikte ayrı ayrı test edilerek Alman hamamböceğine (*Blatella germanica*) karşı kombine toksisitesi araştırılmıştır. Borik asitle yapılan biyolojik testlerde, 92 saat boyunca borik aside maruz kalan alman hamamböceklerinin ölüm oranı etkili yüksek dozlarda (20, 10, 5 mg/cm²) %100 oranında gerçekleşirken, düşük dozda (1 mg/cm²) ölüm oranı yüksek bir yüzdeye ulaşmamıştır. 192 saat boyunca yürütülen biyolojik çalışmalarda entomopatojen funguslar *B. bassiana* 5-4 ve *M. anisopliae* s7-3 izolatlarının alman hamamböceklerine karşı ölüm oranları yüksek dozlarda (10 ve 5 mg/cm²) %100 'e yakın iken düşük dozlarda (1 ve 0.1 mg/cm²) ortalama ölüm oranı %40 olarak görülmüştür. *B. bassiana* 5-4 izolatu-borik asit ve *M. anisopliae* s7-3 izolatu-borik asit kombine uygulamalarda etkili yüksek dozda (5-1 mg/cm²) 192 saat süre boyunca ölüm oranı %100 olarak görülüp, düşük dozlarda ölüm oranı yükselen bir eğilim göstermesine rağmen %100 'e ulaşmamıştır. Yüksek doz oranlarında borik asit (10 ve 5 mg/cm²) ve düşük dozda *B. bassiana* 5-4 (1 mg/cm²) izolatının Alman hamamböceğine karşı kombine ölüm etkileri 96 saat içerisinde sırasıyla %100 ve %100 'e yakın sonuçlar vermiştir. Bu çalışmayla, Alman hamamböceklerinin (*Blatella germanica*) ölümlerini ağırlıklı olarak borik asitten kaynaklandığı fakat entomopatojen fungusların (*Beauveria bassiana* 5-4 ve *Metarhizium anisopliae* s7-3) etkili yüksek dozlarında kombine toksisitenin gerçekleştirdiğini ve netice olarak sinerjik bir etki oluştuğunu söylemek mümkündür.

Anahtar kelimeler: Borik asit, *Blatella germanica*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, Sinerjistik etki

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı,
Ağustos/ 2018

Danışman: Pof. Dr. Hasan TUNAZ

Sayfa sayısı: 29

**MORTALITY EFFECT OF SOME ENTOMOPATHOGENIC FUNGI USED WITH
BORIC ACID TO GERMAN COCKROACHES *Blatella germanica***

MSc THESIS

HANİFİ YILMAZ

ABSTRACT

In a preliminary work under biological conditions, the entomopathogenic fungi (*Metarhizium anisopliae* (7-3), *Beauveria bassiana* (5-4), *Beauveria* spp. (7-2), *Beauveria varroa* (120601), *Beauveria varroae* (10 mg/cm²) caused between 85% and 95% mortality rate of German cockroach (*Blatella germanica*) during 192 hours. From this preliminary work, the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* 5-4 isolate and *Metarhizium anisopliae* s7-3 isolate were tested separately with boric acid to investigate the combined toxicity against German cockroach. In biological tests with boric acid, the mortality rate of German cockroaches exposed to boric acid for 92 hours was 100% at effective high doses (20, 10, 5 mg / cm²), but the mortality rate at a low dose (1 mg / cm²) did not reach a high percentage. While *B. bassiana* 5-4 and *M. anisopliae* s7-3 isolates with higher doses (10 and 5 mg/cm²) caused about 100% cockroach mortality, lower doses (1 and 0.1 mg/cm²) caused about 40%. The mortality rate of cockroach caused by *B. bassiana* 5-4 isolate-boric acid and *M. anisopliae* s7-3 isolate-boric acid at high doses (5-1 mg/cm²) was found to be 100% during 192 hours. On the other hand, although the mortality rate of the adults increased at low doses of *B. bassiana* 5-4 isolate-boric acid and *M. anisopliae* s7-3 isolate-boric acid, the cockroach mortality showed a tendency to reach 100%. Mortality rates of German cockroach exposed to combination of high doses of boric acid (10 and 5 mg / cm²) and a low dose *B. bassiana* 5-4 (1 mg / cm²) were 100% and about, 100% respectively, within 96 hours. With this study it is possible to say that the mortality rate of German cockroaches (*B. germanica*) is predominantly caused by boric acid, but they carry out combinatorial toxicity with effective high doses of entomopathogenic fungi (*B. bassiana* 5-4 and *M. anisopliae* s7-3) and consequently a synergistic effect.

Key words: Boric acid, *Blatella germanica*, *Metarhizium anisopliae* , *Beauveria bassiana* , Synergistic effect

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Plant Protection
August / 2018

Süpervisor: Pof. Dr. Hasan TUNAZ

Number of pages: 29

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans programı süresince yardımlarını esirgemeyen, manevi yönden bana her zaman destek olan, bölümümüzün laboratuvar ve diğer imkânlarını sunan, Bitki Koruma Bölümü değerli danışman hocam Prof. Dr. Hasan Tunaz' a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarımı yürütürken yardımlarını esirgemeyen doktora öğrencisi Recep Ően ve Hüseyin Bozkurt' a ve araştıma görevlisi Cebrail Barış' a teşekkür ederim. Ayrıca, bana her zaman destek olan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü'ndeki hocalarıma, arkadaşlarıma, sundukları katkılardan dolayı teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3.MATERYAL ve METOT.....	8
3.1.Materyal.....	8
3.1.1 Biyolojik deneylerde kullanılan Alman hamamböceği (<i>Blatella germanica</i> (L.)).....	8
3.1.1.1 Sistematikteki yeri.....	8
3.1.1.2 <i>Blatella germanica</i> 'nın Morfolojik özellikleri ve Kısa Biyolojisi.....	8
3.1.2 Biyolojik testlerde kullanılan sentetik kimyasal, borik asit (H ₃ BO ₃) ve entomopatojen funguslar.....	9
3.1.2.1 Testlerde kullanılan borik asit (H ₃ BO ₃).....	9
3.1.2.2 Entomopatojen funguslar	10
3.1.2.2.1 <i>Metarhizium anisopliae</i> (s 7-3) ve <i>Beauveria bassiana</i> (5-4) izolatlı entomopatojen fungusların elde edilmesi.	10
3.2 Metot.....	11
3.2.1 Kültürü yapılan <i>Blatella germanica</i> 'nın iklim odasında yetiştirilmesi.....	11
3.2.2 Biyolojik testler.....	11
3.2.2.1 Kontrollü koşullar altında yapılan entomopatojen fungus testleri.....	11
3.2.2.2 Kontrollü koşullar altında entomopatojen funguslar <i>Beauveria bassiana</i> 5-4 ve <i>Metarhizium anisopliae</i> s 7-3 izolatları ile borik asidin biyolojik testi.....	12

	Sayfa No
3.3 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistik Analizi.....	12
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	13
4.1. Entomopatojen fungusların <i>Blatella germanica</i> (Alman hamamböceği) erginleri üzerindeki ölüm oranları.....	13
4.2. Farklı uygulama dozlarındaki Borik asidin <i>Blatella germanica</i> alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranları.....	14
4.3. Entomopatojen fungus <i>Beauveria bassiana</i> 5-4 izolatının farklı dozlarına 192 saat boyunca maruz kalan <i>Blatella germanica</i> 'nin ölüm oranları.....	15
4.4. Entomopatojen fungus <i>Beauveria bassiana</i> 5-4 izolatı ve inorganik mineral borik aside 192 saat boyunca maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> 'nin ölüm oranları.....	18
4.5. Biyolojik testlerde kullanılan borik asit uygulama dozları ve Entomopatojen fungus <i>Beauveria bassiana</i> 5-4 izolatı uygulama dozunun <i>Blatella germanica</i> Alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranı.....	19
4.6. Entomopatojen fungus <i>Metarhizium anisopliae</i> s7-3 izolatının farklı dozlarına 192 saat boyunca maruz kalan <i>Blatella germanica</i> 'nin ölüm oranları.....	20
4.7. Entomopatojen fungus <i>Metarhizium anisopliae</i> (s7-3) ve inorganik mineral borik aside 192 saat boyunca maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> 'nin ölüm oranları.....	22
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	24
6. KAYNAKLAR.....	27
ÖZGEÇMİŞ.....	29

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Alman hamamböceği <i>Blatella germanica</i> ' nın ergin biyolojisi....	8
Şekil 3.2. Testlerde kullanılan borik asit.....	9
Şekil 3.3. Biyolojik testlerde kullanılan entomopatojen funguslar.....	11



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1 Ön testlerde kullanılan entomopatojen funguslar.....	10
Çizelge 4.1 Entomopatojen funguslara 192 saat boyunca maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> alman hamamböceklerinin ölüm oranları....	14
Çizelge 4.2 İnorganik mineral borik aside 192 saat boyunca maruz bırakılan ergin Alman hamamböceklerinin ölüm oranları.....	16
Çizelge 4.3 Farklı dozlardaki <i>Bauveria bassiana</i> 5-4 fungus izolatlarına 192 saat boyunca maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> alman hamamböceklerinin ölüm oranları.....	17
Çizelge 4.4 Entomopatojen fungus <i>Bauveria bassiana</i> 5-4 izolatı ve Borik asit karışımli dozların 192 saat maruz kalma süresince etkisi altında kalan <i>Blatella germanica</i> 'nin ölüm oranları.....	19
Çizelge 4.5 Borik asit ve Entomopatojen fungus <i>Bauveria bassiana</i> (5-4) karışımli dozların 192 saat maruz kalma süresince etkisi altında kalan <i>Blatella germanica</i> 'nin ölüm oranları.....	20
Çizelge 4.6 Farklı dozlardaki <i>Metarhizium anisopliae</i> (s7-3) fungus izolatına 192 saat boyunca maruz bırakılan <i>Blatella germanica</i> alman hamamböceklerinin ölüm oranları.....	21
Çizelge 4.7 Entomopatojen fungus <i>Metarhizium anisopliae</i> (s7-3) ve borik asit karışımli dozlara 192 saat boyunca maruz bırakılan Alman hamamböceklerinin ölüm oranları.....	23

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

mg	: Miligram
ml	: Mililitre
l	: Litre
g	: Gram
m³	: Metreküp
mm	: Milimetre
LD₅₀	: Ağız veya temas yoluyla deney hayvanlarına uygulandığında hayvanın %50' sini öldürmek için gerekli doz miktarı
LC₅₀	: Ağız veya temas yoluyla deney hayvanlarına uygulandığında hayvanın %50' sini öldürmek için gerekli konsantrasyon miktarı
LT₅₀	: Ağız veya temas yoluyla deney hayvanlarına uygulandığında hayvanın %50' sini öldürmek için gerekli olan maruz kalma süresi
LSD	: En küçük önemlilik fark testi
°C	: Santigrat derece

1. GİRİŞ

Hamamböcekleri dünya üzerinde yaşam olan hemen hemen bütün bölgelerde etkinliği bulunan zararlı böceklerdir. En önemli özellikleri insan hayatıyla paralel olarak aynı yaşam koşullarına uyum sağlamasıdır. Bu zararlının insanlarla olan ilişkisinin, ilk yerleşim yeri olan mağaralara dayandığı belirtilmektedir (Roth ve Wills, 1960).

Hamamböceklerinin yaklaşık 3500 kadar türe sahip olduğu ve çeşitli çevresel koşullara adapte olabildiği bilinmektedir. Fakat bu zararlının %1'lik kısmı insanlar üzerinde zarar göstermektedir. Bu kısımdaki türler doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli şekilde insanlara zarar vermektedir. Doğrudan besin kaynaklarını tüketmeleri, görüntü olarak insanları tedirgin etmeleri ve psikolojik zarara neden olması, bazı hastalık etmenlerini gıda maddelerine bulaştırarak birçok hastalığa vektörlük etmeleri zarar nedenlerinden bazılarıdır. Hamamböceklerinin veba, kolera, tifo, tüberküloz v.b. hastalıkların taşınmasında rol aldığı bilinmektedir (Metcalf ve Flint, 1962). Ayrıca gıda zehirlenmesinin birçoğunun zararlının dışkı kalıntıları ve yumurtalarının besin maddeleriyle tüketilmesi sonucu ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu bakımdan hamamböceklerinin hem tıbbi hem de ekonomik açıdan önemli bir sorun olduğu ortaya konmuştur (Roberts, 1996).

Hamamböcekleri ile mücadelede kimyasal mücadele yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Karbamatlı bileşikler sentetik piretroidler ve organofosfat v.s bunlardan bazılarıdır (Rust ve ark., 1993). Pestisitler çevreye olan olumsuz etkileriyle bilinmektedir. Havada, suda, toprakta, karda ve yüzeysel sise tespit edilmektedir ve hedef olmayan tüm canlılar bu pestisitlerden etkilenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri pestisitleri "ekonomik zehirler" olarak niteleyerek bunu yasa haline getirmiştir (Moses ve ark., 1993). Pestisitlerin bu denli yaygın kullanımı bazı dezavantajları beraberinde getirmektedir. Bunlardan bazılarının çevreye olan toksik etkisi ve zararlıların dayanıklılık mekanizmasını geliştirmeleri yönünden olumsuz etkileri olarak bilinmektedir. Bu ve benzeri nedenlerden dolayı araştırmacılar daha güvenilir ve zararlıyı sürdürülebilir şekilde baskı altında tutmak için çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalar ışığında gelişen teknik mücadele yöntemlerinden birisi biyolojik mücadele yöntemi diyebiliriz. Gelişmiş ülkelerde çevre bilincinin de artmasıyla biyolojik mücadele yönteminin modern tarımda kullanımı hızlı bir şekilde ivme kazanmıştır. Günümüzde piyasada bulunmakta olan birçok mikrobiyal preparat etkili bir şekilde biyolojik mücadele kapsamında kullanılmaktadır (Erkiliç ve Uygun, 1993). Bitki patojenleri ve böcek zararlılarıyla mikrobiyal mücadele, kimyasal

zirai ilaçlara olan bağılılığı azaltmak ve tarımın sürdürülebilirliği açısından önemli bir yöntemdir. Kayıtlı mikrobiyal ürünlerin sayısı son yıllarda giderek artsa da, patojen veya zararlıya, doğal ortamdaki tutarsız performansı veya beslenmeyle ilgili bir anlayış eksikliği nedeniyle ticari kullanıma uygun pek çok biyopestisit geliştirilememiştir veya sınırlı bir başarıda kalmıştır (Ownley ve ark., 2004).

Biyolojik mücadele yönteminde, parazit ve predatör böceklerden sonra kullanılan ve ümitvar olan grubu entomopatojenler oluşturmaktadır. Söz konusu bu biyolojik silahlar, nematodlar, virüsler, protozoa, funguslar ve bakterilerden oluşmakta olup, bunlar içerisinde en yaygın olarak kullanılan etmen funguslardır. Bilinen 500 kadar fungus türünün böcekler üzerinde patojenik etki gösterdiği belirlenmiştir. Belirlenen bu funguslar içerisinde bir kısmı kontrollü koşullar altında elde edilip biyolojik mücadele kapsamında kullanılmaktadır (Deacon, 1983). *Beauveria bassiana* (Bals.) ve *Metarhizium anisopliae* (Metch.) elde edilen bu funguslar arasında, bilinen en popüler fungus türlerinden ikisidir. Bu fungus izolatlarının geniş ölçüde etkili olmasıyla bitlikte ticari preparatları kullanılmaya başlanılmıştır. *M. anisopliae* ve *B. bassiana* antagonistik bileşiklerini sentezleyebilme kabiliyetine sahip olduğu bilinmektedir. Bu iki fungus türü böceklerin vücudu üzerinde proteaz ve kitinaz enzimlerini salgılayarak, böceğin kutikulasını hidrolize ederler. Dahası bu fungusların salgıladıkları toksinler (*M. anisopliae* 'nin üretmiş olduğu destrüksin, *B. bassiana* 'nin üretmiş olduğu bauverisin ve bassionelid) entomopatojeniteleriyle ilişkilendirilmiştir (Petlamul ve Prasertsan, 2012).

Sentetik kimyasallara alternatif olarak kullanılan bileşenlerden biri de borik asittir (H_3BO_3). Borik asit 19. yüzyılın ortasından beri kullanılan insektisidal, fungusit ve herbisit özelliklere sahip, düşük toksik etki gösteren ve uçucu olmayan mineral bir maddedir. Borik asit; sanitasyon, kültürel, mekanik ve biyolojik uygulamaları içeren ve halen devam etmekte olan entegre zararlı yöntemi (IPM) programının bir parçası olarak kullanıldığında daha etkili olduğu belirlenmiştir (Quarles, 2001). Piyasada borik asit veya sodyum tuzu etken maddeli 189 pestisit ürünü bulunmaktadır (U.S EPA. 1993). Borik asidin etki mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber, araştırmacılar borik asidin, zararlıların sindirim sisteminde orta bağırsak duvarını tahrip ettiği ve vücut duvarının penetrasyonunda etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular neticesinde böceklerin açlıktan ölümüne neden olduğu düşünülmektedir (Cochran, 1995). Borik asidin memelilere karşı düşük toksisite göstermesi nedeniyle diğer organik kimyasallara kıyasla çok daha güvenilir olduğu

bilinmektedir. Bununla beraber, organik kimyasallar çok daha kısa sürede etkili olduğu için borik asit kullanımı sınırlı kalmıştır.

Bu çalışmayla biyolojik mücadele amaçlı kullandığımız iki önemli fungus türü olan *Bauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* 'nin, inorganik insektesisit borik asit ile birlikte kullanımının Alman hamamböceği *Blatella germanica* (L.) erginleri üzerinde sinerjistik etki gösterip göstermediğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Furlong ve Groden (2001), laboratuvar çalışmalarında patates böceği *Leptinotorsa deceptineta* (Say) larvalarına, *Beauveria bassiana* (Balsamo) ile imidacloprid ve cyromazine insektisitlerinin sublethal dozları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Patates yaprağı yüzeyinde beslenen ikinci dönem larvalara, sublethal dozlarda imidacloprid ve çeşitli *B. bassiana* dozları uyguladıklarında sinerjik bir etkileşim olduğunu görmüşlerdir. İmidacloprid ve triazin böcek büyüme düzenleyicisi (IGR) cyromazine'in larvaların ölüm süresini artırdığı görülürken, imidacloprid'in sadece *B.bassiana* ile etkileşime girdiği ve larva ölümünde sinerjik bir tepki ortaya koyduğu sonucuna varmışlardır. İmidacloprid uygulaması ne *B. bassiana* konidilerinin böcek kitikülası üzerinde çimlenmesini engellediği nede konidilerin uyguladıktan sonra dışkıyla çıkışını engellediğini belirtmişlerdir. Sinerjizmi tespit etmek için yapılan istatistiki analiz sonucu sinerjik etkileşimin altında yatan nedenin, açlığa bağlı stres faktörü olduğunu gözlemişlerdir.

Zurek ve ark. (2002), *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) 'nın Serokin tipi AC-1 'i tek başına ve farklı formülasyonlarda borik asit ile kombine ederek Alman hamamböcekleri *Blattella germanica* (L) 'nın ölüm oranlarını laboratuvar biyoanalizleri sonucu değerlendirmişlerdir. Sadece *M. anisopliae* uygulaması sonucu (8.96×10^9 konidi / m^2), hamamböceklerindeki ölüm oranının %92 'nin üzerinde olması için gereken sürenin 28 gün olduğu sonucuna varmışlardır ($LT_{50} = 10$ gün). Buna karşılık *M. anisopliae* 'nin borik asitle birlikte (lokal toz uygulaması veya içme suyuyla) uygulanması sonucunda ölüm oranında önemli bir artış ortaya çıktığı kanaatine varmışlardır. *M. anisopliae* konidileri (8.96×10^8 conidia / m^2) ile % 12.5 borik asit tozu yada % 0.1 konsantrasyonda borik asit tozunu içme suyula birlikte kullanarak, sırasıyla 8 gün ($LT_{50} = 5$ gün) ve 10 gün ($LT_{50} = 6$ gün) de %100 ölüme ulaşmışlardır. *M. anisopliae* 'nın düşük dozda uygulaması sonucu ölüm oranının sadece % 30 'a neden olduğu gözlenirken, borik asidin hamamböceği hemoselindeki ölümcül konsantrasyonuyla birlikte ölüm oranının iki katına çıktığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak yapmış oldukları çalışmanın istatistiki analiz sonuçları da, bu iki insektisit sinerjik bir etkileşim gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Sabbour M.M. (2002), Patates yumru güvesi *Phthorimaea operculella* (Zaller) 'a karşı *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* 'nin etkinliğini artırmak için bazı kimyasal maddelerin rol alabileceğini fark etmişlerdir. *Phthorimaea operculella* 'in entomopatojen funguslar *B. bassiana* ve *M. anisopliae* 'ya karşı hassas olduğu sonucuna varmışlardır. *B. bassiana* ve *M. anisopliae* 'in *P. operculella* 'ya karşı LC_{50} değerini,

sırasıyla 3.4×10^6 ve 8.61×10^7 konidi/ml olarak belirlemişlerdir. *P. operculella* 'in genç larvalarına karşı, metabolik asitler (oksalik asit ve sitrik asit) kullanarak *B. bassiana* ve *M. anisopliae* 'in etkinliğinde yüksek hızda bir artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bazı kimyasal katkı maddelerinin, test edilen fungusların hedef böceğe karşı etkinliğinde bir artışa neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Quesada-Moraga ve ark. (2004), Alman hamamböceği (*Blatella germanica*) üzerinde *Metarhizium anisopliae* 'nın virülensliği, taşınım şekli ve etkili alt dozlarında üreme durumunu araştırmışlardır. Alman hamamböceği, *Blatella germanica* 'ya (L.) karşı *M. anisopliae* türü EAMa 01/121 'in virülansı, mililitrede 4.2×10^6 ila 4.2×10^9 arası değişen dört konsantrasyonu kullanılarak belirlemişlerdir. LD₅₀ değeri, mililitrede 1.4×10^7 spor olarak belirlenmiş (hamamböceği başına 56.000 spor) ve LT₅₀ değerleri sırasıyla mililitrede 4.2×10^8 ve 4.2×10^9 sporlar için 14.8 gün ve 5.3 gün olarak belirtmişlerdir. Enfekteli hamamböceklerin maruz kalma yüzdesi 1:10 oranında %87.5, LT₅₀ ise 12.2 gün olduğunu belirtmişlerdir. Bu da bu türün yatay olarak yayılma potansiyeline sahip olduğu ve enfeksiyonun böcek popülasyonuna hızla yayılabileceği sonucuna varmalarını sağlamıştır. Ooteka üretimi, ooteka kuluçka performansı ve nimf üretimi, *M. anisopliae* 'in EAMa 01/121 türüne maruz kaldıkça azaldığı kanısına varmışlardır. Fungusa maruz kalan dişilerin ooteka kapakçıkları %46-49, ootekaların yaşama kabiliyeti %48-85 ve nipl üretim %22-35 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak potansiyel zararlı durumundaki *B. germanica* dişilerinin kısa ve uzun dönemde üreme etkinliğinin azaldığı ve *M. anisopliae* EAMa 01/121 'nin virülensliği ve yatay geçirgenliğinin sublethal dozlarda etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Gore ve Schal (2004), Alman hamamböceği *Blatella germanica* 'ya karşı yem olarak kullandıkları borik asidin etkinliğini araştırmışlardır. Borik asidin toz formülasyonları özel bir ekipman gerektirmesi ve uygulama zorluğu nedeniyle jel ve macun formülasyonlarını kullanmışlardır. Laboratuvar çalışmalarında birkaç borat-şeker kombinasyonu kullanarak elde etikleri deney sonuçlarını 15 gün boyunca kayıt altına almışlar ve hamamböceklerinin %90 'ını öldürmek için gereken sürenin bu şekilde olduğunu belirlemişlerdir. Elde etikleri sonuçların, borik asidin sodyum tetraborat veya disodyum oktabat tetrahidattan daha etkili olduğunu ve 0.5-1.0 molar konsantrasyonunda, fagostimulant etkisi bulunan birkaç basit seker fruktoz, glikoz, maltoz ve sakroz içeriği ile %0.5-2 oranında borik asit karışımı bulunan sulu solüsyonların, Alman hamamböceği *Blatella germanica* 'nın ölüm oranında hızlı ve etkili bir artışının olduğunu gözlemlemişlerdir.

Habes ve ark. (2006), İnorganik bir insektisit olan borik asidin Alman hamamböceği *Blatella germanica* L. (Dictyoptera, Blattellidae) 'ya karşı oral toksisitesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Genç erginleri besin içerikli maddelerle borik asidin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakmışlardır. Muamele gören böceklerin ölüm oranının doza bağlı olarak toksik semptomlar sergilediği sonucuna varmışlardır. Orta bağırsakda yapılan histolojik çalışmada, epitelyum kalınlığında kayda değer bir büyüme ve epitel hücrelerde değişiklikler olduğu kanısına varmışlardır. İkinci bir deney dizisi olarak, asetilkolinesteraz (AChE) ve Glutasyon S-transferaz (GST) üzerine çalışmalar yapmışlardır. Elde ettikleri verilerde bu iki bileşiğin AChE 'nin etkinliğini azalttığı ve GST 'leri uyardığı sonucuna varmışlardır. En nihayetinde yutulan borik asidin orta bağırsağında bir takım değişikliklere neden olduğu ve açlık yoluyla böceğin ölümüne neden olduğunu düşünmüşlerdir. Bununla birlikte, borik asidin göstermiş olduğu zehirlenme belirtileri ve AChE aktivitesini azalttığı yönündeki sonuçları bileşiğin nörotoksik etkisinde olduğunu göstermektedir.

Ericsson ve ark. (2007), spinosad'ın arazi koşullarında toplanan iki tel kurdu türü *Agriotes lineatus* (L.) ve *Agriotes obscurus* (L.) 'a karşı ölüm hızını artırmak için biyolojik mücadele etmeni *Metarhizium anisopliae* ile sinerjistik olarak etkileşim kurduğunu ortaya koymuştur. Kullanılan *M. anisopliae* 'yi yerel tel kurdu kadvralarından elde edilerek biyoanalizlerde uygulamışlardır. Nemli toprakda *M. anisopliae* üzerine sırasıyla konidia başına 3.3×10^2 ve 10^4 gram kum uygulamışlardır. Nemli toprakda ticari formülasyonları kullanılan aktinomisit toksinleri spinosin-A ve spinosin-D 'nin gram başına 1.5, 3 ve 6 ppm ölümcül dozlarını hazırlamışlardır. Tel kurtlarını hem spinosad hem de *M. anisopliae* 'ya maruz bırakıldıktan sonra konsantrasyona bağlı olarak beslenme aktivitesini azalttığı sonucuna varmışlardır.

Shariffard ve ark. (2011), ev sineği, *Musca domestica* ile mücadelede spinosad'ın ölümcül dozları ile entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* 'nin etkileşimini araştırmışlardır. Ev sineği *Musca domestica* 'ya karşı en etkili fungus izolatının *Metarhizium anisopliae* 'nin IRAN 437C ırkının olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan ergin denemelerinde, entomopatojen fungus konileri gram başında 10^5 ve 10^7 spor olarak uygulanmış ve gram başına 0.5, 1 ve 1.5 µg (A.I) spinosad uygulamışlardır. Yapılan larva çalışmasında, gram başına 10^6 ve 10^8 spor ile gram başına ortalama 0,002, 0,004 ve 0,006 µg (A.I) spinosad kombinasyonunu test etmişlerdir. Erginlerde ölüm oranı yalnızca fungus için %48 ve %72 iken, spinosad kombinasyonlu ölüm oranlarının sırasıyla %66-87 ve %89-95 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Larvalardaki ölüm oranı yalnızca fungus için

%36 ve %69 iken, spinosad kombinasyonlu uygulamalarda sırasıyla ölüm oranlarının %58-78 ve %81-100 değerleri arasında olduğu sonucuna varmışlardır. Yapılan bütün kombinasyon uygulamalarında larvalar üzerinde sinerjik bir etkileşim olduğu sonucuna ulaşmışlardır.



3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Biyolojik deneylerde kullanılan Alman hamamböceği (*Blatella germanica* (L.))

3.1.1.1 Sistematikteki yeri

Şube	: Arthropoda
Sınıf	: Insecta
Takım	: Blattodea
Familya	: Blattellidae
Cins	: <i>Blatella</i>
Tür	: <i>Blatella germanica</i> (L.)



Şekil 3.1. Alman hamamböceği *Blatella germanica* ergini (<http://www.edis.ifas.ufl.edu>).

3.1.1.2 *Blatella germanica* 'nın Morfolojik özellikleri ve Kısa Biyolojisi

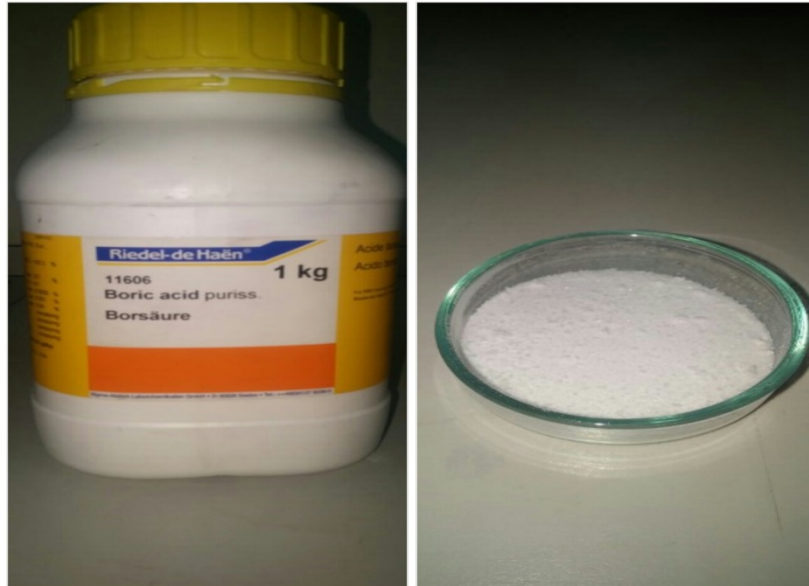
Alman hamamböceği *Blatella germanica* yumurta, nimf ve ergin olmak üzere üç farklı biyolojik dönem geçirir. Dişileri yılda 4-8 defa yumurtalarını yumurta paketi (ooteca) içerisinde ve her kapsülde 35-40 adet yumurtalar çift sıra halinde yerleşmiş durumdadır. Dişiler yumurta paketini biyolojik evresini tamamlayana kadar abdomeninde taşır.

Almam hamamböceği uygun ekolojik koşullarda 6 nimf dönemi geçirir. Erginleri erkeklerde 10-13 mm, dişilerde 11-14 mm uzunluğundadır. Renk dağılımı genellikle sarı veya açık kahverengi olarak belirginlik gösterir. Erginlerin yaşam süresi bulunduğu yerin ekolojik koşullarına bağlı olarak (sıcaklık, nem, su ve besin v.s) 3-5 ay arasında değişiklik göstermektedir.

3.1.2 Biyolojik testlerde kullanılan sentetik kimyasal, borik asit (H_3BO_3) ve entomopatojen funguslar

3.1.2.1 Testlerde kullanılan borik asit (H_3BO_3)

Borik asit diğer adıyla otoporik asit veya borasik asit, borun zayıf bir asididir ve özgül ağırlığı $1,44 \text{ g/cm}^3$ dür. Borik asit, kendisinden daha güçlü bir asit çözeltisi ile bor mineralinin reaksiyonu sonucu oluşur (Coleman, 1977). Borik asit yıllardır hamamböceklerine karşı bir insektisit olarak kullanılmıştır, ancak etki süresinin uzun olması nedeniyle kullanımı sınırlı sayıda kalmıştır. Borik asidin hamamböceğinde, orta bağırsağın histolojik yapısında, epitel hücrelerinde değişiklikler ve epitel kalınlığında belirgin bir artışa neden olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra, AchE etkiliğinde de azalmaya neden olarak nörotoksik bir etkide gösterdiği bilinmektedir. Borik asidin kuşlara, balıklara, sucul organizmalara ve nispeten faydalı organizmalara karşıda toksik etki gösterebilmektedir. Testlerde kullanılan borik asit Sigma-Aldrich Laborchemikalien firması tarafından üretilmiştir.



Şekil 3.2 Testlerde kullanılan borik asit

3.1.2.2 Entomopatojen funguslar

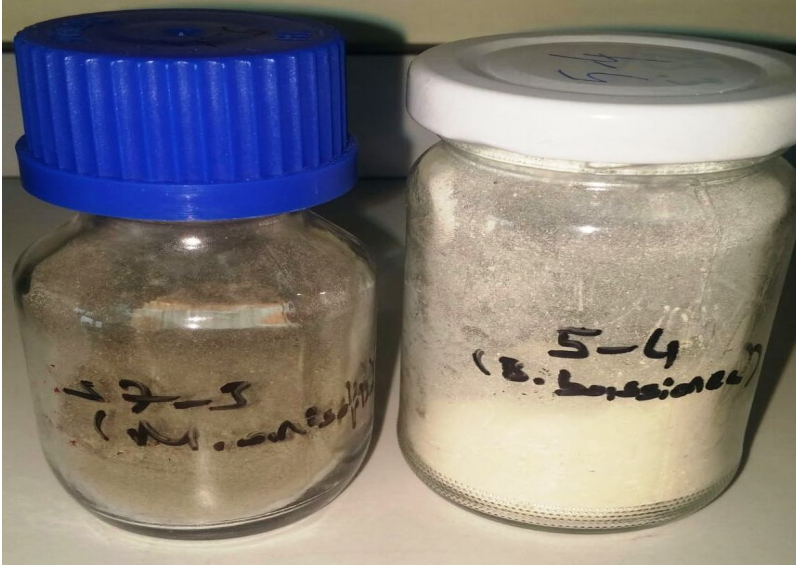
Çalışmada kullanılan entomopatojen funguslar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim dalında bulunan fungus koleksiyonundan tedarik edilip, beş farklı fungus izolatu arasında ön çalışma yapılarak temin edilmiştir. Temin ettiğimiz bu funguslar arasında borik asitle birlikte s 7-3 izolatu *M. anisopliae* ve 5-4 izolatu *B. bassiana* entomopatojen fungusları kullanılarak kontak etkileşimi gözlenmiştir.

Çizelge 3.1. Ön testlerde kullanılan entomopatojen funguslar

İzolat numarası	Bilimsel Adları	Konukçu böcek	Ürün	Alınan yer	İzolasyon
35727	<i>Beauveria varroae</i>	<i>Rhizopertha dominica</i>	Buğday	Konya	—
5-4	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Rhizopertha dominica</i>	Buğday	Şanlıurfa	—
120601	<i>Beauveria varroae</i>	<i>Cryptolestes errugineus</i>	Buğday	Adana	—
S7-2	<i>Beauveria</i> sp.	—	—	—	Topraktan
S7-3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	—	—	—	Topraktan

3.1.2.2.1 *Metarhizium anisopliae* (s 7-3) ve *Beauveria bassiana* (5-4) sporlarının elde edilmesi

Yapılan bu çalışmada entomopatojen fungus sporları katı fermantasyon yöntemi ile pirinç substratı kullanarak elde edilmiştir (Barış, 2016). Elde edilen fungus sporları +4°C ' de denemeye hazır bir şekilde bekletilmiştir.



Şekil 3.3. Biyolojik testlerde kullanılan entomopatojen funguslar

3.2 Metot

3.2.1 Kültürü yapılan *Blatella germanica*'nın iklim odasında yetiştirilmesi

Yapılan bu deneysel çalışma, *Blatella germanica* (Alman hamamböceği) erginleri üzerinde yürütülmüştür. Ergin Alman hamamböcekleri, 50 lt' lik plastik kutular içerisinde $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%65\pm 5$ nispi nemdeki iklim odalarında karanlıkta üretimi yapılmıştır. 50 lt' lik plastik kutular içindeki Alman hamamböceklerine düzenli olarak su ve besin (köpek maması) verilerek biyolojik yaşamı sağlanmıştır.

3.2.2 Biyolojik testler

3.2.2.1 Fungusların *B. germanica* 'ya patojenitesi

Farklı bölgelerden ve farklı konukçu türlerinden (Çizelge 3.1.) alınan fungus izolatları *Metarhizium anisopliae* s 7-3, *Beauveria varroae* 35727, *Beauveria bassiana* 5-4, *Beauveria* sp. s7-2 ve *Beauveria varroae* 120601 izolatları $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%65\pm 5$ nispi nemde *Blatella germanica* erginlerine karşı uygulanmıştır. Tesadüfi parseller deneme desenine göre kurulan 4 tekerrürlü testte, 10 mg/cm^2 (mg fungus/cm² yüzey alanı) dozlar halinde 1lt' lik cam kavanozlara homojen bir şekilde uygulanmıştır. Testlerde her bir kavanoz için 10 adet ergin *B. germanica* ve bunun yanı sıra fungus sporlarından arıtılarak hassas bir şekilde hazırlanmış 4 tekerrürlü kontrol grubu kullanılmıştır. Testlerde alman hamamböceklerinin fizyolojik ölümlerine sebep olmamak adına kavanozlara su ve besin uygulaması yapılmıştır.

3.2.2.2 Kontrollü koşullar altında entomopatojen funguslar *Bauveria bassiana* 5-4 ve *Metarhizium anisopliae* s 7-3 izolatları ile borik asidin biyolojik testi

Kontrollü koşullar altında bulunan ve tesadüfi parseller deneme desenine göre yapılan biyolojik testlerde, *B. bassiana* ve *M. anisopliae* entomopatojen funguslarının uygulama dozları 5, 1, 0.1 mg/cm² (mg fungus/cm² yüzey alan) olarak belirlenip her bir uygulama dozu için 3 tekrerrür oluşturulmuş ve yanı sıra 3 tekerrürlü kontrol grubu bırakılmıştır. Borik asit (Sigma-Aldrich Laborchemikalien) için yapılan biyolojik testlerde ise 20, 10, 5, 1, 0.1 mg/cm² (mg B.A/cm² yüzey alan) uygulama dozları 3 tekerrürlü olarak belirlenip yanı sıra 3 tekerrürlü kontrol grubu konulmuştur. Borik asit + *B. bassiana* ve borik asit + *M. anisopliae* ile yapılan biyolojik testlerde 5, 1, 0.1 mg/cm² (mg fungus/cm² yüzey alan) entomopatojen fungus sporu (*B. bassiana*, *M. anisopliae*) ve borik asidin 1 mg/cm² uygulama dozları 3 tekerrürlü olup 3 tekerrürlü kontrol grubu ile birlikte test edilmiştir. Uygulanan miktarlar hassas terazide tartılıp (0.00001 g hassasiyet) her bir doz için 10 adet yetişkin alman hamamböceği kullanılmıştır.

Düzenekler 25±1°C sıcaklıkta ve %65±5 nisbi nemde karanlıkta gözetim altında tutulup her 24 saatde bir ölü-canlı sayımı yapılmış, anten ve bacak hareketsizliği görülen böcekler ölü olarak kaydedilmiştir (Toews ve ark., 2003).

3.3 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistik Analizi

Entomopatojen fungus (*B. bassiana*, *M. anisopliae*) ve borik asit uygulanan birey sayısı, uygulama dozları ve maruz kalma süresi, uygulama sonrasında *B. germanica*'nın ölüm oranlarını gösterir çizelge EXCEL programına kaydedilmiştir. Bütün uygulamalar için *B. germanica*'nın yüzde ölüm oranları (%) hesaplanmıştır. Yüzde hesaplanan ölüm oranları Arcsine transformasyonuna tabi tutulduktan sonra bu verilere çift yönlü (faktörler; maruz kalma süresi ve uygulama dozu) varyans analizi (ANOVA) (Proc GLM; SAS Ins., 2009) uygulanmıştır. Ölüm ortalamaları arasındaki farklar %5'lik önem düzeyinde LSD'ye göre belirlenmiştir (SAS Ins., 2009).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Entomopatojen fungusların *Blatella germanica* (Alman hamamböceği) erginleri üzerindeki ölüm etkisi

Sabit dozdaki entomopatojen fungusların Alman hamamböceği erginleri üzerindeki ölüm etkisi Çizelge 4.1' de gösterilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda fungus uygulamaları ve maruz kalma sürelerinin istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu saptanırken (Fungus uygulaması; $F_{4,60} = 4.34$, $P=0.0038$, maruz kalma süresi; $F_{3,60} = 162.42$, $P<0.0001$), fungus uygulamaları ile maruz kalma süresi arasındaki intereaksiyon istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Fungus uygulaması x maruz kalma süresi; $F_{12,60} = 1.02$, $P=0.4410$).

Her bir maruz kalma süresince farklı fungus uygulamalarının etkisine baktığımız zaman 48, 144 ve 192 saat boyunca tüm fungus uygulamaları arasında istatistiki açıdan fark görülmezken, 96 saat maruz kalma süresince *Metarhizium anisopliae* s7-3 ile *Beauveria* spp. s7-2 izolatlı funguslardan elde edilen ölüm oranları *Beauveria bassiana* 5-4, *Beauveria varroae* 120601 ile *Beauveria varroae* 35727 izolatlı fungus uygulamalarından elde edilen ölüm oranlarına göre istatistiki açıdan önemli derecede daha düşük olduğu bulunmuştur.

Her bir fungus uygulamasındaki maruz kalma sürelerinin etkisine baktığımız zaman *Beauveria bassiana* 5-4, *Beauveria* spp. s7-2, *Beauveria varroae* 120601 ile *Beauveria varroae* 35727 izolatlı fungus uygulamalarında maruz kalma süresi 48 saatten 96 saate çıkarıldığı zaman ölüm oranlarının istatistiki açıdan önemli derecede arttığı saptanırken maruz kalma süresinin 96 saatten 144 saate ve 144 saatten 192 saate çıkarılmasıyla ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir artış saptanmamıştır. *M. anisopliae* s7-3 izolatlı fungus uygulamasında 48 saatten 96 saate, 96 saatten 144 saate arttırılmasıyla ölüm oranlarının istatistiki açıdan önemli derecede arttığı bulunurken, 144 saatten 192 saate çıkarılmasıyla ölüm oranları arasında istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

Çizelge 4.1. Entomopatojen funguslara 192 saat boyunca maruz bırakılan *Blatella germanica* alman hamamböceklerinin ölüm oranları.

Funguslar (10 mg/m ²)	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata				F ve P değeri
	48 saat	96 saat	144 saat	192 saat	
<i>Metarhizium anisopliae</i> (s 7-3)	23.0±2.9 Ac	48.7±4.1 Ab	84.6±2.9 Aa	87.1±2.5 Aa	F _{3,12} =76.30 P<0.001
<i>Bauveria bassiana</i> (5-4)	38.4±4.1 Ac	69.2±4.1 Bb	89.7±4.1 Aab	94.8±2.9 Aa	F _{3,12} =19.36 P<0.001
<i>Bauveria spp.</i> (s 7-2)	20.5±4.9 Ac	58.9±4.1 Ab	82.0±4.9 Aab	94.8±2.9 Aa	F _{3,12} =24.29 P<0.001
<i>Bauveria varroae</i> (120601)	17.9±4.1 Ac	69.2±4.1 Bb	87.1±2.5 Aab	94.8±2.9 Aa	F _{3,12} =46.01 P<0.001
<i>Bauveria varroae</i> (35727)	23.0±5.1 Ac	74.3±2.9 Bb	89.70±4.1 Aab	94.8±2.9 Aa	F _{3,12} =26.86 P<0.001
Kontrol	2.5±2.5	2.5±2.5	2.5±2.5	2.5±2.5	–
F ve P değeri	F _{4,15} =2.75 P=0.067	F _{4,15} =6.42 P<0.003	F _{4,15} =0.84 P=0.519	F _{4,15} =1.07 P=0.412	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.2. Farklı uygulama dozlarındaki Borik asidin *Blatella germanica* alman hamamböceği üzerindeki ölüm etkisi

Testlerde kullanılan borik asit uygulama dozlarının Alman hamamböceği üzerindeki ölüm etkisi (%) Çizelge 4.2' de verilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda borik asit uygulama dozlarının, maruz kalma sürelerinin ve ikili interaksiyonlarının istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür (Borik asit; F_{3,64}= 191.55, P<0.0001, maruz kalma süresi; F_{7,64}= 125.39, P<0.0001, Borik asit*maruz kalma süresi; F_{3,16}= 4.78, P<0.0001).

Her bir maruz kalma süresince borik asit uygulama dozları arasındaki ölüm oranları 48 ve 72 saat maruz kalma süresince 1 mg/cm² 'dan, 10 mg/cm² 'a ve 20 mg/cm² 'a çıktığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli derece bir artış görülmüştür. 96 saat maruz kalma süresi 1 mg/cm² 'dan 5 mg/cm² 'a ve 10 mg/cm² 'dan 20 mg/cm² 'a çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli düzeyde bir artış görülmüştür. 120, 144 ve 168 saat maruz kalma süresince uygulama dozları arasındaki ölüm oranına

baktığımız zaman, 1 mg/cm² 'dan 5 mg/cm² 'a ve 5 mg/cm² 'dan 10 mg/cm² 'a çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli düzeyde bir artış görülmüştür. 192 saat maruz kalma süresince uygulama dozlarının ölüm oranlarına baktığımızda sadece 1 mg/cm² 'dan 5 mg/cm² 'a çıkarıldığında ölüm oranında istatistiki açıdan önemli seviyede bir artış görülmüştür.

Her bir borik asit uygulama dozlarının maruz kalma sürelerince etkisine bakıldığında, 20 mg/cm² uygulama dozuna bakıldığında maruz kalma süresini 24 saatten 48 saate ve 48 saatten 72 saate çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli seviyede bir artış görülmüştür. 10 mg/cm² uygulama dozuna baktığımızda maruz kalma süresini 24 saatten 48 saate, 48 saatten 72 saate ve 72 saatten 120 saate çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli düzeyde bir artış belirlenmiştir. 5 mg/cm² uygulama dozuna baktığımızda maruz kalma süresini 24 saatten 72 saate, 72 saatten 120 saate ve 96 saatten 192 saate çıkarıldığında ölüm oranlarında oransal düzeyde önemli bir artış görülmüştür. 1 mg/cm² uygulama dozuna baktığımızda maruz kalma süresini 24 saatten 48 saate ve 48 saatten 120 saate çıkardığımızda ölüm oranında istatistiksel olarak önemli seviyede artış görülmüştür.

Çizelge 4.2. İnorganik mineral borik aside 192 saat boyunca maruz bırakılan ergin Alman hamamböceklerinin ölüm oranları

Borik Asit (mg/cm ²)	Ölüm Oranı (%)±S.Hata								F ve P değeri
	24 saat	48 saat	72 saat	96 saat	120 saat	144 saat	168 saat	192 saat	
20 mg/cm ²	20±5.7 Ac	68.9±5.9 Ab	96.5±3.4 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,16} =62.60 P<0.0001
10 mg/cm ²	3.3±3.3 Ad	37.9±5.9 Bc	75.8±6.8 Bb	89.6±5.9 BAba	96.5±3.4 Aba	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,16} =41.60 P<0.0001
5 mg/cm ²	3.3±3.3 Ae	17.2±5.9 CBde	34.5±6.8 Cdc	65.5±9.1 BCbc	79.5±5.9 Bba	79.3±5.9 Bba	89±0 Bba	96.5±3.4 Aa	F _{7,16} =29.51 P<0.0001
1 mg/cm ²	3.3±3.3 Ad	10.3±3.4 Cdc	20.7±3.4 Cbc	31.0±3.4 Cbac	37.9±5.9 Cba	37.9±5.9 Cba	44.8±3.4 Cba	51.7±6.8 Ba	F _{7,16} =13.85 P<0.0001
Kontrol	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	
F ve P değeri	F _{3,8} =3.02 P=0.94	F _{3,8} =19.52 P<0.0005	F _{3,8} =30.40 P<0.0001	F _{3,8} =24.12 P<0.0002	F _{3,8} =31.18 P<0.0001	F _{3,8} =78.74 P<0.0001	F _{3,8} =514.51 P<0.0001	F _{3,8} =32.62 P<0.0001	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.3. Entomopatojen fungus *Bauveria bassiana* 5-4 izolatının farklı dozlarına 192 saat boyunca maruz kalan *Blattella germanica* 'nın ölüm oranları

Entomopatojen fungus *Bauveria bassiana* 5-4 izolatının farklı dozlarına maruz bırakılan Alman hamamböceği erginlerinin ölüm oranları Çizelge 4.3' de verilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi neticesinde *B. bassiana* uygulama dozları ve maruz kalma sürelerinin istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu belirlenirken (*B. bassiana* uygulama dozları; F_{2,24}= 16.64 P<0.0001, maruz kalma süresi; F_{3,24}= 50.32, P<0.0001), *B. bassiana* uygulama dozları ile maruz kalma süresi arasındaki intereaksiyonun istatistiki açıdan önemli olmadığı sonucuna varılmıştır (*B. bassiana* uygulaması x maruz kalma süresi; F_{6,24}=0.63, P=0.7084).

Her bir maruz kalma süresince farklı *B. bassiana* (5-4) uygulama dozlarının Alman hamamböcekleri üzerindeki ölüm oranına bakıldığında 48 ve 144 saat sonucundaki ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir fark görülmezken 96 ve 192 saat sonucundaki ölüm oranında istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu görülmüştür

Her bir *B. bassiana* (5-4) dozunun maruz kalma süresince etkisine baktığımız zaman 5 mg dozundaki fungus izolatının 48 saatten 96 saate çıkarılmasıyla ölüm oranında bir artış gözlenirken 96 saatten 144 saate çıkarıldığında bir fark yok fakat 144 saatten 192

saate çıkarıldığında ölüm oranında istatistiki açıdan önemli düzeyde bir artış görülmüştür. 1 mg fungus dozundaki ölüm oranlarına baktığımızda kademeli olarak maruz kalma süresi 48 saatten 192 saate kadar ölüm oranında istatistiki açıdan bir fark görülmezken maruz kalma süresini 48 saatten 144 saate çıkardığımızda ölüm oranı istatistiki açıdan önemli derecede etkilidir. 0.1 mg fungus dozundaki ölüm oranlarına baktığımızda 48 saatten 96 saate, 96 saatten 144 saate 144 saatten de 192 saate çıkarıldığında istatistiki açıdan önemli derecede bir fark görülmezken 48 saatten 144 saate ve 96 saatten de 192 saate çıkarıldığında istatistiki açıdan önemli bir derecede artış gözlenmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı dozlardaki *Bauveria bassiana* 5-4 fungus izolatlarına 192 saat boyunca maruz bırakılan *Blatella germanica* Alman hamamböceklerinin ölüm oranları

<i>Bauveria bassiana</i> (5-4) (mg/cm ²)	Ölüm Oranı (%)±S.Hata				F ve P değeri
	48 saat	96 saat	144 saat	192 saat	
5 mg/cm ²	13.8±3.4 Ac	41,3±3,4 Ab	48.2±5.9 Ab	79.3±5.9 Aa	F _{3,8} =26,65 P<0.001
1 mg/cm ²	8,0±5,0 Ab	27.6±5.9 ABab	41.3±3.4 Aa	58.6±5.9 ABa	F _{3,8} =11,77 P<0.003
0.1 mg/cm ²	4.6±2.3 Ac	13.8±3.4 Bbc	31.0±3.4 Aab	44.8±3.4 Ba	F _{3,8} =17,78 P<0.001
Kontrol	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	3.3±3.3	—
F ve P değeri	F _{2,6} =1.17 P=0.371	F _{2,6} =9.01 P<0.01	F _{2,6} =3,89 P=0.082	F _{2,6} =9.95 P<0.01	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.4. *Bauveria bassiana* 5-4 izolatu ve borik asit kombinasyonuna 192 saat boyunca maruz bırakılan *Blatella germanica* 'nın ölüm oranları

Entomopatojen fungus *B. bassiana* (5-4) uygulama dozları (5, 1 ve 0.1 mg/cm²) ve sabit dozdaki (1 mg/cm²) borik asidin interaktif ilişkisinin *Blatella germanica* Alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranı Çizelge 4.4' de gösterilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda *B. bassiana* borik asit etkileşimli dozların ve maruz kalma sürelerinin istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu gözlenirken (*B. bassiana* x borik asit uygulama dozları; $F_{2,24}= 40.42$, $P<0.0001$, maruz kalma süresi; $F_{3,24}= 158.38$, $P<0.0001$) *B. bassiana* borik asit etkileşimli dozların ve maruz kalma süresi arasındaki interaksiyonun istatistiki açıdan önemli olmadığı gözlenmiştir (*B. bassiana* ve borik asit x maruz kalma süresi; $F_{6,24}= 2.26$, $P=0.0539$).

Her bir maruz kalma süresince farklı *B. bassiana* (5-4) borik asit etkileşimli dozların Alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranlarına bakıldığında 48, 96, 144 saat süreleri boyunca dozlar arasında kademeli olarak artışta bir fark görülmezken en düşük doz (0.1 mg/cm²) ve en yüksek doz (5-1 mg/cm²) arasında istatistiki açıdan önemli düzeyde bir etki gözlenmiştir. 192 saat sonucunda ise ölüm oranı 5-1 mg/cm² uygulama dozunda 1-1 mg/cm² ve 0.1 mg/cm² dozlarına göre istatistiki açıdan önemli düzeyde etkili olduğu görülmüştür.

Her bir *B. bassiana* (5-4) borik asit etkileşimli dozların maruz kalma süresi boyunca ölüm oranına baktığımız zaman, tüm uygulama dozlarında (5-1, 1-1 ve 0.1-1 mg/cm²) ölüm oranı 48 saatten 96 saate çıkarıldığında istatistiki açıdan önemli derecede artış görülürken, 96 saatten 144 saate çıkarılmasıyla ölüm oranında istatistiki açıdan önemli derece bir fark saptanmamıştır. Ölüm oranı 144 saatten 192 saate çıkarıldığında sadece 5-1 (mg/cm²) etkileşimli dozda istatistiki açıdan önemli derece bir etki görülürken, ölüm oranı 96 saatten 192 saate çıkarılmasıyla tüm uygulamalarda istatistiki açıdan önemli derece bir etki saptandığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* 5-4 izolatu ve Borik asit karışımı dozların 192 saat maruz kalma süresince etkisi altında kalan *Blatella germanica* 'nin ölüm oranları

<i>Bauveria bassiana</i> (5-4) -Borik Asit (mg/cm ²)	Ölüm Oranı (%)±S.Hata				F ve P değeri
	48 saat	96 saat	144 saat	192 saat	
5+1 mg/cm ²	26.6±3.3 Ac	70±5.7 Ab	83.3±3.3 Ab	100±0 Aa	F _{3,8} =92.79 P<0.0001
1+1 mg/cm ²	20±5.7 BAc	53.3±3.3 BAb	73.3±3.3 BAba	83.3±3.3 Ba	F _{3,8} =35.98 P<0.0001
0.1+1 mg/cm ²	10±0 Bc	43.3±3.3 Bb	60±5.7 Bba	80±5.7 Ba	F _{3,8} =43.94 P<0.0001
Kontrol	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	—
F ve P değeri	F _{2,6} =5.19 P=0.0492	F _{2,6} =9.28 P<0.0146	F _{2,6} =7.37 P<0.0242	F _{2,6} =24.49 P<0.0013	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır

4.5 Borik asit ve Entomopatojen fungus *Bauveria bassiana* 5-4 izolatu uygulama kombinasyonunun *Blatella germanica* Alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranı

Testlerde kullanılan borik asit uygulama dozlarının ve sabit dozdaki *B. bassiana* (5-4) entomopatojen fungusunun Alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranı Çizelge 4.5' de verilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda borik asit *B. bassiana* (5-4) etkileşimli dozların, maruz kalma sürelerinin ve ikili interaksiyonlarının istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür (Borik asit x *B. bassiana*; F_{1,16}= 35.63, P<0.0001, maruz kalma süresi; F_{3,16}= 131,61, P<0.0001, Borik asit ve *B. bassiana* x maruz kalma süresi; F_{3,16}= 3.51, P<0.0398).

Her bir maruz kalma süresince farklı borik asit *B. bassiana* (5-4) karışımı dozların ergin Alman hamamböcekleri üzerindeki etkisi, 24 saat sonucunda 10-1 mg/cm² ve 5-1 mg/cm² dozları arasında istatistiki açıdan önemli derece bir fark görülmezken 48, 64 ve 96 saat süreleri sonucunda 10-1 mg/cm² dozundaki ölüm oranı 5-1 mg/cm² dozundaki ölüm oranına göre istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu görülmüştür.

Her bir borik asit *B. bassiana* (5-4) karışımı dozların maruz kalma süresi boyunca ölüm oranına baktığımız zaman, 10-1 mg/cm² uygulama dozunun ölüm oranında her 24 saatte bir istatistiki açıdan önemli düzeyde bir artış görülmüştür. 5-1 mg/cm² uygulama dozunda maruz kalma süresi 24 saatten 48 saate, 48 saatten 72 saate çıkarıldığında ölüm

oranında istatistiki açıdan önemli bir artış görülürken, 72 saatten 96 saate çıkarıldığında ölüm oranında istatistiki açıdan önemli bir fark görülmemiştir.

Çizelge 4.5. Borik asit ve Entomopatojen fungus *Bauveria bassiana* (5-4) karışımı dozların 192 saat maruz kalma süresince etkisi altında kalan *Blatella germanica* 'nin ölüm oranları.

Borik Asit + <i>Bauveria bassiana</i> (5-4) (mg/cm ²)	Ölüm Oranı (%)±S.Hata				F ve P değeri
	24 saat	48 saat	72 saat	96 saat	
10+1 mg/cm ²	10±0 Ad	50±5.7 Ac	80±0 Ab	100±0 Aa	F _{3,8} =328.25 P<0.001
5+1 mg/cm ²	6.6±3.3 Ac	30±5.7 Bb	63.3±3.3 Ba	80±5.7 Ba	F _{3,8} =28.17 P<0.001
Kontrol	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	—
F ve P değeri	F _{1,4} =1.00 P=0.374	F _{1,4} =5.88 P=0.072	F _{1,4} =28.21 P<0.006	F _{1,4} =37.23 P<0.004	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır

4.6. Entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* s7-3 izolatının farklı dozlarına 192 saat boyunca maruz kalan *Blatella germanica* 'nin ölüm oranları

Entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* s7-3 izolatının farklı dozlarına maruz bırakılan alman hamamböceği erginlerinin ölüm oranları Çizelge 4.6' de verilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi neticesinde *Metarhizium anisopliae* (s7-3) uygulama dozları ve maruz kalma sürelerinin istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu saptanırken (*M. anisopliae* uygulama dozları; F_{3,32}= 59.29, P<0.0001, maruz kalma süresi; F_{3,32}= 68.36, P<0.0001), *Metarhizium anisopliae* uygulama dozları ile maruz kalma süresi arasındaki intereaksiyonun istatistiki açıdan önemli olduğu sonucuna varılmamıştır (*M. anisopliae* uygulaması x maruz kalma süresi; F_{9,32}=0.89, P=0.5430).

Her bir maruz kalma süresince *M. anisopliae* (s7-3) uygulama dozlarının ölüm oranlarına baktığımızda, 48 saat sonucunda 10 mg/cm² fungus dozundan 5 mg/cm² fungus dozuna baktığımızda ölüm oranlarında istatistiki açıdan fark görülürken diğer dozların (1, 0.1 mg/cm²) ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir. 96, 144 ve 192 saat sonucunda uygulama dozu miktarı arttıkça ölüm oranında istatistiki açıdan önemli derece bir artış olduğu görülmüştür.

Her bir *M. anisopliae* (s7-3) uygulama dozuna maruz kalma süresince baktığımızda, 10 mg/cm² fungus izolatının maruz kalma sürelerini 48 saatten 96 saate 96 saatten 144 saate çıkardığımızda ölüm oranında istatistiki açıdan önemli bir artış görülürken, 144 saatten 192 saate çıkarıldığında ölüm oranında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir. 5 mg/cm² ve 0.1 mg/cm² fungus izolatlarının kademeli olarak maruz kalma süreleri artırıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir fark görülmezken, maruz kalma süresini 48 saatten 144 saate ve 96 saatten 192 saate çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan önemli derece bir artış görülmüştür. 1 mg/cm² fungus izolatlarının kademeli olarak maruz kalma süreleri artırıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir fark görülmezken, 48 saatten 144 saate çıkarıldığında ölüm oranında istatistiki açıdan bir artış saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı dozlardaki *Metarhizium anisopliae* (s7-3) fungus izolatına 192 saat boyunca maruz bırakılan *Blattella germanica* alman hamamböceklerinin ölüm oranları

<i>Metarhizium anisopliae</i> (s7-3) (mg/m ²)	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata				F ve P değeri
	48 saat	96 saat	144 saat	192 saat	
10 mg/cm ²	14.5±3.4 Ac	43.3±3.3 Ab	70.0±5.7 Aa	83.3±3.3 Aa	F _{3,8} =43.50 P<0.001
5 mg/cm ²	6.6±3.3 BAc	20.0±5.7 BAbc	40.0±5.7 Bba	60.0±5.7 Ba	F _{3,8} =13.98 P=0.0015
1 mg/cm ²	2.5±2.5 BAb	13.3±3.3 BCba	23.3±3.3 CBa	33.3±3.3 Ca	F _{3,8} =11.6 P=0.0028
0.1 mg/cm ²	0±0 Bc	3.3±3.3 Cbc	13.3±3.3 Cba	23.3±3.3 Ca	F _{3,8} =14.06 P=0.0015
Kontrol	2.5±2.5	2.5±2.5	2.5±2.5	2.5±2.5	—
F ve P değeri	F _{3,8} =5.0 P=0.0306	F _{3,8} =12.43 P=0.0022	F _{3,8} =25.89 P=0.0002	F _{3,8} =40.19 P<0.0001	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

4.7. Entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* (s7-3) ve inorganik mineral borik aside 192 saat boyunca maruz bırakılan *Blatella germanica* 'nin ölüm oranları

Entomopatojen fungus *M. anisopliae* (s7-3) uygulama dozları (5, 1 ve 0.1 mg/cm²) ve sabit dozdaki (1 mg/cm²) borik asidin interaktif ilişkisinin Alman hamamböceği üzerindeki ölüm oranı Çizelge 4.7' de gösterilmiştir. Yapılan çift yönlü varyans analizi sonucunda *M. anisopliae* (s7-3) borik asit etkileşimli dozların ve maruz kalma sürelerinin istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu gözlenirken (*M. anisopliae* *borik asit uygulama dozları; $F_{2,24}= 49.24$ $P<0.0001$, maruz kalma süresi; $F_{3,24}= 62.63$ $P<0.0001$) *M. anisopliae* borik asit etkileşimli dozların ve maruz kalma süresi arasındaki interaksiyonun istatistiki açıdan önemli derecede etkili olduğu gözlenmemiştir (*M. anisopliae* ve borik asit x maruz kalma süresi; $F_{6,24}= 1.90$ $P=0.1226$).

Her bir maruz kalma süresince *M. anisopliae* (s7-3) dozları (5, 1, 0.1 mg/cm²) ve sabit dozdaki borik asit (1 mg/cm²) karışımı dozların ergin Alman hamam böceği üzerindeki ölüm oranı, 48 saat sonucunda tüm dozlarda (5-1, 1-1, 0.1-1 mg/cm²) istatistiki açıdan önemli derecede bir fark bulunmamıştır. 96, 144 ve 192 saat sonucunda uygulama dozunu 0.1-1 mg/cm² 'den 1-1 mg/cm² 'a çıkardığımızda ölüm oranında istatistiki açıdan önemli derecede bir fark görülmezken, uygulama dozu 1-1 mg/cm² 'dan 5-1 mg/cm² 'a çıkarıldığında ölüm oranında istatistiki açıdan önemli düzeyde fark görülmüştür.

Her bir *M. anisopliae* borik asit karışımı uygulama dozlarının maruz kalma süresince etkisine baktığımızda, tüm dozlarda maruz kalma süresini 48 saatten 96 çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan fark görülürken, 96 saatten 144 saate çıkarıldığında, 144 saatten 192 saate çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir görülmemiştir. 1-1 mg/cm² uygulama dozunda diğer uygulama dozlarından farklı olarak maruz kalma süresi 96 saatten 192 saate çıkarıldığında ölüm oranlarında istatistiki açıdan bir artış görülmüştür.

Çizelge 4.7. Entomopatojen fungus *Metarhizium anisopliae* (s7-3) ve borik asit karışımı dozlara 192 saat boyunca maruz bırakılan Alman hamamböceklerinin ölüm oranları

<i>M. anisopliae</i> (s7-3) -Borik asit (mg/m ²)	Ölüm Oranı (%)*±S.Hata				F ve P değeri
	48 saat	96 saat	144 saat	192 saat	
5-1 mg/cm ²	23.3±3.3 Ab	86.6±8.8 Aa	96.6±3.3 Aa	100±0 Aa	F _{3,8} =22.66 P=0.0003
1-1 mg/cm ²	13.3±3.3 Ac	50.0±5.7 Bb	66.6±3.3 Bba	80.0±5.7 Ba	F _{3,8} =33.31 P<0.0001
0.1-1 mg/cm ²	10.0±5.7 Ab	36.6±3.3 Ba	53.3±3.3 Ba	63.3±3.3 Ba	F _{3,8} =15.01 P=0.0012
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	—
F ve P değeri	F _{2,6} =1.93 P=0.2251	F _{2,6} =9.76 P=0.0130	F _{2,6} =24.96 P=0.0012	F _{2,6} =49.14 P=0.0002	

* Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünya ekosisteminde pestisit kullanımından kaynaklanan kalıntı problemlerinin giderek artmasıyla birlikte alternatif mücadele yöntemlerine eğilim giderek artmaktadır ve bu alanda yapılan en etkili yöntemlerden biride biyolojik mücadeledir. Yaptığımız bu çalışmada da entomopatojen funguslar *B. bassiana* 5-4 izolatu ve *M. anisopliae* s7-3 izolatu, borik asit ile birlikte ayrı ayrı kombine edilerek, *Blatella germanica* (Alman hamamböceği) erginleri üzerinde sinerjistik etkinliği test edilmiştir.

Yapılan biyolojik çalışmalarda tüm fungus uygulamaları (*Metarhizium anisopliae* s7-3, *Beauveria bassiana* 5-4, *Beuveria* spp. s7-2, *Beauveria varroa* 120601, *Bauveria varroae* 35727) sabit dozlarda (10 mg/m²) maruz kalma süresi 192 saat boyunca % 85 ile 95 arası ölüm oranı görülmüştür. Bu sonuçla entomopatojen fungusların kısa sürede etkili olmadığı ve maruz kalma süresine bağlı olarak önemli değişiklikler gösterdiği gözlemlenmiştir. Borik asit ile yapılan biyolojik testlerde etkili yüksek dozlarda (20, 10, 5 mg/cm²) Alman hamamböceğinin ölüm oranı 96 saat, 144 saat ve 192 saatte %100 ve %100 'e yakın ölüm oranı görülürken, düşük dozda 1 mg/cm² ölüm oranı 192 saat sonucunda % 55 olarak görülmüştür. Biyolojik testlerde kullanılan *B. bassiana* 5-4 izolatu entomopatojen fungusunun *Blatella germanica* erginlerine karşı etkisi, test edilen en yüksek dozda (5 mg/cm²) 192 saat sonucunda %80 ölüm olarak gerçekleşmiştir. Etkili yüksek dozda borik asit (10 mg/cm²) ve düşük dozda *B. bassiana* 5-4 izolatu (1 mg/cm²) karışımli sinerjistik etkileşimde 96 saat maruz kalma süresince ölüm oranının %100 olduğu görülmüştür. Buna karşın etkili yüksek dozda *Bauveria bassiana* 5-4 izolatu (5 mg/cm²) ve düşük dozda borik asit (1 mg/cm²) karışımli etkileşimde 192 saat sonucunda ölüm oranının %100 'e ulaştığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında borik asitin doz oranı arttıkça doğrudan oranında farklılık yarattığı ve etkili düşük dozlarda dahi *Bauveria bassiana* 5-4 izolatu ile kullanımında entomopatojen fungusun etkinliğinin artmasında ve *Blatella germanica* erginlerinin maruz kalma süresince ölüm oranlarının kısılmasında etkili olduğu kanısına varılmıştır. Diğer bir entomopatojen fungus olan *Metarhizium anisopliae* s7-3 izolatu etkili yüksek dozlarda (10 ve 5 mg/cm²) ve düşük dozlarda (1 ve 0,1 mg/cm²) 192 saat maruz kalma süresince ölüm oranı sırasıyla %85, %60, %35 ve %25 olarak görülürken, *M. asnisoplae* s7-3 izolatu borik asit kombine' lı (5-1, 1-1 0.1-1 mg/cm²) ölüm oranı 192 saat maruz kalma süresince sırasıyla %100, %80 ve %60 olduğu sonucuna varılmıştır. Paralel çalışma da *Metrahizium anisopliae* (8.96x10⁹ conidia / m²) ile %92 lik ölüm oranına 28

günde ulaşırken, borik asit tozu ya da % 0.1 konsantrasyonda borik asit tozunu içme suyuyla birlikte kullanarak, sırasıyla 8 gün ($LT_{50}= 5$ gün) ve 10 gün ($LT_{50}=6$ gün) de %100 ölüme ulaşmışlardır (Zurek ve ark., 2002). Bu sonuçların ışığında *M. anisopliae* ile birlikte borik asidin hamamböceği hemekoelindeki ölümcül etkisiyle birleşmesi ölüm oranlarında kayda değer bir artış olduğunu gözlemiştir. Literatürlerde spinosad'ın arazi koşullarında toplanan iki tel kurdu türü *Agriotes lineatus* (L.) ve *Agriotes obscurus* (L.) 'a karşı ölüm oranını artırmak için biyolojik mücadele etkisi *Metarhizium anisopliae* ile sinerjistik olarak etkileşim kurduğunu ortaya koymuşlardır. Kullanılan *M. anisopliae*, yerel tel kurdu kadavralarından elde edilerek laboratuvar ortamında test etmişlerdir. Nemli toprak da *M. anisopliae* üzerine sırasıyla konidi başına 3.3×10^2 ve 10^4 gram kum uygulamışlardır. Nemli toprakda ticari formülasyonları kullanılan aktinomisit toksinleri spinosin-A ve spinosin-D 'nin gram başına 1.5, 3 ve 6 ppm ölümcül dozlarını hazırlamışlardır. Tel kurtları hem spinosad hem de *M. anisopliae* 'ya maruz bırakıldıktan sonra konsantrasyona bağlı olarak beslenme aktivitesini azalttığı sonucuna varmışlardır (Ericsson ve ark., 2007). Bir diğer literatürde, Alman hamamböceği (*Blatella germanica*) üzerinde *Metarhizium anisopliae* 'nın virülensliği, taşınım şekli ve etkili alt dozlarında üreme durumunu araştırmışlar ve Alman Hamamböceği, *Blatella germanica* 'ya karşı *Metarhizium anisopliae* türü EAMa 01/121 'in virülansı, 4.2×10^6 ila 4.2×10^9 (ml/spor) arası değişen dört konsantrasyon kullanılarak belirlemişlerdir. Ooteka üretimi, ooteka kuluçka performansı ve nimf üretimi, *M. anisopliae* 'in EAMa 01/121 türüne maruz kaldıkça azaldığı kanısına varmışlardır. Fungusa karşı koyan dişilerin ooteka kapakçıkları %46-49, ootekaların yaşama kabiliyeti %48-85 ve nimf üretiminin %22-35 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak potansiyel zararlı durumundaki *B. germanica* dişilerinin kısa ve uzun dönemde üreme etkinliğinin azaldığı ve *M. anisopliae* EAMa 01/121 fungusun virülensliği ve yatay geçirgenliğinin sublethal dozlarda etkili olduğu sonucuna varmışlardır (Quesada-Moraga ve ark., 2004).

Genel olarak bakıldığında *B. bassiana* 5-4 izolatu borik asit karışımı dozlarında olduğu gibi *M. anisopliae* s7-3 borik asit karışımı dozlarında da ölüm oranının, entomopatojen fungusların *Blatella germanica* erginleri üzerinde çimlenme durumunun uzun süre maruz kalması sonucu etki etmesi, borik asidin ise sindirim sisteminde etkili olması ve vücut duvarı penetrasyonunda etkili olması nedeniyle entomopatojen funguslarla birlikte sinerjistik uyum gösterdiği söylenilebilir (Cochran, 1995).

Borik asidin Alman hamamböceklerine olan etkisi uzun süredir bilinmektedir, bununla beraber entomopatojen izolatların zararlı popülasyonlarla mücadelede çalışması giderek önem kazanmakta ve çevre bilincinin oluşmasıyla birlikte zararlılarla etkili bir alternatif mücadele yönteminin olduğu düşünülmesi içten bile değildir. Bu çalışmada da farklı iki entomopatojen fungusun (*Bauveria bassiana* 5-4 ve *Metarhizium anisopliae* s7-3) *Blatella germanica* erginlerini baskı altına alması için borik asit ile birlikte kullanıp daha etkin dozlarda daha kısa sürede etkili olduğu ve bu sonuçla alternatif mücadele tekniğinde kullanılan bir yöntem olabileceği sonucuna varılmıştır.



6. KAYNAKLAR

- Barış, C., 2016. *Beauveria bassiana'* nın katı ortam fermantasyonu ile üretiminde bazı tahılların kullanımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45s.
- Cochran, D.G., (1995). Toxic effects of boric acid on the German cockroach. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 51(6), 561-563.
- Coleman, D.A., (1977). *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, pp. 57-66.
- Deacon, J.W., 1983. *Microbial Control of Pests and Diseases*. Van Nostrand. New York.
- Ericsson, J.D., Kabaluk, J.T., Goettel, M.S., Myers, J.H. (2007). Spinosad interacts synergistically with the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* against the exotic wireworms *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae). *Journal of economic entomology*. 100: 31-38.
- Erkılıç, L., Uygun, N., (1993). Entomopatojen fungusların biyolojik mücadelede kullanıma olanakları. *Turkish Journal of Entomology*, 17s.
- Furlong, M.J., Groden, E., (2001). Evaluation of synergistic interactions between the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) pathogen *Beauveria bassiana* and the insecticides, imidacloprid, and cyromazine. *Journal of Economic Entomology*. 94: 344-356.
- Gore, J. C., Schal, C. (2004). Laboratory evaluation of boric acid-sugar solutions as baits for management of German cockroach infestations. *Journal of economic entomology*. 97(2): 581-587.
- Habes, D., Morakchi, S., Aribi, N., Farine, J. P., Soltani, N. (2006). Boric acid toxicity to the German cockroach, *Blattella germanica*: Alterations in midgut structure, and acetylcholinesterase and glutathione S-transferase activity. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 84(1): 17-24.
- Metcalf, C.L., Flint, W.P., (1962). Destructive and useful insects. Their habits and control. *Destructive and useful insects. Their habits and control.*, (4th edn).
- Moses, M., Johnson, E. S., Anger, W. K., Burse, V. W., Horstman, S. W., Jackson, R. J., Zahm, S. H. (1993). Environmental equity and pesticide exposure. *Toxicology and industrial health*, 9(5), 913-959.
- Ownley, B.H., Pereira, R.M., Klingeman, W.E., Quigley, N.B., Leckie, B.M., (2004). *Beauveria bassiana*, a dual purpose biocontrol organism, with activity against insect pests and plant pathogens. *Emerging Concepts in Plant Health Management. Research Signpost, India*, 255-269.
- Petlamul, W., Prasertsan, P., (2012). Evaluation of strains of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Spodoptera litura* on the basis of their virulence, germination rate, conidia production, radial growth and enzyme activity. *Mycobiology*. 40(2): 111-116.

- Quarles, W., (2001). Boric acid, borates and household pests. *The IPM Practioner*. 23(3): 1-12.
- Quesada-Moraga, E., Santos-Quiros, R., Valverde-Garcia, P., & Santiago-Alvarez, C. (2004). Virulence, horizontal transmission, and sublethal reproductive effects of *Metarhizium anisopliae* (Anamorphic fungi) on the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). *Journal of invertebrate pathology*, 87(1), 51-58.
- Roberts, J. (1996). Cockroaches linked with asthma. *British Medical Journal*, 312(7047), 1630.
- Roth, L.M., Willis E.R. 1960. The biotic associations of cockroaches. Smithsonian Miscellaneous Collections, No. 141. Lord Baltimore Press, Baltimore, MD. pp. 470.
- Rust, M.K., D. A. Reiersen, and B. C. Ziechner. 1993. Relationship between insecticide Resistance and performance in choice tests of field collected German cookroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 86: 1124-1130.
- Sabbour, M. M. (2002). The role of chemical additives in enhancing the efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae). *Pakistan. Journal of Biological Sciences*, 5(11), 1155-1159.
- SAS Institute.2009. SAS/STAT User' s Guide,Version 9.1.3. Portable, SAS Institute, Cary, NC.
- Sharififard, M.O.N.A., Mossadegh, M. S., Vazirianzadeh, B., Zarei-Mahmoudabadi, A. (2011). Interactions between Entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* and sublethal doses of spinosad for control of house fly, *Musca domestica*. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 5(1), 28.
- Toews, M.D., Subramanyam, B., Rowan, J.M. (2003). Knockdown and mortality of adults of eight species of stored-product beetles exposed to four surfaces treated with spinosad. *Journal of Economic Entomology*. 96: 1967-1973.
- U.S. EPA. 1993. "Boric acid." *R.E.D. Facts*. Office of Pesticide Programs. Washington, D.C.
- Zurek, L., Watson, D. W., & Schal, C. (2002). Synergism between *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) and boric acid against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Biological Control*. 23: 296-302.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Hanifi YILMAZ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 03.03.1992 Kahramanmaraş
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0534 244 69 01
e-posta : hanf_001@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Bitki Koruma Bölümü	2018
Lisans	KSÜ / Bitki Koruma Bölümü	2014
Lise	Hoca Ahmet Yesevi Lisesi	2009

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017	Tarım Kredi Kooperatifi	Ziraat mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Hobiler

Spor Yapmak, Müzik Dinlemek, Avcılık