

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



ANTALYA İLİNDE, ALMAN VE AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ
POPÜLASYONLARINDA SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI DİRENÇ
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre ÖZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ŞUBAT 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



ANTALYA İLİNDE, ALMAN VE AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ
POPÜLASYONLARINDA SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI DİRENÇ
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre ÖZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

ŞUBAT 2018

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA İLİNDE, ALMAN VE AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ
POPÜLASYONLARINDA SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI DİRENÇ
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Emre ÖZ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi
tarafından FDK-2015-410 nolu proje ile desteklenmiştir.**

ŞUBAT 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA İLİNDE, ALMAN VE AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ
POPÜLASYONLARINDA SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI DİRENÇ
SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre ÖZ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 01/02/2018 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU (Danışman)

Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Fedai ERLER

Prof. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ

Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK



ÖZET

ANTALYA İLİNDE, ALMAN VE AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ POPÜLASYONLARINDA SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI DİRENÇ SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emre ÖZ

Doktora Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Şubat 2018; 74 Sayfa

Hamamböcekleri bakteriler, virüsler, mantarlar vb. birçok hastalık etmeninin mekanik vektörüdür. Bu böceklerle mücadele için her yıl tonlarca insektisit kullanılmaktadır. Yanlış mücadele yöntemleri ve insektisitlerin bilinçsiz kullanılması hamamböceklerinde dirence neden olmuştur.

Bu tez çalışmasında, Antalya ilinin farklı bölgelerinden toplanan Alman (*Blattella germanica* L.) ve Amerikan hamamböceklerinde (*Periplaneta americana* L.), sentetik piretroit grubundan deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç seviyeleri belirlenmiştir. Direnç testleri, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından önerilen standart cam kavanoz satıh yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Hamamböceklerinin ikinci ve üçüncü evre nimfleri bir saat süre ile test kimyasallarına maruz bırakılmış ve bir saat sonundaki düşüş (knock-down) oranları, LD₅₀ değerleri, direnç katsayıları ve direnç seviyeleri hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, test edilen kimyasallar DSÖ tarafından önerilen dozlarda Amerikan hamamböceğine çok yüksek toksik olup ≥ 95 ölüm meydana gelmiştir. Tüm popülasyonların direnç katsayıları 1 ile 2 kat arasında bulunmuştur, bu nedenle popülasyonların tamamı direnç seviyeleri açısından direnç yok, çok düşük direnç veya düşük direnç kategorisine girmektedir. Alman hamamböceklerinde, test edilen kimyasalların DSÖ tarafından önerilen dozları genel olarak değerlendirildiğinde hassas popülasyon üzerinde çok toksik ($\geq 96,7$ ölüm) olmasına rağmen araziden toplanan popülasyonlarda toksik etki oldukça düşüktür (%0 ile 80 arası ölüm). Direnç katsayısına göre değerlendirme yapıldığında permethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerinin Güllük popülasyonu hariç, popülasyonların tamamında yüksek direnç görülmüştür.

Sonuç olarak, geçmişte kimyasal insektisitlerin bilinçsiz kullanılması ve ayrıca sentetik piretroitlerin uzun süredir kullanılmasının Alman hamamböceklerinde yüksek dirence yol açabileceği düşünülmektedir. Hali hazırda, test edilen sentetik piretroit aktif maddelere karşı Amerikan hamamböceklerinde direnç tespit edilmemiştir. Aktif maddelere karşı direncin önlenmesi için entegre mücadele yaklaşımı ön plana çıkarılmalı ve kimyasal mücadele en düşük seviyede tutulmalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Alman hamamböceği (*Blattella germanica*), Amerikan hamamböceği (*Periplaneta americana*), Direnç, Sentetik piretroit

JÜRİ: Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Prof. Dr. Fedai ERLER

Prof. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ

Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK



ABSTRACT

INVESTIGATION OF RESISTANCE LEVELS AGAINST SYNTHETIC PYRETHROIDS IN GERMAN AND AMERICAN COCKROACH POPULATIONS IN ANTALYA PROVINCE

Emre ÖZ

PhD. Thesis in Biology

Supervisor: Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

February 2018; 74 pages

Cockroaches are mechanical vectors of many disease agents like bacteria, viruses, fungi, etc. Tons of insecticides are used every year to combat these insects. Wrong pest control methods and unconscious use of insecticides have caused resistance in cockroaches.

In this thesis, resistance levels against some synthetic pyrethroid insecticides, deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin and lambda-cyhalothrin, in the German (*Blattella germanica* L.) and American (*Periplaneta americana* L.) cockroaches collected from different localities of Antalya province were determined. Resistance tests were performed using the standard glass jar surface method recommended by World Health Organization (WHO). The second and third instar nymphs of the cockroaches were exposed to the test chemicals for one hour, and knock-down rates, LD₅₀ values, resistance ratios and resistance levels were determined.

According to the results obtained, the tested chemicals were very high toxic to the American cockroach, resulting in a mortality rate of $\geq 95\%$ at recommended doses by WHO. The resistance ratios of all the populations were found between 1 and 2, that's why all populations have no resistance, very low resistance or low resistance in terms of resistance status. In German cockroaches, the toxic effect was very low (0 to 80% mortality) in the field-collected populations, although the WHO recommended doses of the tested chemicals were generally assessed as highly toxic ($\geq 96,7\%$ mortality) on the sensitive population. When evaluated according to the resistance ratios, high resistance was observed at all the populations except permethrin and lambda-cyhalothrin active substances in the Güllük population.

As a result, it is thought that unconscious use of chemical insecticides in the past and also the long-lasting use of synthetic pyrethroids may lead to high resistance in German cockroaches. Currently, no resistance has been found in American cockroaches against the tested synthetic pyrethroid active substances. In order to prevent resistance to active substances, the integrated pest management approach should be prioritized and chemical control should be kept at the lowest level.

KEYWORDS: German cockroach (*Blattella germanica* L.), American cockroach (*Periplaneta americana* L.), Resistance, Synthetic pyrethroid

COMMITTEE: Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU

Prof. Dr. Huseyin ÇETİN

Prof. Dr. Fedai ERLER

Prof. Dr. Mehmet Faruk GÜRBÜZ

Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK



ÖNSÖZ

Geçmişten bugüne, halk sağlığı zararlılarından birisi olan hamamböceklerine karşı tonlarca insektisit kullanılmıştır. Başlangıçta bu insektisitler hamamböcekleri ve diğer zararlılarla mücadelede çok iyi sonuçlar vermesine rağmen, insektisitlerin bilinçsiz ve yanlış kullanılması sonucu zararlılarda direnç problemi ortaya çıkmıştır. Zararlılarda oluşan direnç, sadece doğaya zarar vermekle kalmayıp, ülkemiz için büyük ekonomik kayba da neden olmaktadır. Bilim insanları sivrisinek, ev sineği, kene, hamamböceği gibi birçok halk sağlığı zararlısı üzerinde direnç çalışmaları yaparak hem direncin durumunu ve kaynağını araştırmakta hem de etkili direnç yönetim stratejileri ile popülasyonların direncini kırmaya çalışmaktadır.

Ülkemizde organik fosforlu ve organik klorlu insektisit gruplarının yasaklanmış olması nedeni ile hamamböcekleri ile mücadelede çoğunlukla sentetik piretroit grubu aktif maddeler kullanılmaktadır. Bu aktif maddelerin hamamböcekleri üzerinde yoğun olarak kullanılması seleksiyon (seçilim) baskısına neden olmaktadır. Bu durumun sonucu olarakda sentetik piretroitlere direnç gelişme ihtimali oldukça yüksektir. Bu çalışma ile Antalya ilinden toplanan Alman ve Amerikan hamamböcekleri üzerinde sentetik piretroitler grubundan deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç gelişip gelişmediği geliştirse de direnç seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışmanın diğer önemli amaçları ise elde edilen verileri Sağlık Bakanlığı, Antalya Büyükşehir Belediyesi ve hamamböceği ile mücadele yapan kurum ve kuruluşlar ile paylaşarak bu kurumların hamamböceği mücadele çalışmalarını daha bilinçli yapmalarını sağlamak ve direnç gelişmiş ürünlerin kullanımı önlenerek ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlamaktır.

Bana bu konuda çalışma imkanı sunan ve çalışmalarımın her aşamasında beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU'na, akademik hayata başlamamda, bilimsel olarak gelişmemde ve çalışmamın planlanıp yürütülmesinin her aşamasında bana yardımcı olan Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN'e, tezimde kullandığım Alman hamamböceklerinin (DSÖ popülasyonu) temini için Dr. Oner KOÇAK'a (Hacettepe Üniversitesi), hamamböceklerinin araziden toplanmasında yardımcı olan Zafer MENEVİŞ'e ve Antalya Büyükşehir Belediyesi Vektörlerle Mücadele Birimi çalışanlarına, arazi çalışmalarımın fotoğraflanmasındaki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Samed KOÇ'a, maddi ve manevi destekleriyle benim bu günlere ulaşmamı sağlayan, tecrübeleriyle beni yönlendiren babam Prof. Dr. Mehmet ÖZ'e ve aileme, sabır va hoşgörüsünden dolayı sevgili eşime, tezimdeki bazı konularda bana yardımcı olan Biyoloji Bölümü'ndeki öğretim üyelerine ve araştırma görevlilerine, ayrıca kazandığım 2228 ve 2211-A kodlu Yüksek Lisans/Doktora bursu için TÜBİTAK'a ve bu projenin maddi olarak desteklenmesini sağlayan Akdeniz Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	8
2.1. Hamamböcekleri Hakkında Genel Bilgiler	8
2.2. Hamamböceklerinin Vücut Yapısı	8
2.3. <i>B. germanica</i> 'nın Sistematığı	9
2.4. <i>B. germanica</i> 'nın Yaşam Döngüsü	9
2.4.1. Yumurta evresi.....	10
2.4.2. Nimf evresi	11
2.4.3. Ergin evresi	12
2.5. <i>P. americana</i> 'nın Sistematığı	13
2.6. <i>P. americana</i> 'nın Yaşam Döngüsü	13
2.6.1. Yumurta evresi.....	15
2.6.2. Nimf evresi	15
2.6.3. Ergin evresi	17
2.7. Hamamböcekleri ile Mücadelede Kullanılan Yöntemler	18
2.7.1. Kültürel mücadele.....	18
2.7.2. Mekanik (Fiziksel) mücadele	19
2.7.3. Kimyasal mücadele.....	19
2.7.4. Biyolojik mücadele.....	22
2.8. Ülkemizde ve Dünya'da Yapılan Direnç Çalışmaları	22
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. <i>B. germanica</i> ve <i>P. americana</i> Örneklerinin Araziden Toplanması	26
3.2. Laboratuvar Çalışmaları	31

3.2.1. Alman ve Amerikan hamamböceklerinin kültüre alınmaları	31
3.2.2. Denemelerde kullanılan insektisit aktif maddeleri ve çözeltilerinin hazırlanışı.....	32
3.2.3. Deney düzeneklerinin kurulması ve direnç testlerinin yapılması.....	32
3.3. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	35
4. BULGULAR.....	36
4.1. Aktif Maddelerin <i>P. americana</i> Nimflerine Karşı Biyolojik Etkinlik Testleri ...	36
4.1.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı etkinliği.....	36
4.1.2. Deltamethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı etkinliği	37
4.1.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı etkinliği	38
4.1.4. Permethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı etkinliği	39
4.2. Aktif Maddelerin <i>B. germanica</i> Nimflerine Karşı Biyolojik Etkinlik Testleri ...	40
4.2.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı etkinliği.....	40
4.2.2. Deltamethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı etkinliği	41
4.2.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı etkinliği	43
4.2.4. Permethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı etkinliği	44
4.3. Aktif Maddelerin <i>B. germanica</i> Nimflerine Karşı Ortalama Düşüş (Knock-Down) Oranları.....	46
4.3.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	46
4.3.2. Deltamethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	48
4.3.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	49
4.3.4. Permetrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	50
4.4. Aktif Maddelerin <i>P. americana</i> Nimflerine Karşı Ortalama Düşüş (Knock-Down) Oranları.....	52

4.4.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	52
4.4.2. Deltamethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	53
4.4.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	54
4.4.4. Permethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları	55
5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇLAR	66
7. KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora tezi olarak sunduğum “ANTALYA İLİNDE, ALMAN VE AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ POPÜLASYONLARINDA SENTETİK PİRETROİTLERE KARŞI DİRENÇ SEVİYELERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak bulunduğunu belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

01/02/2018

Öğrencinin Adı, Soyadı İmzası

EMRE ÖZ



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μ l : Mikrolitre

ml : Mililitre

l : Litre

mm : Milimetre

g : Gram

kg : Kilogram

mg : Miligram

cm^2 : Santimetre kare

g ai/m^2 : Gram aktif içerik metrekare

ft^2 : Fit kare

\leq : Küçük eşit

\geq : Büyük eşit

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece

% : Yüzde

21,01 : Yirmibir tam yüzde bir (Ondalık sayılar virgül ile ayrılmıştır.)

Kısaltmalar

DSÖ : Dünya Sağlık Örgütü

WHO : World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

EPA : Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)

LC_{50} : Lethal konsantrasyon 50 (Popülasyonun yüzde 50'sini öldüren konsantrasyon)

LD_{50} : Lethal doz 50 (Popülasyonun yüzde 50'sini öldüren doz)

LT_{50} : Lethal time 50 (Popülasyonun yüzde 50'sinin ölümü için gerekli zaman)

SH : Standart hata

DMRT: Duncan Multiple Range Test (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi)

PBO : Piperonyl Butoxide

OF : Organik fosfor lular

OK : Organik klor lular

SP : Sentetik piretroitler

DK : Direnç katsayısı

Na : Sodyum

DDT : Dicholoro-Diphenyl-Trichloroethane

UNEP : United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)

Kdr : Düşüş direnci (Knock-down resistance)

DEF : S,S,S-tri-butyl phosphorotrithioate

EC : Emülsiyon konsantre

BGD : Böcek büyüme düzenleyicileri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bir hamamböceğine ait genel vücut yapısı	9
Şekil 2.2. <i>B. germanica</i> 'nın yaşam döngüsü.....	10
Şekil 2.3. <i>B. germanica</i> 'nın yaşam evreleri.....	10
Şekil 2.4. <i>B. germanica</i> 'nın yumurta kapsülleri (ooteka).....	11
Şekil 2.5. a) <i>B. germanica</i> 'nın nimf evresi	11
b) Yumurta kapsülünden nimflerin çıkışı	11
Şekil 2.6. Yumurta kapsülü taşıyan dişi <i>B. germanica</i> 'nın dorsalden görünüşü	12
Şekil 2.7. a) Yumurta kapsülü taşımayan ergin <i>B. germanica</i> (Dişi)	12
b) Ergin <i>B. germanica</i> (Erkek)	12
Şekil 2.8. a) Hamamböceklerinde kanibalizm.....	13
b) Kısa süre önce deri değiştirmiş <i>B. germanica</i>	13
Şekil 2.9. a) <i>P. americana</i> 'nın şematik olarak yaşam döngüsü.....	14
b) <i>P. americana</i> 'nın yaşam döngüsü	14
Şekil 2.10. a, b) <i>P. americana</i> 'nın yumurta kapsülleri (ooteka)	15
Şekil 2.11. a) <i>P. americana</i> 'nın çeşitli evrelerdeki nimfleri	16
b, c, d) <i>P. americana</i> 'nın deri değiştirmesi.....	16
Şekil 2.12. a) Erkek <i>P. americana</i> 'nın dorsalden görünüşü	17
b) Erkek <i>P. americana</i> 'nın abdomen ucunun ventralden görünüşü	17
Şekil 2.13. a) Dişi <i>P. americana</i> 'nın dorsalden görünüşü.....	17
b) Dişi <i>P. americana</i> 'nın abdomen ucunun ventralden görünüşü.....	17
Şekil 2.14. a, b, c) Kültürel mücadele kapsamında kullanılan broşürler ve düzenlenen seminer	18
Şekil 2.15. a) Açıkta bırakılan bir bisküviyle beslenen hamamböceği.....	19
b) Hamamböceğinin saklanabileceği delik, çatlak vb. ortamlar onarılmalı.....	19

Şekil 2.16. a) Termal fog (sıcak sisleme) ile kimyasal mücadele	20
b, c, d) Jel yöntemi ile kimyasal mücadele	20
e, f) Sırt pulvarizatörü ile kimyasal mücadele	20
Şekil 2.17. a) <i>Metarhizium anisopliae</i> fungusu ile tamamen kaplanmış bir hamamböceği	22
b) Parazitoidlerin <i>P. americana</i> 'nın yumurta kapsülüne kendi yumurtalarını bırakmaları	22
Şekil 3.1. <i>B. germanica</i> 'nın ve <i>P. americana</i> 'nın Antalya ilinde toplandıkları bölgeler	26
Şekil 3.2. Kablo kanalı rögarı kapağındaki <i>P. americana</i> bireylerinin şarjlı el süpürgesi yardımıyla toplanması	27
Şekil 3.3. Kablo kanalı rögarındaki <i>P. americana</i> bireyleri	28
Şekil 3.4. Şarjlı el süpürgesi ile toplanamayan hamamböceklerinin elle toplanması	28
Şekil 3.5. a) Bir konutun bodrum katındaki <i>P. americana</i> bireylerinin elle toplanması	29
b) Kablo kanalı rögarı kapağındaki <i>P. americana</i> bireylerinin elle toplanması	29
c) Yağmur suyu kanalı rögarındaki <i>P. americana</i> bireylerinin elle toplanması	29
Şekil 3.6. Buzdolabı motorunun arka kapağında toplu şekilde görülen <i>B. germanica</i> bireyleri	30
Şekil 3.7. Elektrik kablo kanallarının içinde birarada görülen <i>B. germanica</i> bireyleri	30
Şekil 3.8. Bir marketteki dolap içerisinden <i>B. germanica</i> bireylerinin el süpürgesi yardımı ile toplanması	31

Şekil 3.9. Araziden toplanan hamamböceklerinin insektaryumda kültüre alınmaları.....	32
Şekil 3.10. Test kimyasallarına maruz bırakılan hamamböcekleri	33
Şekil 3.11. Hamamböceklerinin insektisite maruziyet sırasındaki ve sonrasındaki durumları.....	34
Şekil 3.12. Hamamböceklerinin insektisitlere bir saat maruziyeti sonrası knock-down olmuş bireyler.....	34
Şekil 4.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>B. germanica</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	47
Şekil 4.2. Deltamethrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>B. germanica</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	48
Şekil 4.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>B. germanica</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	50
Şekil 4.4. Permethrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>B. germanica</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	51
Şekil 4.5. Alpha-cypermethrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>P. americana</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	53
Şekil 4.6. Deltamethrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>P. americana</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	54
Şekil 4.7. Lambda-cyhalothrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>P. americana</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	55
Şekil 4.8. Permethrin aktif maddesine maruz bırakılan <i>P. americana</i> nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>B. germanica</i> 'nın sistematığı	9
Çizelge 2.2. <i>P. americana</i> 'nın sistematığı	13
Çizelge 2.3. DSÖ tarafından önerilen, hamamböceği kontrolünde kullanılan insektisitlerin bazıları	21
Çizelge 4.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	36
Çizelge 4.2. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	37
Çizelge 4.3. Deltamethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	37
Çizelge 4.4. Deltamethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri.....	38
Çizelge 4.5. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	38
Çizelge 4.6. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	39
Çizelge 4.7. Permethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	39
Çizelge 4.8. Permethrin aktif maddesinin <i>P. americana</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	40
Çizelge 4.9. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	40

Çizelge 4.10. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	41
Çizelge 4.11. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	41
Çizelge 4.12. Deltamethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	42
Çizelge 4.13. Deltamethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	42
Çizelge 4.14. Deltamethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	43
Çizelge 4.15. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	43
Çizelge 4.16. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	44
Çizelge 4.17. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	44
Çizelge 4.18. Permethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	45
Çizelge 4.19. Permethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)	45
Çizelge 4.20. Permethrin aktif maddesinin <i>B. germanica</i> nimflerine karşı LD ₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri	46

1. GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı çevre sorunları, çarpık kentleşme ve küresel ısınma gibi birçok soruna sebep olmaktadır. Bu sorunların en önemlilerinden biri de halk sağlığı zararlılarının vektörlüğünü yaptığı Sıtma, Dang Humması, Batı Nil Ateşi ve Sarıhumma gibi hastalıklar ve bunların neden olduğu ölümlerdir. Omurgasız ve omurgalı birçok hayvan grubuna ait türleri (Örn; sivrisinek, ev sineği, karasinek, kene, hamamböceği, kum sineği, kemirgenler, salyangozlar vb.) barındıran vektör canlıların taşıdığı hastalıklar dünyada her yıl yüz milyonlarca vaka olarak kayıt edilmekte ve bu durum halk sağlığı için büyük tehdit oluşturmaktadır (WHO 2006). Dünya nüfusu günümüzde 7,4 milyarı aşmış olup, 2014 yılı Birleşmiş Milletler Dünya kentleşme olasılıkları raporuna göre nüfusun %54'ünün kentlerde yaşadığı, bu oranın 2050 yılında %66 oranına yükseleceği öngörülmüştür. Bu öngörüye göre, yakın gelecekte nüfusun kentlerde daha fazla olacağı göz önüne alınırsa, özellikle kent ekosisteminde konutlarda kolayca çoğalabilecek vektör türlerle mücadele gün geçtikçe daha da önemli bir hale gelecektir.

Kent ekosisteminde önemli bir vektör grubu olan hamamböcekleri eklem bacaklılar (Arthropoda) şubesinin, böcekler (Insecta) sınıfına bağlı olup Blattodea takımı içerisinde yer almakta ve dünyada yaklaşık 4000 tür ile temsil edilmektedir (Naumann 1991). Hamamböceği türlerinin büyük çoğunluğu ormanlarla kaplı tropiklerde bulunmaktadır, kutuplara ve kurak bölgelere doğru gidildikçe tür sayısı azalmaktadır. Güney Amerika hamamböceği tür sayısı bakımından en zengin bölge olup birçok endemik gruba ev sahipliği yapmaktadır. Çevreye olan yüksek toleransları ve yapısal uyumlarında görülen özelliklerinden dolayı tropik kökenli birçok tür ve diğer iklim bölgelerinde yaşayan türler, ulaşım taşıtlarıyla (uçak, araba, gemi, tren vb.) başka bölgelere taşınarak kozmopolit tür olmuşlardır. Ülkemizde hamamböceklerinin Polyphagidae (Çöl hamamböcekleri), Blattellidae (Kalorifer hamamböcekleri), Ectobiidae (Yabani hamamböcekleri) ve Blattidae familyalarına ait 23 türü bulunmaktadır ve bunlardan özellikle *Blattella germanica* L. (Alman hamamböceği) ve *Supella longipalpa* (F.) (Kahverengi şeritli hamamböceği) türleri iç mekanlarda (mutfak, kazan dairesi, apartman boşluğu ve bodrum), *Periplaneta americana* L. (Amerikan hamamböceği) ve *Blatta orientalis* L. (Doğu hamamböceği) türleri ise dış ortamda (rögar, kanalizasyon ve buhar tünelleri) sıklıkla görülmektedir (Demirsoy 2006).

Hamamböceklerinin buzul devrinde yaşayan insanların barınaklarında bulunmaları ve Taş Devrine ait *B. orientalis* türünün fosillerinin olması bu böceklerin insanlar tarafından iyi tanınan en eski hayvanlardan olduğunu göstermektedir (Demirsoy 2006). Hamamböcekleri olumsuz çevre koşullarında uzun süre canlı kalabilmeleri, üreme potansiyellerinin yüksek olması ve patojen organizmalara mekanik vektörlük yapmaları nedeniyle böcekler arasında hem sağlık açısından hem de ekonomik yönden önemli bir yere sahiptirler. Hamamböcekleri ışığı sevmeyen (fotonegatif) canlılar olduğu için gündüz saatlerinde zamanlarını çatlaklarda, yarıklarda veya kapalı mekânlarda (buzdolabı motoru yanında, mutfak tezgâhlarının arka kısmında, kalorifer peteklerinin arka kısmında, rögar kapağının altında vb. alanlarda) gizlenerek geçirirler. Hamamböcekleri omnivor olup kağıt ve insan dışkısı dahil hemen hemen her şeyle beslenirler, hatta bu canlılarda kanibalizm de (kendi türüne ait canlıları

yemesi) görülmektedir. Vücutları dorsalden ventrale doğru basık ve şekil olarak oval olan bu canlılar, avantajlı bu özelliklerinden dolayı çok dar ve küçük alanlarda bile rahatça hareket edebilmekte ve sığınabilmektedirler.

Hamamböcekleri yarı başkalaşım (hemimetabol) gösteren böcekler olup, yaşam döngüleri yumurta, nimf ve ergin evresi olmak üzere üç evreden oluşmaktadır. Yumurtadan çıkan nimfler belli sayıda deri değiştirerek ergin hale ulaşırlar. Genel olarak erkekler daha ince ve uzun abdomene sahipken, dişilerin abdomeni daha yuvarlağımsı, kavisli ve geniştir (WHO 1985; Koçak 2008). Açık sarımsı kahverenginden, koyu siyaha kadar renk tonlarına sahip olan hamamböceklerinin erkekleri bir çift kanata sahip olmasına rağmen dişilerin birçoğunda kanat kısalmış (abdomenin 2/3'ünü kaplayacak şekilde), pul şeklinde kalmış ya da tamamen kaybolmuştur. Hamamböceklerinin duyarğa görevi gören bir çift uzun antenleri vardır, bu antenleri sık sık zemine/yere temas ettirerek besinlerinin yerini, ortamın nemini ve sıcaklığını algılayabilmektedir (Demirsoy 2006).

Ülkemizdeki en büyük hamamböceği türlerinden biri olan Amerikan hamamböceklerine (*P. americana*) sıcak/ılık ve nemli yerleri tercih etmesi nedeniyle daha çok rögar, bodrum katları, kanalizasyonlar, yağmur suyu drenajları ve buhar tünellerinde rastlanmaktadır. Uzun süren nimf dönemine sahip olan bu böcek türü ergin hale geçinceye kadar 6-14 kez deri değiştirebilmektedir. Yumurtadan çıkan bir nimf yaklaşık bir yıl sonra erişkin hale gelmektedir. Ergin bir dişi yumurta paketini yaklaşık 6 gün taşıdıktan sonra uygun ve güvenli bir yere bırakmaktadır. Yumurta kapsülü yaklaşık 2 ay sonra açılmakta ve 12-15 arasında nimf çıkmaktadır (Cornwell 1968).

Kalorifer böceği olarak da bilinen Alman hamamböcekleri (*B. germanica*) küçük olmaları, yumurta verimlerinin yüksek olması ve başkalaşım sürelerinin diğer hamamböceği türlerinden daha kısa olması ile dikkat çekmektedirler. Bu türe ait bireyler kuru ve sıcak yerleri sevdiği için kalorifer kazanları, fırınlar, restoranlar ve mutfak gibi ortamlarda bulunurlar. Gündüzleri loş yerlerde gizlenen bu böcekler geceleri beslenmek için gizlendikleri ortamlardan çıkarlar ve buldukları hemen hemen her şeyle beslenirler. Dişi hamamböceği tarafından üretilen yumurtalar ooteka denen yumurta kapsülünün içinde gelişir ve ootekanın içinde 30-40 kadar yumurta vardır. Diğer hamamböceklerinden farklı olarak Alman hamamböcekleri yumurta kapsüllerini yumurtalar açılmaya yakın zamana kadar abdomen ucunda taşır ve sonrasında uygun bir yere bırakırlar (WHO 1985; Koçak ve Erdoğan 1986; Koçak 2008).

Hamamböceklerinin yaşadığımız binaların içinde bize çok yakın olarak yaşayabilmeleri, insanların her an onlarla karşı karşıya gelmeleri, insanda entomofobi ve tiksindirici bir duygu yaşatmaktadır. Hiç bir insan evinin mutfak tezgâhında yürüyen, lokantada yemek yerken masasında gezinen veya hastanede yatarken başucu sehpasının çekmecesinde dolaşan bir hamamböceği görmek istemez. Bu durum insan psikolojisini olumsuz yönde etkilemektedir.

Değişik ekolojik koşullara uyum sağlamış bu canlılar insanların günlük yaşantılarında kullandıkları ev, lokanta, otel ve benzeri birçok alanda çok sayıda bakteri, virüs, mantar vb. patojenik organizmanın vektörlüğünü yapmaktadır (Cochran 1982; Zarchi ve Vatani 2009). Pai (2013)'te huzurevi ve uzun dönemli bakım evlerinde

yaptığı bir çalışmada 250 adet hamamböceği üzerinden 38 gram (-) bakteri türü, 6 gram (+) bakteri türü ve 20 glukoz fermente etmeyen basil bakteri türü izole etmiştir. Başka bir çalışmada Wahab vd. (2016), Malezya'daki gıda tesislerinden 32'si *P. americana* ve 16'sı *B. orientalis* olmak üzere toplam 48 hamamböceğinin dış ve iç vücudundan *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* ve *Staphylococcus* cinsi patojen bakterileri izole etmişlerdir. Bunların yanı sıra *Candida*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Alternaria* ve *Aspergillus* cinsi mantar türleri de hamamböceklerinden izole edilmiştir (Fotedar ve Banerjee 1992). Ayrıca, hamamböcekleri yassı kurtların, nematodların, acanthocephalo gibi parazitik solucanların (*Hymenolepis diminuta*, *Raillietina* spp., *Gongylonema pulchrum* ve *Moniliformis moniliformis*) konakçılarıdır (Beaver vd. 1984). Bu böcekler *Entamoeba histolytica*'nın kistlerini barındırabilir ve potansiyel mekanik yayıcılar olarak rol oynarlar (Pai vd. 2003). Alman hamamböceğinin bağırsağında *Pseudomonas aeruginosa*'nın çoğaldığı ve bakterilerin atılımının 114 güne kadar sürdüğü gösterilmiştir (Fotedar vd. 1993). Dolayısıyla hamamböceği sadece mekanik bir yayıcı olarak görev yapmakla kalmaz, aynı zamanda patojenlerin çoğalması için bir rezervuardır. Hamamböcekleri besinlerimize mikrop bulaştırmalarının yanı sıra, dışkıları ve dökülmüş olan kabukları çocuklarda ortaya çıkan alerjik astım reaksiyonuna da neden olabilmektedir (Gelber vd. 1993; Rosenstreich vd. 1997).

Dünya genelinde tarım, orman ve halk sağlığı zararlısı olan böceklerin popülasyonlarını ekonomik eşik değerinde ve altında tutmak için her yıl 3 milyon ton insektisit kullanılmaktadır bunun yaklaşık maliyeti ise 40 milyar dolardır (Anonymous 1). Amerika Birleşik Devletleri'nde insektisitlerin uygulanmasından kaynaklanan büyük ekonomik ve çevresel kayıplara yıllık olarak baktığımızda halk sağlığı için harcanan para 1,1 milyar dolar, zararlıların pestisitlere direnç kazanımından kaynaklanan kayıp 1,5 milyar dolar, insektisit neden olduğu ekin kayıpları 1,4 milyar dolar, insektisitlerin neden olduğu kuş kaybı 2,2 milyar dolar ve yeraltı suları kirliliğine neden olduğu için 2 milyar dolar kayıp yaşanmaktadır (Pimentel 2005).

Insektisitlerin başlıca gruplarını organik fosforlar (OF), karbamatlılar, klorlandırılmış hidrokarbonlular (OK), neonikotinoidler, sentetik piretroitler (SP) ve böcek büyüme düzenleyicileri (Kitin sentez inhibitörü ve Juvenil hormon analogu) oluşturmaktadır. Bu ürünler zararlıların üreme, gelişme ve yaşam evrelerini farklı şekillerde etkileyerek toksik etki göstermektedir. 1970'li yıllardan beri bilinen insektisitler arasında OF'lar, karbamatlılar ve SP'ler en çok pazar payına sahip olan insektisitlerdir. Ülkemizde halk sağlığı zararlıları ile mücadelede OK ve OF insektisitlerin kullanımının yasaklanmış olması ve ruhsatlandırılmış sınırlı sayıda karbamatlı ürünün bulunması nedeniyle daha çok SP'ler, neonikotinoidler ve böcek büyüme düzenleyici grubu insektisitler kullanılmaktadır. Kimyasal insektisitler, zararlıları yok etmede en etkili ürünler olarak görülse de, zamanla çevre ve sağlık problemlerinin ortaya çıkması, hedef canlıların dışındaki canlılara zarar vermeleri ve zararlıların bunlara karşı direnç kazanması gibi dezavantajlara sahiptirler.

Sağlık Bakanlığı tarafından ruhsat izni verilen ve ülkemizde hamamböceği mücadelesinde kullanılan insektisit formülasyonlarının büyük çoğunluğu SP grubu aktif maddeler içermektedir. Bu aktiflerin başlıcaları deltamethrin, permethrin, alfa-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin'dir. Ortaya çıkabilecek direnç probleminin önüne geçilebilmesi için farklı oranlarda piperonyl butoxide (PBO) ile formülasyon haline

getirilmiş bu ürünler sıcak sisleme (termal fog), soğuk sisleme (Ultra low volume) ve kalıcı uygulama (sprey-rezidüel) yöntemleri kullanılarak hamamböceklerinin bulunduğu ortamlarda mücadele amacıyla kullanılmaktadır.

Sentetik piretroitler, *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) ve *Chrysanthemum coccineum* (Asteraceae) bitkileri tarafından doğal olarak üretilen piretrinlere benzer organik insektisitlerdir. Böcekler üzerinde öldürücü, kovucu (repellent), düşürücü etki (knock-down) yapması, toksisitesinin yüksek ve ortamda kalıcılığının düşük olması gibi oldukça önemli avantajlara sahiptirler. Ayrıca SP'ler sinerjistik bileşiklerle (PBO gibi) birlikte kullanılarak aktiviteleri artırılabilir (Alten ve Çağlar 1998; Becker vd. 2010). SP'ler maliyet, güvenilirlik (memelilere daha az toksik olması) ve rezidüel etki süreleri bakımından diğer insektisit gruplarına göre daha avantajlıdır. Bu nedenle SP'ler günümüzde tarım ve halk sağlığı zararlıları ile mücadelede yaygın şekilde kullanılmaktadırlar (WHO 2013). SP'ler periferik ve merkezi sinir sistemindeki nöronlar üzerindeki Na (Sodyum) kanallarının özelliklerini değiştirerek kanalın daha uzun süre açık kalmasına sebep olan nörotoksik maddelerdir. Böceklerin vücudunda aşırı kasılmalar sonucu paraliz olmasına neden olurlar (Coats ve Bradbury 1989).

Günümüzde zararlı böceklerle mücadelede farklı yöntemlerin içinde en fazla olarak kimyasal insektisit kullanımı görülmektedir. Kimyasal insektisit kullanımı, bir taraftan hedef canlı popülasyonunu en az seviyeye indirmede başarı sağlarken, bir taraftan da çevre kirliliğine neden olmakta, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemekte ve direnç gelişimi gibi sorunlarla karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. Bu kimyasallar doğada toprakta, suda birikerek hem çevredeki hedef dışı canlılara zarar verdikleri gibi hem de besin zinciri yoluyla zararlarını insana kadar ulaştırmaktadır. Bu bakımdan kimyasal insektisit sadece hedef zararlıya etki edip, diğer canlılara zarar vermemesi arzu edilmekle beraber, bu tam anlamıyla mümkün değildir. Ayrıca, insektisit kullanılması sonucu karşılaşılan önemli bir sorun olan direnç, zararlılara karşı daha fazla ve gereksiz insektisit kullanıma yol açmakta, böylelikle çevrenin daha fazla kirlenmesine ve oldukça yüksek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yapılan bir araştırmada vektörleri yok etmek için kullanılan insektisitlerin maliyetinin %10-25'nin dirençten kaynaklanan zarar olduğu rapor edilmiştir (Harper ve Zilberman 1990).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) direnci 'normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyonundaki bireylerin tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi' şeklinde tanımlamaktadır (Çakır ve Yamanel 2005). Diğer bir ifade ile böcek popülasyonlarında kendilerine karşı kullanılan biyosidal ürünlere karşı duyarlılıklarının azalması, bu durumun sonucu olarak kontrol sağlanamamasıdır (Çetin 2016). Böcek direnci ilk olarak 1946'da ev sineklerinde (*Musca domestica* L.) DDT (Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane) direnci ile ortaya çıkmıştır ve o zamandan beri zararlı böceklerin kontrolünde büyük sorunlar görülmektedir. Pestisitlerin yaygın kullanımı sadece böcek zararlılarında değil aynı zamanda bitki patojenlerinde ve yabancı otlarda da pestisit direncinin gelişmesine ve evrimine neden olmuştur. Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından 1979 yılında hazırlanan bir raporda, insektisit direncinin dünyanın önemli çevresel sorunlarından biri olduğu ve 500'den fazla eklem bacaklı (böcek ve akar) türü, yaklaşık 150 bitki patojeni türü ve yaklaşık 273 yabancı ot türünün pestisitlere karşı

dirençli olduğu bildirilmiştir (UNEP 1979; Stuart 2003; Pimentel 2005). Pestisit direncinin çarpıcı bir örneğini, kuzeydoğu Meksika'da ve Teksas Alt Rio Grande'de meydana geldiğini görmekteyiz. Ulusal Bilimler Akademisinin yayınladığı makalede, zamanla pamuktaki tütün tomurcuk kurdu popülasyonunda çok yüksek pestisit direnci gelişmiş ve yaklaşık 285.000 hektara pamuk ekilmekten vazgeçilmek zorunda kalınmış, kullanılan insektisitlerin böceklerde aşırı direnç nedeniyle tamamen etkisiz oldukları görülmüştür (NAS 1975).

Insektisitlere karşı direnç gelişimi birtakım zararlara yol açmaktadır; örneğin, çiftçiler için önemli ürün kayıplarına yol açması, eklem bacaklı vektör canlılarla (ev sineği, sivrisinek, hamamböceği vb.) mücadelede başarıyı düşürmesi, aşırı dozda ve sık ilaçlama yaparak devlet ekonomisinde kayıp yaşanması, çevre kirliliğine neden olması, tozlayıcıların (arı vb. böcekler) etkilenmesi, sebze ve meyvelerde kalıntıya sebep olması, ayrıca insektisit direncinde görülen mikro-evrim her geçen yıl birim alanda daha fazla kimyasal kullanımına yol açmaktadır (Çakır ve Yamanel 2005; Akiner vd. 2009; de Souza vd. 2011; Atmaca Demiröz 2015). Direnç gelişimine neden olan en önemli sebep bilinçsiz insektisit kullanımudur. Yanlış yöntemlerle insektisit uygulamak, DSÖ'nün belirlediği dozun altında ve üstünde dozlar kullanmak, önerilenden daha sık aralıklarla pestisit kullanmak ve bilimsel uygulamalardan uzak mücadele programları yürütmek direnç gelişimini tetiklemektedir. Her uygulamadan sonra hayatta kalan birkaç bireyin nesillerini devam ettirmesi, birkaç nesil sonra kullanılan ürüne direnç gelişmesine neden olabilir diğer bir ifadeyle aynı seleksiyon baskısının sürekli olması, dirençli bireylerin popülasyon içerisindeki hakimiyetlerinin de kolaylıkla artmasına olanak sağlamaktadır (Alptekin 2009).

Günümüzde insan sağlığı için kullanılan antibiyotiklere karşı bakterilerin gösterdiği direnç kadar, pestisitlere karşı böceklerin gösterdiği direnç de o kadar önemlidir. Direnç özünde genetik bir temele dayanıp, böceklerde mekaniksel, fizyolojik (biyokimyasal), hedef bölge, çapraz ve davranışsal olarak ortaya çıkabilmektedir. Fizyolojik direnç, en önemli direnç tipi olup böceklerin vücutlarında bulunan detoksifikasyon enzimleri (Esterazlar, Glutathion-S-Transferazlar, P-450 Monooksijenazlar ve Hidrolazlar) ile pestisiti zehirsiz ya da daha az zehirli hale dönüştürmekte, parçalayabilmekte, vücuttan elimine etmekte veya yağ dokuda biriktirebilmektedir. Mekaniksel direnç, vücudun sahip olduğu yapısal özelliklerinden dolayı oluşan dirençtir, örnek olarak kitin tabakanın kalınlığının insektisit emilimine olan etkisini verebiliriz. Davranışsal direnç, böceklerin tehlike durumunda örneğin pestisite maruz kalması vb. sırasında ortamdan hemen uzaklaşması, beslenmesini durdurması veya stigmalarını kapatması gibi bazı mekanizmaları devreye sokmasıdır. Hedef bölge direnci, bir insektisitinin etki edeceği bölgenin değişikliğe uğraması sonucu olarak tanımlayabiliriz böylelikle dirençli bireylerde insektisit hedef bölgeye yeterli süre tutunamaz ve bu nedenle insektisit etkili olamaz veya az etkili olur (Çetin 2016).

Böceklerde pestisitlere karşı dirençte önemli bir konu da çapraz dirençtir. Bir böceğin herhangi bir kimyasala karşı direnç kazanmasından sonra etki mekanizması aynı olan diğer kimyasallara karşı da direnç göstermesine çapraz direnç denir. DDT'nin eskiden halk sağlığı ve tarım zararlılarına karşı tonlarca kullanılmasından dolayı, böceklerin aynı etki mekanizmasına sahip olan SP'lere karşı direnç geliştirmesi çapraz direncin mirası olabilir (Bregues vd. 2003). Çapraz direnç, insektisit sınıfları

arasındaki hedef bölge mekanizması ile ilişkilidir. Buna en iyi örnek DDT ile SP grubundaki aktif maddeleri örnek verebiliriz. Her iki grup için ortak hedef bölge böcekteki periferal ve merkezi sinir sistemindeki nöronların üzerindeki voltaj kapılı Na kanalları ve kdr (knock-down direnci) vb. mutasyonlardır. Aksonal sodyum kanalının insektisit bağlanma bölgesinde mutasyon sonucu oluşan aminoasit değişikliği insektisit daha az etkili veya etkisiz olmasına ve ayrıca piretroitlere direnç gelişmesine neden olur (Bregues vd. 2003; Çakır ve Yamanel 2005). Birçok çalışmada sivrisinek, ev sineği, hamamböceği gibi vektör canlılarda DDT ile SP arasındaki çapraz direncin kdr mekanizması ile bağlantılı olduğu gösterilmiştir (Williamson vd. 1996; Liu vd. 2000; Bregues vd. 2003).

Pestisitlere karşı böceklerde direnç dünyada çok fazla çalışılan konular arasında olmakla beraber, ülkemizde yeterli sayıda direnç çalışması yoktur. Ülkemizde ilk direnç araştırma çalışmaları 1970'li yıllarda başlamıştır. İren (1966), elma iç kurdunda [*Cydia pomonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Tortricidae)] insektisitlere karşı direnç bulmuştur. Diğer bir çalışmada, Dörtbudak vd. (1987), önemli bir ambar zararlısı olan *Sitophilus granarius* (Linnaeus) (Coleoptera: Curculionidae)'un insektisitlere karşı direnç geliştirdikleri tespit edilmiştir. Yaptığımız literatür araştırmasına göre Türkiye'de hamamböcekleri ile ilgili sınırlı sayıda direnç çalışmasına rastlanılmıştır. Erdoğan ve Koçak (1989), Ankara'dan topladıkları Alman hamamböceği arazi popülasyonu ile duyarlı popülasyonu sumithion ve tetramethrin direnci bakımından değerlendirmiş, 9,2 ile 11,2 kat arasında değişen direnç tespit etmişlerdir. Garrett vd. (1968), İzmir'den topladıkları Alman hamamböceği popülasyonu ile yaptıkları çalışmada diazinon ve malathionun Alman hamamböceğine karşı oldukça başarılı olduğunu, dieldirine ise hamamböceklerinin dirençli olduğunu rapor etmişlerdir. Hamamböcekleriyle yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak OF ve OK grubundaki aktif maddeler ile yapılmış olup, ülkemizde insektisit formülasyonlarında düşürücü olarak kullanılan tetramethrin dışında hiçbir SP, direnç bakımından test edilmemiştir. Bu tez çalışmasında ülkemizde ilk defa deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç oluşup oluşmadığı araştırılmıştır. Dünya genelinde yapılan çalışmalara bakılacak olursa; Alman ve Amerikan hamamböceklerinin OK, OF, karbamatlı ve SP gruplarından birçok insektisit etken maddesine karşı gerek fizyolojik olarak gerekse davranışsal açıdan direnç geliştirdiği rapor edilmiştir (Silverman ve Ross 1994; Cochran 1995, 1997; Lee vd. 1996 b; Pai vd. 2005).

Yukarıda bahsedilen bilgilerden yola çıkarak bu tez kapsamında ülkemizin önemli turizm merkezlerinden biri olan Antalya ilinin farklı bölgelerinden toplanan Alman ve Amerikan hamamböceklerinde SP grubundan deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç gelişip gelişmediğinin, direnç tespit edilmesi durumunda direnç seviyelerinin ve katsayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Direnç testlerinde yukarıda belirtilen aktif maddelerin seçilmesinin ana nedeni; Antalya ili sınırları içerisinde bu aktif maddelerin uzun yıllar boyunca tonlarla ifade edilebilecek yüksek miktarlarda gerek halk sağlığı zararlıları (hamamböceği, sivrisinek, ev sineği vb.) gerekse tarım zararlılarına karşı mücadele amaçlı kullanılmış olmasıdır.

Tezden elde edilecek veriler Sağlık Bakanlığı ve Antalya Büyükşehir Belediyesi gibi hamamböceği mücadelesi yapan kurum ve kuruluşlar ile paylaşılacaktır. Böylece

bu kurumların hamamböceği mücadele çalışmalarını daha bilinçli yapmalarına katkı sağlanarak; doğanın ve hedef dışı canlıların korunmasına yardımcı olunacağı gibi, direnç gelişmiş ürünlerin kullanımı önlenerek ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı sağlanacaktır. Ayrıca bu çalışma ülkemizde hamamböceklerinde direnç seviyelerinin belirlenmesi yönünden diğer çalışmalara önderlik ederek, hamamböceklerinde direncin kırılmasına yönelik yapılacak çalışmalara, mücadelede kullanılacak yeni ve alternatif ürünlerin araştırılmasına ve Antalya ilinde yapılacak hamamböceği mücadelesine yön verecektir.



2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Hamamböcekleri Hakkında Genel Bilgiler

Dünyada yaklaşık 4000 tür ile temsil edilen hamamböcekleri, fosil kayıtlarına göre yaklaşık 350 milyon yıl önce Karbonifer döneminde ortaya çıkmıştır (Naumann 1991). Yaklaşık 30 kadar türü insanların bulunduğu mekanlarda (ev, bodrum, restaurant, fırın vb.) yayılış göstermektedir (WHO 2006). Diğer türler ise tropiklerde bulunmakta olup ormanlardaki bitki atıklarıyla beslenmektedir, kutuplara ve kurak bölgelere doğru gidildikçe tür sayısı azalmaktadır. Hamamböceklerinin dünyanın hemen hemen her yerinde görülmesinin temel nedeni dünya ülkeleri arasındaki ticaretin gelişmesi ve artmasıdır (Rust vd. 1991). Birçok tür sahip oldukları yapısal uyum özellikleri ve geniş çevre toleransları sayesinde uçak, araba, gemi, tren vb. ulaşım taşıtlarıyla başka bölgelere taşınarak kozmopolit tür olmuşlardır. Ülkemizde 23 hamamböceği türü tespit edilmesine rağmen bunlardan sadece 4 veya 5 tanesi insanların yaşadığı alanlarda bulunmaktadır. *B. germanica* ve *S. longipalpa* türleri kuru ve sıcak yerleri sevdiği için mutfaklar, restoran, kazan daireleri, apartman boşlukları ve bodrum katları gibi iç mekanlarda, *P. americana* ve *B. orientalis* türleri ise sıcak/ılık ama nemli yerleri sevdiği için dış ortamlarda (rögar, kanalizasyon, buhar tünelleri vb.) sıklıkla görülmektedir (Demirsoy 2006).

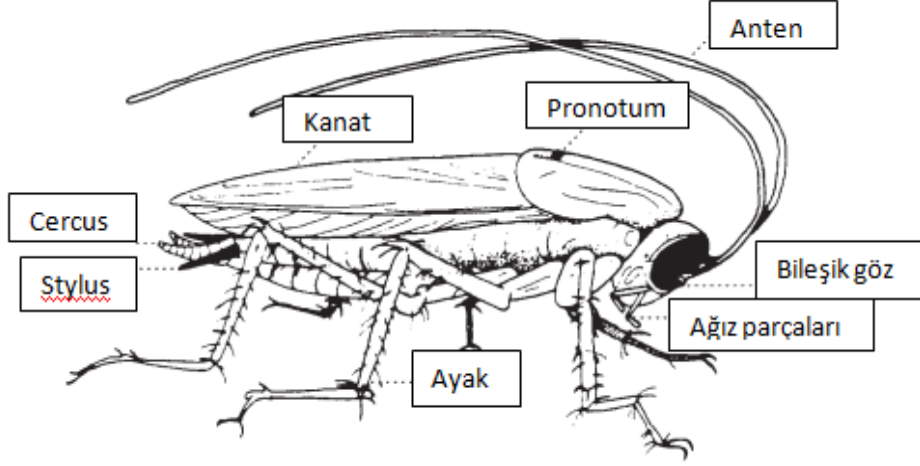
İnsanların bulunduğu mekanlarda yaşayan türler insan doğasına tamamen adapte olmuşlardır. Bu türler geceleri aktif olup, gündüzleri genellikle buzdolaplarının arkasında, evdeki çatlak yerlerde, mutfak eşyalarının altında veya duvar panolarının altında gizlenirler. Hamamböcekleri omnivor olup nişasta, peynir, insan deri döküntüleri, fırıncılık ürünleri, el yazmaları, tutkal, saç, ölü hayvanlar, bitki malzemeleri, kıyafet ve kâğıt gibi çok çeşitli malzemelerle beslenmektedir. Ayrıca birbirlerini yeme davranışı olan kanibalizm de görülür, bu sayede besin kıtlığı durumunda hayatta kalma şansları artmaktadır (Cornwell 1968).

Hamamböceklerinin insanlara verdiği zararlarının en önemli sebebi beslenme ve barınma alışkanlıklarından kaynaklanmaktadır. Bu böcekler beslenme ve barınma davranışlarını kanalizasyon, rögar, çöp tesisleri ve bodrum katları gibi zararlı mikroorganizmalarca (bakteri, protozoa ve virüs) zengin yerlerde yaptıklarından buradaki hastalık etmeni mikroorganizmaları ağız parçaları, ayakları vb. vücut yüzeylerinde mekanik olarak taşıyarak besinlere bulaştırmaktadırlar. Böylece gıda zehirlenmesi, dizanteri, diyare gibi hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Bunların yanı sıra hamamböceklerinin dışkıları ve derileri birçok kişide astım, hapşırma, gözlerin sulanması ve burun pasajlarının tıkanması gibi alerjik reaksiyonlar sergilenmesine yol açabilir (WHO 2006).

2.2. Hamamböceklerinin Vücut Yapısı

Hamamböceklerinin vücudu dorsalden ventrale doğru basıktır. Vücut baş (cephalon), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Hamamböceklerinin bazı türleri kısa kanatlı ya da kanatsız yapıda olmasına rağmen genellikle iki çift kanata sahiptirler. Tipik olarak ön kanatlar renkli ve derimsi yapıda, arka kanatlar ise açık, şeffaf ve zarımsıdır. Bir çift olarak bulunan antenlerin uzunluğu

bazı türlerde vücut boyunu aşmaktadır. Isırıcı-çiğneyici ağız parçalarına sahip olan hamamböceklerinin bacak tipleri ise koşucu-yürüyücü tiptedir. Dişi ve erkek hamamböceklerinin abdomenlerinin ucunda bir çift sersi bulunur (Şekil 2.1). Genel olarak erkekler daha ince ve uzun abdomene sahipken, dişilerin abdomeni daha yuvarlağımsı, kavisli ve geniştir (WHO 1985; Koçak 2008).



Şekil 2.1. Bir hamamböceğine ait genel vücut yapısı (Anonymous 2)

2.3. *B. germanica*'nın Sistematığı

Alman hamamböceği eklembacaklılar (Arthropoda) şubesinin, böcekler (Insecta) sınıfına bağlı olup Blattodea takımı içerisindeki Blattellidae familyası içerisinde yer almaktadır (Çizelge 2.1) (Bell vd. 2007).

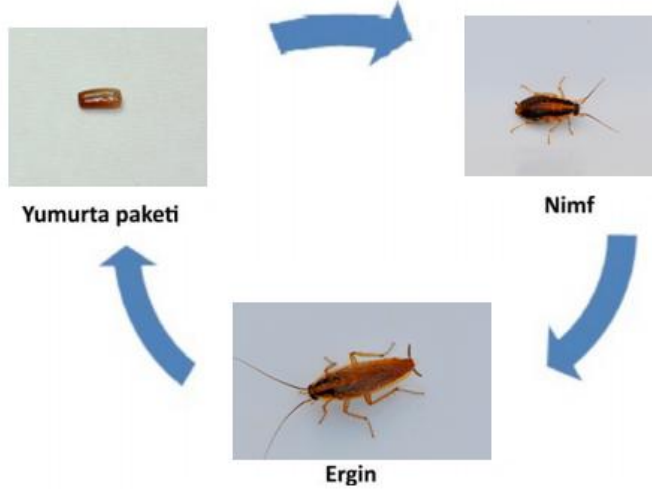
Çizelge 2.1. *B. germanica*'nın sistematığı

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Alt şube	Hexapoda
Sınıf	Insecta
Alt sınıf	Pterygota
Takım	Blattodea
Familya	Blattellidae
Cins	<i>Blattella</i>
Tür	<i>Blattella germanica</i> L.

2.4. *B. germanica*'nın Yaşam Döngüsü

Alman hamamböceğinin yaşam döngüsü yumurta, nimf ve ergin olmak üzere üç evreden oluşmaktadır (Şekil 2.2). Yarı başkalaşım geçiren Alman hamamböceği açık kahverengi ile koyu bal rengi arasında değişen renklere sahiptir (Şekil 2.3). Diğer hamamböceklerinden farklı olarak pronotumunda paralel iki koyu çizgi bulunmaktadır (WHO 1985; Koçak 2008). Bu tür sıcak, kuru ve karanlık yerleri tercih etmesi

nedeniyle halk arasında kalorifer böceği olarak bilinmekte ve mutfaklarda, buzdolabı motorunun arkasında, kalorifer peteklerinin arasında, fırınlarda, restoranlarda ve gıda işletmelerinde sıkça görülür.



Şekil 2.2. *B. germanica*'nın yaşam döngüsü



Şekil 2.3. *B. germanica*'nın yaşam evreleri (Anonymous 3)

2.4.1. Yumurta evresi

Dişi hamamböceği tarafından üretilen yumurtalar ooteka denen yumurta kapsülünün içinde gelişir (Şekil 2.4). Yaklaşık 6-12 mm uzunluğunda olan yumurta kapsülü 30-40 kadar yumurta içerir. Dişi bir hamamböceği yaşamı boyunca 4-8 adet yumurta kapsülü üretir. Yumurta kapsülleri genellikle çatlak ve oyuk gibi ortamlara bırakılır. Diğer hamamböceklerinden farklı olarak Alman hamamböcekleri, yumurta kapsüllerini yumurtalar açılmaya yakın zamana kadar abdomen ucunda taşır ve sonrasında uygun bir yere bırakırlar (WHO 1985; Koçak 2008).



Şekil 2.4. *B. germanica*'nın yumurta kapsülü (ooteka)

2.4.2. Nimf evresi

Yumurta kapsülünün açılmasıyla ortaya çıkan bireylerin ergin oluncaya kadar geçirdikleri evreye nimfal evre ya da nimf evresi denir. Erginlerin minyatürü olan nimfler kanatsız olmaları ve olgunlaşmamış genital organları ile erginlerden ayrılırlar. Yumurtadan çıkan nimfler beyaz renkte olmasına karşın birkaç saat gibi bir süre sonra hormonların etkisiyle renkleri koyulaşmakta ve açık kahverengiye dönüşmektedir (Şekil 2.5 a, b). Nimfler ergin oluncaya kadar 5-7 kez deri değiştirirler. Nimflerin ergin hale dönüşmesi ortam koşullarına bağlı olarak yaklaşık 30-60 gün sürer (WHO 1985; Koçak 2008).



Şekil 2.5. a) *B. germanica*'nın nimf evresi; b) Yumurta kapsülünden nimflerin çıkışı (Anonymous 4)

2.4.3. Ergin evresi

Ergin vücut uzunluğu 12-16 mm'ye kadar olan Alman hamamböceği oda koşullarında 150-250 gün yaşayabilir. Bir çift kanada sahip olmasına rağmen iyi uçucu değildir. Geceleri aktif olan bu canlıların ergin ve nimfleri salgıladıkları kimyasal maddeler (feromonlar) sayesinde bir arada yaşamaktadırlar. Erkek Alman hamamböceği sarımsı kahverengi bir renge sahip iken, dişi biraz daha koyu renklidir (Şekil 2.7 a, b). Erkekler, dişilere göre daha az deri değiştirerek daha kısa sürede ergin hale gelirler (Şekil 2.8 b). Erginleşen bireyler 7-10 gün sonra eşeyssel olgunluğa ulaşırlar. Ergin hamamböcekleri çiftleştikten sonra sıcaklığa bağlı olarak 24-48 saat sonra dişi hamamböceğinin abdomen ucunda yumurta kapsülü belirlemeye başlar (Şekil 2.6).

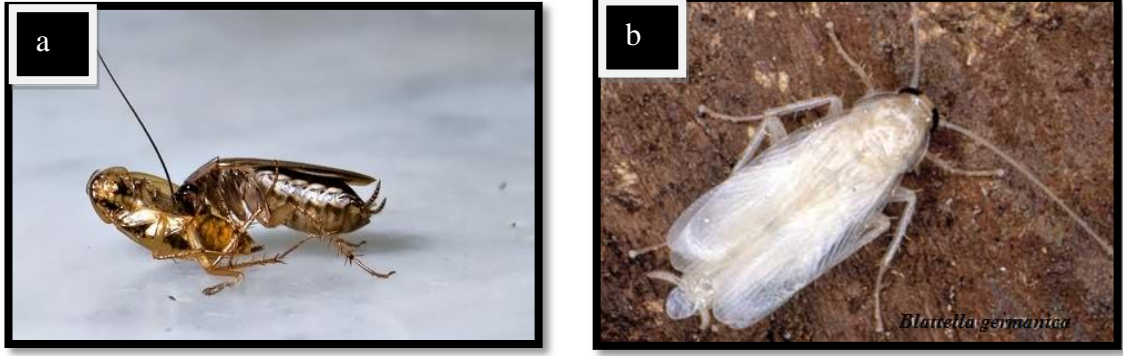
Dişi hamamböceğinin abdomeni daha kavisli ve ovalimsi olmasına rağmen, erkek hamamböceğinin vücudu ince ve abdomene doğru sivrileşen hatlara sahiptir (Şekil 2.7 a, b). Erkeklerde abdomenin terminal segmentleri görünür haldedir yani kanatlarla tam kaplanmamıştır. Dişilerde ise terminal segmentler kanatlarla kaplandığı için abdomenin terminal segmentleri görülmez (Şekil 2.6) (WHO 1985; Koçak 2008). Ergin hamamböcekleri hemen hemen her şeyle beslenirler, ayrıca kanibalizm de görülür (Şekil 2.8 a).



Şekil 2.6. Yumurta kapsülü taşıyan dişi *B. germanica*'nın dorsalden görünüşü



Şekil 2.7. a) Yumurta kapsülü taşımayan ergin *B. germanica* (Dişi) ; b) Ergin *B. germanica* (Erkek)



Şekil 2.8. a) Hamamböceklerinde kanibalizm (Anonymous 5); b) Kısa süre önce deri değiştirmiş *B. germanica* (Anonymous 6)

2.5. *P. americana*'nın Sistematığı

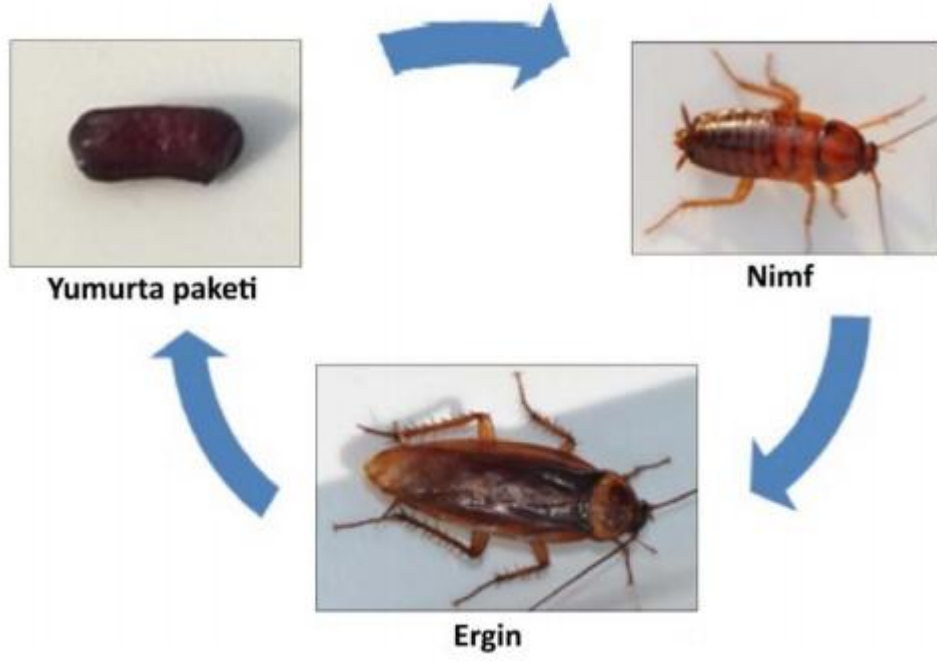
Amerikan hamamböceği eklem bacaklılar (Arthropoda) şubesinin, böcekler (Insecta) sınıfına bağlı olup Blattodea takımı içerisindeki Blattidae familyası içerisinde yer almaktadır (Çizelge 2.2) (Bell vd. 2007). Dünyada *Periplaneta* cinsine ait 47 tür bulunmaktadır (Bell ve Adiyodi 1981).

Çizelge 2.2. *P. americana*'nın sistematığı

Alem	Animalia
Şube	Arthropoda
Alt şube	Hexapoda
Sınıf	Insecta
Alt sınıf	Pterygota
Takım	Blattodea
Familya	Blattidae
Cins	<i>Periplaneta</i>
Tür	<i>Periplaneta americana</i> L.

2.6. *P. americana*'nın Yaşam Döngüsü

Yumurta, nimf ve ergin olmak üzere üç yaşam evresine sahip olan Amerikan hamamböcekleri yarı başkalaşım (hemimetabol) geçirir (Şekil 2.9 a, b). Amerikan hamamböceği kırmızımsı kahverengi renklere sahip olup diğer hamamböceklerinden farklı olarak pronotumunda sarı bir halka bulunmaktadır (WHO 1985). Bu tür sıcak/ılık, nemli ve karanlık yerleri sevdiği için binaların bodrum katlarında, küvetlerin çevresinde, buhar tünellerinde, rögarlarda ve gıda işletmelerinde sıkça görülür (Rust vd. 1991). Amerikan hamamböceği kış aylarında bazen çöp depolama alanlarındaki çöp yığınları içine girerek burada oluşan sıcaklık nedeniyle kış boyunca hayatta kalabilirler. Ergin bir hamamböceği besinsiz 2-3 ay, susuz yaklaşık 1 ay hayatta kalabilir.



Şekil 2.9. a) *P. americana*'nın şematik olarak yaşam döngüsü



Şekil 2.9. b) *P. americana*'nın yaşam döngüsü (Anonim 7)

2.6.1. Yumurta evresi

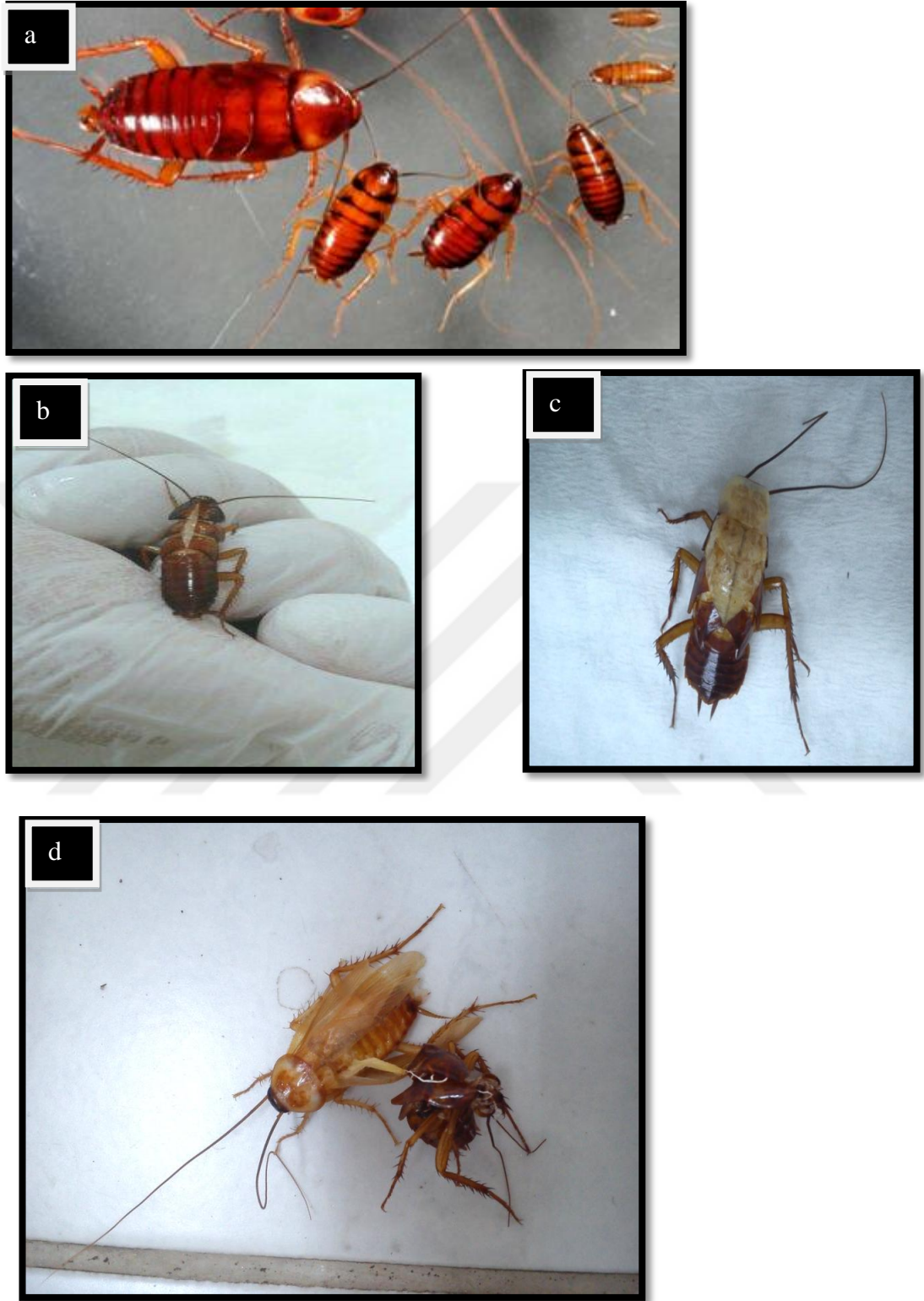
Dişi hamamböceği tarafından üretilen yumurtalar ooteka denilen koyu kahverengi, simetrik biçimde şekillendirilmiş ve yaklaşık 8-10 mm uzunluğunda, 5 mm yüksekliğindeki çanta şeklinde yumurta kapsülüne konur (Şekil 2.10 a, b). Çiftleşmeden yaklaşık bir hafta sonra bir ooteka oluşmaya başlar ve üreme döneminin zirvesinde haftada iki ooteka oluşturabilir (Bell ve Adiyodi 1981). Her ooteka ortalama 14-16 kadar yumurta içerir. Dişi bir hamamböceği genellikle haftada bir ooteka üreterek yaşamı boyunca 15-90 ooteka üretir. Yumurta kapsülleri, dişinin salgıladığı ağız salgılarıyla genellikle gıda kaynağına yakın çatlak ve oyuk gibi ortamlara yapıştırılır. Ooteka, dışarıdan ek suya ihtiyaç duymadan yumurtaların gelişmesi için yeterli suyu ihtiva eder (Bell ve Adiyodi 1981). Yumurta kapsülü ilk oluştuğunda kahverengi, bir veya iki gün içinde siyahımsı kahverengiye dönüşmektedir. Alman hamamböceğinden farklı olarak, Amerikan hamamböcekleri ooteka oluştuktan bir gün sonra uygun ortama ağızdan salgıladığı salgıyla yapıştırırlar. Dişilerin bir defa döllenmesi ve spermlerin depolanabilmesi sayesinde her ooteka oluşumu için çiftleşmeye gerek duyulmaz. Yumurta açılım süresinin uzunluğu çevre şartlarına (sıcaklık, nem vb.) göre 29 ila 58 gün arasında değişmekle birlikte oda sıcaklığında 50-60 günde nimfler yumurtadan çıkabilmektedir (WHO 1985; Koçak 2008).



Şekil 2.10. a, b) *P. americana* 'nın yumurta kapsülleri (ooteka)

2.6.2. Nimf evresi

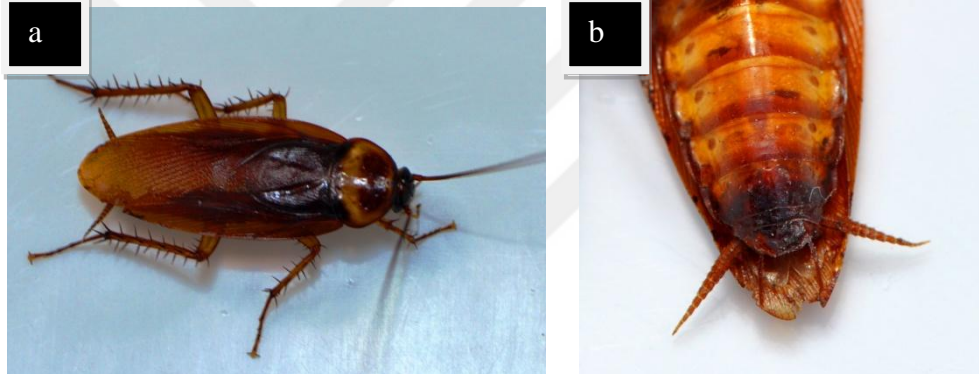
Nimfal evre ootekanın açılmasıyla başlayıp, ergin oluncaya kadar devam eder. Amerikan hamamböcekleri uzun bir nimfal evre geçirirler. Nimfler kanatsız olmaları ve üreme yeteneğinin gelişmemiş olması dışında görünüş olarak erginlere benzemektedir. Yumurtadan yeni çıkan nimfler beyaz renkte olmasına karşın bir süre sonra hormonların etkisiyle renkleri koyulaşmaktadır. İlk nimf dönemleri grimsi kahverengi olan Amerikan hamamböcekleri birkaç deri değiştirmeden sonra kırmızımsı kahverengiye dönüşmektedir (Şekil 2.11 a). Nimfler ergin oluncaya kadar 6-14 kez deri değiştirirler (Şekil 2.11 b, c, d) (Bell ve Adiyodi 1981).



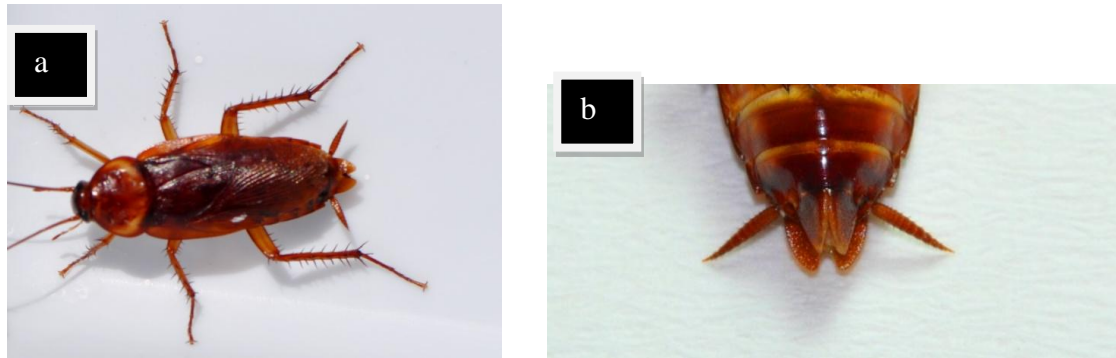
Şekil 2.11. a) *P. americana*'nın çeşitli evrelerdeki nimfleri (Anonim 8); b, c, d) *P. americana*'nın deri değişimi

2.6.3. Ergin evresi

Ergin vücut uzunluğu 35-40 mm'ye kadar olan Amerikan hamamböceğinin ergin ömür uzunluğu yaklaşık 15 ay civarındadır. Dişi ve erkekleri bir çift tam gelişmiş kanada sahip olup iyi uçucudurlar (Şekil 2.12 a ve b). Her iki eşeyde kanat, abdomeni tamamen örtmektedir ama erkeklerde kanat abdomenin biraz ucuna doğru çıkmıştır. Erkekler, dişilere göre daha az deri değiştirerek daha kısa sürede ergin hale gelirler. Erginleşen bireyler 7-10 gün sonra eşeyssel olgunluğa ulaşırlar. Ergin hamamböcekleri çiftleştikten sonra sıcaklığa bağlı olarak 24-48 saat sonra dişi hamamböceğinin abdomen ucunda yumurta kapsülü belirlemeye başlar (Şekil 2.13 b). Dişi hamamböceğinin abdomeni daha kavisli ve ovalimsi olmasına rağmen, erkek hamamböceğinin abdomeni daha sivri ve ince hatlara sahiptir (Şekil 2.13 a). Erkek ve dişiler abdomenin ucunda bir çift ince, eklemli sersiye sahiptir. Erkeklerde sersi 18-19 segmentliken dişilerde 13-14 segmentli sersi bulunur. Erkek hamamböceğinde sersilerin arasında bir çift stilusa sahipken dişilerde stilus yoktur. Amerikan hamamböcekleri unlu mamuller, saç, kağıt gibi akla gelebilecek her şeyle beslenirler ayrıca bu türde de kanibalizm görülür.



Şekil 2.12. a) Erkek *P. americana*'nın dorsalden görünüşü; b) Erkek *P. americana*'nın abdomen ucunun ventralden görünüşü



Şekil 2.13. a) Dişi *P. americana*'nın dorsalden görünüşü; b) Dişi *P. americana*'nın abdomen ucunun ventralden görünüşü

2.7. Hamamböcekleri ile Mücadelede Kullanılan Yöntemler

2.7.1. Kültürel mücadele

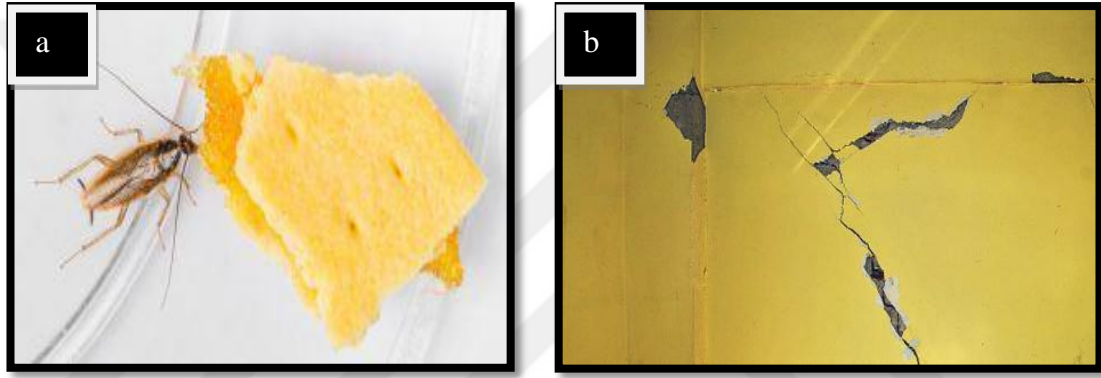
Yapılacak olan mücadele çalışmalarında ilk sırada yer alması gereken mücadele yöntemi kültürel mücadeledir. Çünkü bir zararlının biyolojisi, nerede yaşadığı veya ne ile beslendiği iyi bilinmez ise o zararlıya karşı yapılan mücadele yetersiz veya başarısız olacaktır. Bu nedenle halkın ve vektör mücadelesinde görevli personelin; kültürel mücadele çalışmaları kapsamında söz konusu zararlının biyolojisi, yaşam biçimi, taşıdığı hastalıkları, mücadele yöntemleri vb. konularda seminer, broşür gibi temel eğitim yöntemleriyle bilinçlendirilmesi gerekir (Şekil 2.14 a, b, c).



Şekil 2.14. a, b, c) Kültürel mücadele kapsamında kullanılan broşürler ve düzenlenen seminer (Anonymous 9, Anonymous 10)

2.7.2. Mekanik (Fiziksel) mücadele

Mekanik mücadeledeki amaç hamamböceklerinin doğal/yapay üreme alanlarında ve beslenme ortamlarında bir takım değişiklikler yaparak hamamböceklerinin daha fazla yayılmasını, üremesini ve gelişmesini önlemektir. Örneğin; evdeki çatlak ve oyuk gibi açık alanlar alçı ile kapatılmalı, elektrik süpürgesiyle temizlik yapılarak hamamböceği yumurta kapsülleri toplanmalı, mutfak tezgâhının üzerinde veya dolaplarda açıkta gıda maddesi bırakılmamalı, yemek artıkları çöp poşetine konulup ağzı sıkıca bağlanmalı, çöp kovası günlük olarak boşaltılmalı, kalorifer ve su borularının etrafındaki küçük delikler kapatılmalıdır (Şekil 2.15 a, b). Mutfak ve banyo gibi alanlar sık sık badana yapılmalı, besinler hamamböceğinin giremeyeceği saklama kaplarında saklanmalı, lavabo delikleri ve mazgallar etrafını örtecek şekilde bir ağırlık ile kapatılmalı, kiler ve bodrum gibi çok kullanılmayan alanlar temiz tutulmalıdır (WHO 1985; Koçak 2008).



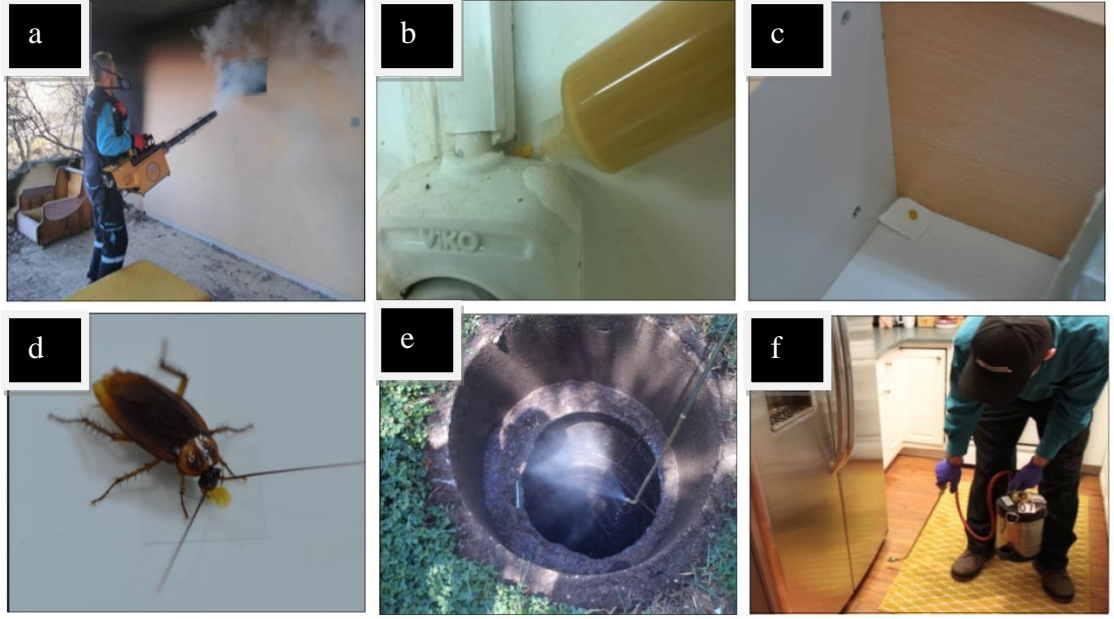
Şekil 2.15. a) Açıkta bırakılan bir bisküviyle beslenen hamamböceği (Anonymous 11); **b)** Hamamböceğinin saklanabileceği delik, çatlak vb. ortamlar onarılmalı (Anonim 12)

2.7.3. Kimyasal mücadele

Hamamböceği mücadelesinde kullanılan yöntemlerden birisi de kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadele bazı dezavantajlara (çevreye ve insanlara verdiği zararlar, hamamböceklerinin kimyasallara karşı geliştirdikleri direnç vb.) sahip olmasına rağmen, başarı oranı yüksek sonuçlar vermesi sebebi ile en çok tercih edilen mücadele şeklidir. Bu dezavantajları ortadan kaldırabilmek için insektisitlerin hangi dozda, ne aralıklarla, nasıl kullanılacağına iyi saptanması ve bu konuda uzman kişilerden yardım alınarak mücadelenin yapılması gerekir.

Insektisitlerin başlıca gruplarını OF'lar, karbamatlılar, OK'lar, neonikotinoidler, SP'ler ve böcek büyüme düzenleyicileri (kitin sentez inhibitörü ve juvenil hormon analogu) oluşturmaktadır. Sağlık Bakanlığı tarafından ruhsat izni verilen ve ülkemizde hamamböceği mücadelesinde kullanılan insektisit formülasyonlarının büyük çoğunluğu SP grubu aktif maddeler içermektedir. Bu aktiflerin başlıcaları deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin'dir. Ortaya çıkabilecek direnç probleminin önüne geçilebilmesi için farklı oranlarda PBO ile formülasyon haline getirilmiş ürünler sıcak sisleme (termal fog), soğuk sisleme (Ultra low volume) ve kalıcı uygulama (sprey-rezidüel) yöntemleri kullanılmaktadır, bunların yanı sıra yem tuzakları, jeller ve tozlar

kullanılarak hamamböcekleriyle mücadele edilebilir (Şekil 2.16 a, b, c, d, e, f) (Koçak 2008). Hamamböceği ile mücadelede iki tip uygulama yapılmakta olup, ilki mevcut olan ergin ve nimfleri öldürmek, ikincisi ise uygulamadan sonraki açılmamış yumurta kapsülünden çıkacak olan yeni nimfleri yok etmek için yapılmaktadır. DSÖ tarafından önerilen, hamamböceği mücadelesinde kullanılan insektisit grupları Çizelge 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.16. a) Termal fog (sıcak sisleme) ile kimyasal mücadele; b, c, d) Jel yöntemiyle kimyasal mücadele; e, f) Sırt pulvarizatörü ile kimyasal mücadele

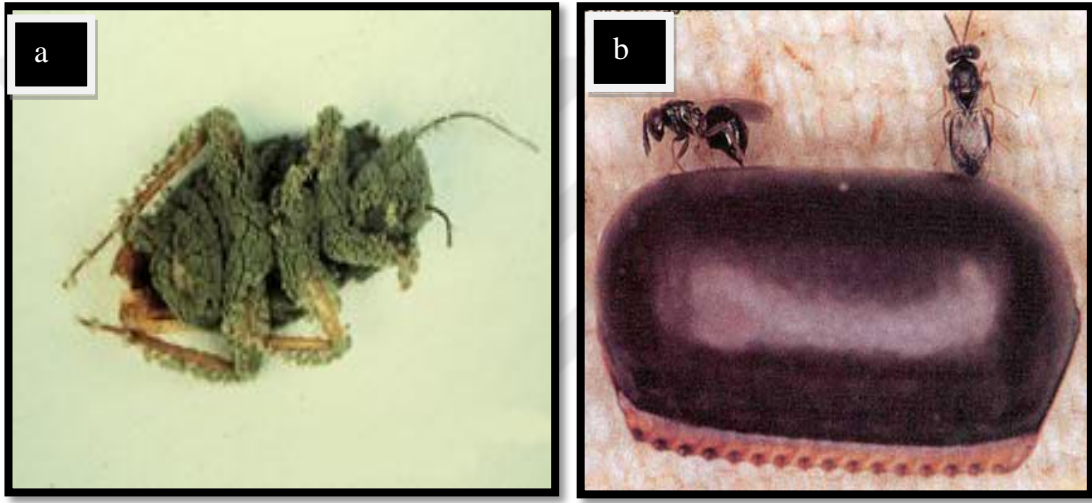
Çizelge 2.3. DSÖ tarafından önerilen, hamamböceği kontrolünde kullanılan insektisitlerin bazıları (WHO 2006)

ETKEN MADDE	KİMYASAL GRUP	FORMÜLASYON	KONSANTRASYON (g/L ya da g/kg)
Bendiocarb	Karbamat	Sprey	2,4-4,8
		Toz	10
		Aerosol	2,5-10
Borik asit	İnorganik	Yem	% 1-100
Fenoxycarb	BGD	Sprey	1,2
Flufenoxuron	BGD	Sprey	0,3
Pyriproxyfen	BGD	Sprey	0,4-1
Hydrprene	BGD	Sprey	0,1-0,6
Dinotefuran	Neonicotinoid	Yem	0,2-1
		Sprey	0,5
İmidacloprid	Neonicotinoid	Yem	1,85-2,15
Chlorpyrifos	Organofosfat	Sprey	5
		Aerosol	5-10
		Toz	10-20
		Yem	5
		Microkapsül	2-4
Chlorpyrifos-methyl	Organofosfat	Sprey	7-10
Diazinon	Organofosfat	Sprey	5
		Toz	20
		Microkapsül	3-6
Fenitrothion	Organofosfat	Sprey	10-20
		Aerosol	5
		Yem	50
		Microkapsül	2,5-5
Malathion	Organofosfat	Sprey	30
		Toz	50
Pirimiphos-methyl	Organofosfat	Sprey	25
Alpha-cypermethrin	Piretroit	Toz	20
		Sprey	0,3-0,6
Beta-cyfluthrin	Piretroit	Sprey	0,25
Bifenthrin	Piretroit	Sprey	0,48-0,96
Cyfluthrin	Piretroit	Sprey	0,4
Deltamethrin	Piretroit	Sprey	0,3
Etofenprox	Piretroit	Sprey	5-10
Lambda-cyhalothrin	Piretroit	Toz	5
		Aerosol	0,5
		Sprey	0,15-0,3
Permethrin	Piretroit	Sprey	1,25-2,5
Fipronil	Arylpyrazole	Toz	5,0
		Aerosol	2,5-5,0
		Yem	0,1-0,5

BGD: Böcek gelişim düzenleyici

2.7.4. Biyolojik mücadele

Bazı protozoa, nematod, böcek ve bakteri türlerinin hamamböceği yumurtalarını tahrip ettikleri bilirse de biyolojik mücadele, hamamböceği mücadelesinde genel olarak tercih edilmemektedir. Susurluk ve Ökten (2000), bazı entomopatojen nematodların Alman hamamböceği mücadelesinde etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan bir çalışmaya göre bir fungus türü olan *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin (Deuteromycota: Hyphomycetes) Alman hamamböceğine karşı biyolojik ajan olarak etkili bulunmuştur (Şekil 2.17 a) (Zurek vd. 2002). Bazı parazitoid arılar da Amerikan hamamböceğinin doğal düşmanlarıdır, bu parazitoid arılar hamamböceği ootekasını delerek kendi yumurtasını bırakırlar ve yumurtadan çıkan bireyler hamamböceği nimflerini yiyerek hamamböceği mücadelesine katkı sağlarlar (Şekil 2.17 b) (Suiter vd. 1998).



Şekil 2.17. a) *Metarhizium anisopliae* fungusu ile tamamen kaplanmış bir hamamböceği (Anonymous 13); b) Parazitoidlerin *P. americana*'nın yumurta kapsülüne kendi yumurtalarını bırakmaları (Anonymous 14)

2.8. Ülkemizde ve Dünya’da Yapılan Direnç Çalışmaları

Yaptığımız literatür araştırmasına göre Türkiye’de hamamböceği ile ilgili sınırlı sayıda direnç çalışmasına rastlanılmıştır. Erdoğan ve Koçak (1989), Ankara’dan topladıkları Alman hamamböceği popülasyonu ile duyarlı popülasyonu sumithion (OF) ve tetramethrin (SP) aktif maddelerine karşı kıyaslamışlar ve Ankara popülasyonunda 9,2 ile 11,2 kat arasında değişen oranlarda direnç tespit etmişlerdir. Garrett vd. (1968), İzmir’den topladıkları Alman hamamböceği popülasyonu ile yaptıkları çalışmada diazinon (OF) ve malathionun (OF) Alman hamamböceğine karşı oldukça başarılı olduğunu, dieldirine (OK) ise dirençli olduğunu rapor etmişlerdir. Hamamböcekleriyle yapılan çalışmalar ağırlıklı olarak OF ve OK grubundaki aktif maddeler ile yapılmış olup, ülkemizde insektisit formülasyonlarında düşürücü olarak kullanılan tetramethrin dışında hiçbir SP, direnç bakımından test edilmemiştir. Bu tez çalışması ile ilk defa deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç oluşup oluşmadığı araştırılmıştır.

Bunun yanı sıra diğer vektör zararlıları ile yapılan direnç çalışmaları da vardır. Koç vd. (2012) Antalya Varsak'tan topladıkları ev sineklerinde (*M. domestica* L.) cypermethrin ve cyphenothrin'e karşı yüksek seviyede direnç geliştiğini belirtmişlerdir. Akiner vd. (2009), Türkiye'den 7 lokaliteden topladıkları sivrisinek popülasyonlarına karşı 4 larvasit ve 4 ergin öldürücü aktif maddeye karşı direnç gelişip gelişmediği araştırılmışlar, temephos ve fenthion larvasit aktif maddelerine karşı yüksek derecede direnç olduğu ayrıca Ankara ve Antalya popülasyonlarında test edilen tüm ergin öldürücü aktif maddelere karşı direnç oluştuğunu rapor etmişlerdir. Çetin vd. (2009), 2006 ve 2007 yılında Antalya'nın merkezinden ve ilçelerinden topladıkları ev sineklerine (*M. domestica*) karşı böcek büyüme düzenleyici gruplarından diflubenzuron, methoprene, novaluron, pyriproxyfen ve triflumuronu çalışmışlar, yıllar (2006, 2007) karşılaştırıldığında genel olarak bir yıllık bir süre içinde çoğu lokalitedeki popülasyonda dirençte artışın olduğu vurgulanmıştır.

Dünya genelinde yapılan çalışmalara bakılacak olursa; birçok makalede, Alman hamamböceklerinin OK, OF, karbamatlı ve SP gruplarından birçok insektisit etken maddesine karşı gerek fizyolojik olarak gerekse davranışsal açıdan direnç geliştirdiği rapor edilmiştir (Silverman ve Ross 1994; Cochran 1995, 1997; Lee vd. 1996 b).

Amerika'nın dört farklı bölgesinden toplanan Alman hamamböceklerinde piretroitlere karşı oldukça yüksek seviyede (80–240 kat) direnç saptanmıştır (Cochran 1989).

Wei vd. (2001), ABD'nin Alabama kentinden topladığı Alman hamamböceği popülasyonunun permethrin'e ve deltamethrin'e sırasıyla 97 ve 480 kat direnç geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Ladonni (2001), 3 farklı yöntem (cam kavanoz yüzey satıh, cam petri ve topikal uygulama yöntemi) kullanarak permethrin aktif maddesini Alman hamamböceği üzerinde direncini araştırmış, uygulanan yöntemlere göre değişen oranlarda direnç saptandığını rapor etmiştir.

Valles ve Strong (2001), araziden topladıkları Alman hamamböceğine cypermethrin aktif maddeyi tek başına ve DEF (S,S,S-tri-butyl phosphorotrithioate) sinerjist maddesi ile birlikte test etmişler, sonuç olarak cypermethrin tek başına uygulandığında 5 kat direnç, DEF ile birlikte uygulandığında direncin 2,9 kata indiğini rapor etmişlerdir.

Pai vd. (2005), Tayvan'da 30 hastane ve 30 evden topladıkları Alman hamamböceklerinin hastanelerde chlorpyrifos, propoxur ve cypermethrin'e sırasıyla 2,04-28,8, 2,86-30,86 ve 1,95-14,05 katlarında, evlerde ise sırasıyla 1,92-17,72, 6,93-62,5 ve 2,8-27,35 katlarında direnç geliştirdiğini saptamışlardır.

Nasirian vd. (2006), öğrenci yurdu ve hastaneden topladıkları 11 Alman hamamböceği popülasyonu üzerinde permethrin ve fipronil direncini incelemişler. Sonuç olarak tüm popülasyonların permethrin'e (8,6-17,7 kat arasında değişen) dirençli olduğunu, fipronile ise çok düşük dirençli olduğunu (1,5-2,6 kat arasında değişen) tespit etmişlerdir.

Chai ve Lee (2010), Singapur'da 22 Alman hamamböceği popülasyonu üzerinde çeşitli gruplara ait etken maddeleri test etmişler ve hamamböceklerinin piretroit, karbamat, organofosfat ve phenyl pyrazole grubuna dirençli olduğu, neonikotinoid ve oxadiazine grubuna ise direncin olmadığı rapor edilmiştir.

Chang vd. (2010), Alman hamamböceğinin 7 arazi popülasyonuna topikal uygulama yöntemini kullanarak 8 aktif madde üzerinde insektisit direncini araştırmışlar. Deltamethrin'e aşırı yüksek direnç (61-160 kat), cypermethrin'e orta seviyede direnç (16-29 kat), permethrin'e orta seviyede direnç (11-39 kat) tespit etmişlerdir.

Brezilya'da yapılan bir çalışmada, Alman hamamböceği cypermethrin ve propoxur aktif maddelerine dirençliyen, diazinon etken maddesinin Alman hamamböceği üzerinde hala çok etkili olduğu rapor edilmiştir (de Souza vd. 2011).

Limoe vd. (2011), üç hastaneden topladıkları Alman hamamböceklerine topikal uygulama yöntemini kullanarak 4 farklı aktif maddenin (permethrin, cypermethrin, bendiocarb ve chlorpyrifos) direnç durumunu ve PBO sinerjistik maddesinin permethrin'in toksisitesi üzerinde etkisini incelemişler ve permethrin'e 11,61 ile 17,64 kat arasında ve cypermethrin'e 11,45 ile 26,45 kat arasında direnç tespit etmişler; ayrıca PBO ile yaptıkları denemelerde PBO'nun permethrin'in toksisitesini arttırdığını ve sinerjistik oranının 2,45; 1,87; 2,51 ve 2,38 kat olduğunu rapor etmişlerdir. Bunun nedeni olarak PBO sinerjistik maddesinin, Sitokrom P450 monooksijenaz enzim sistemlerinin permethrin'in detoksifikasyonuna katkı yapmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Gondhalekar vd. (2011), Alman hamamböceklerine 11 aktif maddenin topikal uygulama yöntemi ile direnç seviyelerini belirlemişler. SP'lere yüksek seviyede direnç (permethrin'e 77,22 kat, cypermethrin'e 86,54 kat) olduğu rapor edilmiştir.

Limoe vd. (2012), iki hastaneden topladıkları Alman hamamböceğine topikal uygulama yöntemini kullanarak 4 aktif maddenin (permethrin, cypermethrin, malathion, chlorpyrifos) direnç seviyesini incelemişler ve aktif maddelere karşı düşük ve orta derece direnç tespit etmişler. Permethrin'e 3,36 ve 3,15 kat, cypermethrin'e 3,23 ve 6,18 kat direnç tespit edilmiştir.

Alman hamamböceklerindeki direnç sadece yukarıda belirtilen etken maddeler ile kalmayıp, aynı veya farklı gruplarda, Örneğin; OK'dan; DDT, lindane, chlordane ve dieldrin; OF'dan malathion, diazinon ve fenthion'a karşı yüksek seviyelerde direnç saptanmıştır (Fisk ve Isert 1953; Collins 1976).

Literatür araştırmamıza göre tam makalesine ulaşılan bir adet direnç çalışması vardır. Amerikan hamamböceğinde ise sınırlı sayıda direnç çalışması vardır. DSÖ yayınına göre Amerikan hamamböceğinde DDT, chlordane ve trichlorfon aktif maddelerine karşı direnç tespit edilmiştir (Anonymous 2).

Syed vd. (2014), 3 lokaliteden topladıkları Amerikan hamamböceklerine deltamethrin, dichlorovinly dimethly phosphate, fipronil ve imidacloprid aktif maddelerinin toksisitelerini çalışmışlar ve tüm konsantrasyonlarda fipronilin en toksik

olduğunu dimethly phosphate'ın ise en az toksik olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca deltamethrin'e orta ve yüksek seviyede direnç olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan bu tez çalışması ise ülkemizde, Alman ve Amerikan hamamböceklerinde mücadelede en fazla kullanılan SP aktif maddelerin (deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin) başarı ve direnç oranını test eden ilk özgün çalışmadır.





3. MATERYAL VE METOT

3.1. *B. germanica* ve *P. americana* Örneklerinin Araziden Toplanması

Alman ve Amerikan hamamböcekleri doğal gelişme ve üreme alanları olan rögarlar, su şebeke sistemleri, kablo kanalları, lokantalar ve fırın gibi ortamlardan 2014 yılının Nisan ve Eylül ayları arasında Antalya ilinin Muratpaşa, Konyaaltı ve Kepez ilçeleri olmak üzere farklı lokalitelerden şarjlı el süpürgesi yardımıyla veya elle toplanmıştır.

Alman hamamböceği örnekleri Güllük (restoran), Lara (restoran), Dokuma (fırın), Uncalı (fırının üstündeki ev), Ahatlı (restoran) bölgelerinden, Amerikan hamamböceği popülasyonlarını ise Arapsuyu, Ahatlı, Toros, 100.Yıl ve Dokuma bölgelerindeki kablo kanalı rögarları veya apartman atık su rögarlarından toplanmıştır (Şekil 3.1-3.8).

ALMAN HAMAMBÖCEĞİ	İLÇE	BÖLGE/MAHALLE
	MURATPAŞA	GÜLLÜK
	MURATPAŞA	LARA
	KEPEZ	DOKUMA
	KEPEZ	AHATLI
	KONYAALTI	UNCALI
AMERİKAN HAMAMBÖCEĞİ	İLÇE	BÖLGE/MAHALLE
	KONYAALTI	TOROS
	MURATPAŞA	100. YIL
	KEPEZ	DOKUMA
	KEPEZ	AHATLI
	KONYAALTI	ARAPSUYU

Şekil 3.1. *B. germanica*'nın ve *P. americana*'nın Antalya ilinde toplandıkları bölgeler

Doğal gelişme alanlarından toplanan hamamböcekleri fotonegatif canlılar oldukları için laboratuvara taşınırken doğrudan güneşe maruz kalmamaları ve gizlenmeleri için 5 l'lik plastik bidonların içlerine boş havlu kâğıt ruloları konulmuş, beslenmeleri için mısır unu, pudra şekeri ve baldan oluşan bir besin karışımı ve su ihtiyaçlarını karşılamak için de su emdirilmiş pamuk yerleştirilmiştir. Araziden toplanan hamamböcekleri Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarlarına getirilmiş ve inektaryumda yetiştirilmeye başlanmıştır.



Şekil 3.2. Kablo kanalı rögarı kapağındaki *P. americana* bireylerinin şarjlı el süpürgesi yardımıyla toplanması



Şekil 3.3. Kablo kanalı rögarındaki *P. americana* bireyleri



Şekil 3.4. Şarjlı el süpürgesi ile toplanamayan hamamböceklerinin elle toplanması



Şekil 3.5. a) Bir konutun bodrum katındaki *P. americana* bireylerinin elle toplanması;
b) Kablo kanalı rögarı kapağındaki *P. americana* bireylerinin elle toplanması;
c) Yağmur suyu kanalı rögarındaki *P. americana* bireylerinin elle toplanması



Şekil 3.6. Buzdolabı motorunun arka kapağında toplu şekilde görülen *B. germanica* bireyleri



Şekil 3.7. Elektrik kablo kanallarının içinde birarada görülen *B. germanica* bireyleri



Şekil 3.8. Bir marketteki dolap içerisinden *B. germanica* bireylerinin el süpürgesi yardımı ile toplanması

3.2. Laboratuvar alışmaları

3.2.1. Alman ve Amerikan hamambceklarının kültüre alınmaları

Yapılan arazi çalışmaları sonucu laboratuvar ortamına getirilmiş bireyler 5-8 l'lik Şeffaf bidonlar içerisinde hamamböceği insektaryumunda kültüre (retime) alınmıştır (Şekil 3.9). Bireylerin gelişimini ve kültürün sağlıklı olmasını sağlamak amacıyla yeterli oranda besin (mısır unu, pudra Şekeri ve bal) ve su sağlanmıştır. Hamambceklarının ışıktan çok fazla etkilenmemeleri ve gizlenmeleri için içi boş silindir kağıt rulolar kullanılmıştır. Tüm bireyler $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $60\pm 5\%$ nem, ve 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyot koşullarında yetiştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan Alman hamamböceği (*B. germanica*) hassas popülasyonu DSÖ Danimarka kökenli hamamböceği popülasyonuna ait olup Hacettepe niversitesinden Dr. Oner KOÇAK tarafından temin edilmiş olup Akdeniz Üniversitesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında yaklaşık 10 yıldır yetiştirilmektedir. Amerikan hamamböceği (*P. americana*) hassas popülasyonu laboratuvarımızda olmadığı için araziden toplanan popülasyonlardan elde edilen LD_{50} değeri en küçük olan popülasyon hassas popülasyon olarak kabul edilmiştir (Syed vd. 2014).



Şekil 3.9. Araziden toplanan hamamböceklerinin insektaryumda kültüre alınmaları

Direnç testleri için yumurta kapsülü (paketleri) oluşmaya başlayan dişiler kültür ortamından izole edilip ayrı yetiştirme ortamlarına alınarak yumurta paketinin gelişimini tamamlamaları sağlanmıştır. Bırakılan yumurta paketleri düzenli olarak her gün takip edilmiş olup, açılan yumurta paketlerinden çıkan nimfler 3 l'lik şeffaf plastik kavanozlara alınıp 2. ve 3. nimf evrelerine ulaşınca kadar kültür ortamında yetiştirilmiş ve testlerde bu nimfler kullanılmıştır.

3.2.2. Denemelerde kullanılan insektisit aktif maddeleri ve çözeltilerinin hazırlanışı

Bu tez kapsamında SP grubu insektisit sınıfından alpha-cypermethrin ($C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$; saflık derecesi %98,69), deltamethrin ($C_{22}H_{19}Br_2NO_3$, saflık derecesi %96), lambda-cyhalothrin ($C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$, saflık derecesi %95) ve permethrin ($C_{21}H_{20}Cl_2O_3$; saflık derecesi %93) olmak üzere dört aktif madde çalışılmıştır. Aktif maddeler Sigma-Aldrich Chemie GmbH Riedstrasse 2 D-89555 STEINHEIM Pestanal şirketinden satın alınmıştır. Aktif maddeler aseton yardımıyla çözülmüştür ve uygulanacak doz seyreltmeler yapılarak cam kavanozlara mikropipet yardımıyla aktarılmıştır. Asetonda çözülen aktif madde cam kavanozların taban ve yanal yüzeylerine tamamen yayılması sağlanarak aseton uçurulmuştur. Kontrol grubuna ise sadece aseton uygulanmış ve kavanozun her yerine yayılması sağlanarak uçurulmuştur.

3.2.3. Deney düzeneklerinin kurulması ve direnç testlerinin yapılması

Direnç testleri, DSÖ tarafından önerilen ve arazide yapılan uygulamalara yakın bir yöntem olan standart cam kavanoz satıh yöntemi ile gerçekleştirilmiştir (WHO 1981). Ön denemeler yapılarak, %1 ile %100 arasında ölüme neden olan ve DSÖ'nün önerdiği doz aralıkları da dahil en az 5 farklı doz çalışılmıştır. Denemeler 0,25 l'lik cam kavanozlarda yapılmıştır. Testlerde kullanılacak kimyasallar aseton yardımıyla kavanozların taban ve yanal yüzeylerine iyice yayılması sağlanarak aseton

uçurulmuştur. Kontrol grubuna ise sadece aseton uygulanıp yüzeylerden buharlaşması sağlanmıştır. Yirmi dört saatlik beklemenin ardından kavanozlar direnç testlerinde kullanılmıştır.

Test kimyasallarının her bir doz denemesinin bir tekrarı için 10 adet ikinci ve üçüncü evre hamamböceği nimfi kavanozun içine serbest bırakılmış ve hamamböcekleri 1 saat insektisit etken maddesine maruz bırakılmıştır (Şekil 3.10-3.11). Her bir doz için dört tekrar yapılmıştır. Bir hamamböceği eğer normal pozisyona gelip hareket edemiyorsa knock-down kabul edilmiştir (Şekil 3.12). Kavanozlarda insektisit aktif maddeleri ile temas eden nimfler 1 saat maruziyet sonrasında temiz kavanozlara alınmış ve su ihtiyacını karşılamak için su emdirilmiş pamuk kavanozlara konulmuştur. Yirmidört saat sonundaki ölen bireyler sayılmıştır. Normal yürüme davranışı göstermeyen, sırtüstü yatmış, uzun süre hareketsiz kalan bireyler ölü olarak kabul edilmiştir. Tüm denemeler $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, $60\pm 5\%$ nem, ve 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyot koşullarına sahip laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.10. Test kimyasallarına maruz bırakılan hamamböcekleri



Şekil 3.11. Hamamböceklerinin insektisite maruziyet sırasındaki ve sonrasındaki durumları



Şekil 3.12. Hamamböceklerinin insektisitlere bir saat maruziyeti sonrası knock-down olmuş bireyler

3.3. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

LD₅₀ değerlerini belirlemek amacıyla StatPlus analiz programları kullanılarak probit analiz yapılmıştır. Direnç katsayılarının (DK) belirlenmesi için duyarlı popülasyon ile araziden toplanan örneklerin LD₅₀ değerleri karşılaştırılmıştır. DK, araziden elde edilen LD₅₀ değerinin duyarlı popülasyondan elde edilen LD₅₀ değerine bölünmesiyle elde edilmiştir.

Direnç durumunun değerlendirilmesinde Lee vd. (1999) tarafından kullanılan yöntem kullanılmıştır. Buna göre direnç katsayısı dört kategoride incelenmiş olup, DK oranı;

<2 ise direnç yok ya da çok düşük direnç,

2-5 arası ise düşük direnç,

5-10 arası ise orta derece direnç

≥10'dan büyük ise yüksek direnç vardır şeklinde yorumlama yapılmıştır.

Normal dağılım göstermeyen veriler için arcsin transformasyonu yapılmıştır (George ve Mallery 2010). Testlerden elde edilen ölüm yüzdelerinin bölgesel olarak aktif maddelerin kendi içinde istatistiksel olarak farklılığı olup olmadığı SPSS paket programında analiz edilmiş, değerlerin farklı olup olmadığı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (DMRT) düzeyinde karşılaştırılmıştır. P≤0,05 olan değerler istatistiksel açıdan anlamlı olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Aktif Maddelerin *P. americana* Nimflerine Karşı Biyolojik Etkinlik Testleri

4.1.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı etkinliği

Alpha-cypermethrin ile yapılan denemelerde öncelikle DSÖ tarafından önerilen doz aralığının (0,024-0,048 g ai/m²) etkinliği araştırılmıştır. DSÖ tarafından önerilen en düşük dozda (0,024 g ai/m²) %100 ölüm elde edilmesi nedeni ile bu dozun daha alt dozları test edilmiştir. DSÖ'nün önerdiği en düşük dozu (0,024 g ai/m²) 24 kat seyrelttiğimizde (0,001 g ai/m²) dahi %100 ölüm elde edilmiştir. Kullanılan 0,0005 g ai/m² dozunda tüm popülasyonlarda %65 ve üzerinde ölüm değerleri görülmüştür. Tüm popülasyonlarda uygulanan dozlar ile ölüm oranı arasındaki durum değerlendirildiğinde genel olarak doz arttıkça ölüm oranı da artmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)							
	Kontrol	0,0001	0,0002	0,0005	0,001	0,006	0,024	0,048
Arap Suyu	0 a ^x	26,7±8,8 b	23,3±8,8 b	65,0±10,4 c	100 d	100 d	100 d	100 d
Toros	0 a	10,0±5,8 a	50,0±10,0 b	87,5±2,9 c	100 d	100 d	100 d	100 d
Ahath	0 a	10,0±5,8 a	30,0±5,8 b	80,0±15,3 c	100 d	100 d	100 d	100 d
Dokuma	0 a	16,7±6,7 b	33,3±3,3 c	83,3±3,3 d	100 e	100 e	100 e	100 e
100. Yıl	0 a	16,7±8,8 b	30,0±5,8 b	65,0±10,4 c	100 d	100 d	100 d	100 d

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Farklı lokalitelerden toplanan popülasyonların LD₅₀ değerleri 0,0002-0,0003 g ai/m² arasında değişmekte olup popülasyonlar karşılaştırıldığında Toros ve Dokuma popülasyonları en hassas popülasyon olarak bulunmuştur. Popülasyonlar Lee vd. (1999)'daki direnç kategorisine göre değerlendirildiğinde direnç yok veya çok düşük direnç seviyesine girmektedir. Tüm popülasyonların basıklık ve çarpıklık değerleri göz önüne alındığında elde ettiğimiz veriler normal dağılım göstermektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
Arapsuyu	0,0002-0,0005	0,0003	1,5 (yok veya çok düşük)	-1,385 / -0,647
Toros	0,0002-0,0002	0,0002	1 (yok veya çok düşük)	-0,846 / -0,978
Ahatlı	0,0002-0,0003	0,0003	1,5 (yok veya çok düşük)	-1,426 / -0,699
Dokuma	0,0002-0,0003	0,0002	1 (yok veya çok düşük)	-1,235 / -0,788
100. Yıl	0,0002-0,0004	0,0003	1,5 (yok veya çok düşük)	-1,398 / -0,639

4.1.2. Deltamethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı etkinliği

Deltamethrin'in DSÖ tarafından hamamböceklerine karşı önerdiği tek doz olan 0,024 g ai/m² oldukça toksik etki göstermiş ve %100 ölüme neden olmuştur. Bu nedenle DSÖ'nün önerdiği dozu 100 kat seyreltilerek 0,00024 g ai/m² dozu çalışılmış ve %65-92,5 arasında değişen oranlarda ölüm tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak karşılaştırma yapıldığında doz arttıkça genel olarak ölüm oranı artmış ve 0,024 g ai/m² dozunda tüm popülasyonlarda en yüksek ölüm oranı elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Deltamethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı toksik etkisi (%Ölüm ± SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)					
	Kontrol	0,00003	0,00006	0,00012	0,00024	0,024
Arapsuyu	0 a ^x	3,3±3,3 ab	10,0±5,8 b	65,0±8,7 c	92,5±2,5 d	100 e
Toros	0 a	13,3±6,7 a	13,3±6,7 a	57,5±19,3 b	65,0±8,7 b	100 c
Ahatlı	0 a	6,7±3,3 ab	13,3±6,7 b	70,0±4,1 c	75,0±6,5 c	100 d
Dokuma	0 a	10,0±0,0 b	16,7±8,8 b	46,7±13,4 c	86,7±3,3 d	100 e
100. Yıl	0 a	6,7±6,7 a	13,3±8,8 a	52,5±7,5 b	65,0±11,9 b	100 c

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Lethal doz (LD) değerleri hesaplandığında tüm popülasyonların LD₅₀ değeri 0,0001 g ai/m² olarak belirlenmiştir. Bu nedenle tüm popülasyonların aynı derece duyarlı olduğu görülmüştür. Popülasyonların direnç katsayıları 2'den düşük bulunduğu için tüm popülasyonlar direnç yok veya çok düşük direnç grubunda yer almaktadır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Deltamethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
Arapsuyu	0,0001-0,0001	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,972/-0,003
Toros	0,0001-0,0006	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,697/0,205
Ahatlı	0,0001-0,0003	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,796/-0,003
Dokuma	0,0001-0,0002	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,786/0,304
100. Yıl	0,0001-0,0002	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,532/0,291

4.1.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı etkinliği

Lambda-cyhalothrin'in DSÖ tarafından önerilen dozları (0,012 ve 0,024 g ai/m²) yüksek derece toksik etkiye sahip olup %97,5 ve üzerinde ölüm elde edilmiştir. 0,00024 g ai/m² dozunda (100 kat seyreltilmiş doz) %70 ve üzeri başarı kayıt edilmiştir. Genel olarak doz ile ölüm oranı arasında anlamlı bir istatistiksel farklılık vardır. Elde edilen ölüm oranları açısından 0,00048 g ai/m² dozu ile DSÖ tarafından önerilen dozlar (0,012 ve 0,024 g ai/m²) arasında istatistiksel bir farklılık yoktur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)						
	Kontrol	0,00006	0,00012	0,00024	0,00048	0,012	0,024
Arapsuyu	0 a ^x	0 a	25,0±8,7 b	90,0±5,8 c	92,5±4,8 c	100 c	97,5±2,5 c
Toros	0 a	0 a	45,0±5,0 b	70,0±15,3 c	100 d	100 d	100 d
Ahatlı	0 a	10,0±4,1 a	63,3±8,8 b	90,0±5,8 c	96,7±3,3 c	100 c	100 c
Dokuma	0 a	10,0±5,8 a	46,7±14,6 b	80,0±5,8 c	100 d	100 d	100 d
100. Yıl	0 a	0 a	42,5±18,4 b	76,7±8,8 c	100 d	100 d	97,5±2,5 d

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

LD₅₀ değerleri hesaplandığında en hassas popülasyon 0,0001 g ai/m² ile Ahatlı ve Dokuma popülasyonu bulunmuştur. Arapsuyu, Toros, ve 100. Yıl popülasyonlarının LD₅₀ değeri 0,0002 g ai/m² olup direnç seviyesi kategorisine göre düşük direnç grubunda yer almaktadır. Bazı popülasyonlarda normal dağılım göstermediği için arcsin transformasyonu yapılmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
Arapsuyu	0,0001-0,0002	0,0002	2 (düşük)	-1,870/-0,322
Toros	0,0001-0,0002	0,0002	2 (düşük)	-1,707/-0,378
Ahath	0,0001-0,0001	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,422/-0,689
Dokuma	0,0001-0,0001	0,0001	1 (yok veya çok düşük)	-1,468/-0,641
100. Yıl	0,0001-0,0002	0,0002	2 (düşük)	-1,766/-0,435

4.1.4. Permethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı etkinliği

DSÖ'nün hamamböceklerine önerdiği en düşük (0,1 g ai/m²) ve en yüksek doz (0,2 g ai/m²) %95 ve üzerinde ölüm meydana getirdiği için daha düşük dozlar kullanılması gerekmiştir. Kullanılan 0,0025 g ai/m² dozunda (en düşük DSÖ'nün önerdiği dozun 40 kat seyreltilmiş dozu) ≥%92,5 ölüm elde edilmiştir. Bir diğer doz olan 0,0005 g ai/m²'de ise %32,5 ile %62,5 arasında değişen ölüm meydana gelmiştir. Sonuçlar, istatistiksel olarak değerlendirildiğinde doz ile ölüm arasında genel olarak doğru bir orantı olup 0,0025 ile 0,025 g ai/m² dozu arasında Ahathlı popülasyonu hariç istatistiksel bir farklılık yoktur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Permethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı toksik etkisi (%Ölüm ± SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)							
	Kontrol	0,00025	0,0005	0,001	0,0025	0,025	0,1	0,2
Arapsuyu	0 a ^x	2,5±2,5 a	50,0±14,7 b	67,5±11,1 b	100 c	100 c	100 c	100 c
Toros	0 a	0 a	32,5±17,9 b	50,0±7,1 b	100 c	100 c	97,5±2,5 c	100 c
Ahath	0 a	5,0±5,0 a	32,5±4,8 b	50,0±7,1 b	92,5±2,5 c	95,0±2,9 cd	100 d	100 d
Dokuma	0 a	7,5±4,8 ab	62,5±22,5 c	45,0±18,5 bc	95,0±5,0 d	97,5±2,5 d	95,0±5,0 d	100 d
100. Yıl	0 a	0 a	35,0±15,6 b	32,5±2,5 b	100 c	95,0±2,9 c	100 c	100 c

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Çizelge 4.8 görüldüğü gibi en duyarlı popülasyon Arapsuyu popülasyonu (LD₅₀ 0,0006 g ai/m²) bulunmuştur. Diğer popülasyonların LD₅₀ değerleri birbirine yakın değerler olup 0,0007-0,0011 g ai/m² arasında değişmektedir. Toros ve Ahathlı popülasyonlarının direnç katsayıları aynı olup (1,5 kat), popülasyonların direnç katsayıları 1,17 ile 1,83 kat arasında değişmektedir. Tüm popülasyonlar direnç seviyeleri bakımından değerlendirildiğinde direnç yok veya çok düşük direnç kategorisinde yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Permethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
Arapsuyu	0,0004-0,0009	0,0006	1 (yok veya çok düşük)	-1,651/-0,458
Toros	0,0006-0,0012	0,0009	1,5 (yok veya çok düşük)	-1,850/-0,185
Ahath	0,0008-0,0010	0,0009	1,5 (yok veya çok düşük)	-1,710/-0,138
Dokuma	0,0001-0,0043	0,0007	1,17 (yok veya çok düşük)	-1,788/-0,376
100. Yıl	0,0003-0,0043	0,0011	1,83 (yok veya çok düşük)	-1,877/-0,35

4.2. Aktif Maddelerin *B. germanica* Nimflerine Karşı Biyolojik Etkinlik Testleri

4.2.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı etkinliği

DSÖ'nün hamamböceği mücadelesinde kullanılması için önerdiği 0,024 g ai/m² (en düşük doz) ve 0,048 g ai/m² (en yüksek doz) dozlarında %0 ile 50 arasında değişen oranlarda ölüm görülmüştür. DSÖ'nün önerdiği dozlar düşük toksisite gösterdiği için daha yüksek dozların kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Dokuma ve Uncalı popülasyonlarında 4,8 g ai/m² dozuna kadar ölüm görülmezken, DSÖ tarafından önerilen en yüksek dozun 200 katı olan 9,6 g ai/m² dozunda sırasıyla %7,5 ve 10 oranlarında ölüm tespit edilmiştir. Genel olarak diğer popülasyonlarda doz arttıkça ölüm oranları artmasına rağmen, hiç bir popülasyonda %100 ölüm yakalanamamıştır. Ahathlı ve Lara popülasyonunda en yüksek ölüm 9,6 g ai/m² dozunda görülmüş olup sırasıyla %53,3 ve %70'tir. Güllük popülasyonunda 4,8 g ai/m² ve 9,6 g ai/m² dozları arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)								
	Kontrol	0,024	0,048	0,096	0,192	0,384	0,48	4,8	9,6
Uncalı	0 a ^x	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	10,0±0,0 a
Ahathlı	0 a	20,0±11,6 abc	16,7±6,7 ab	25,0±8,9 bcd	40,0±4,1 cde	45,0±6,5 de	36,7±3,3 bcde	46,7±12 de	53,3±3,3 e
Dokuma	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	7,5±2,5 b
Lara	0 a	16,7±8,8 a b	16,7±1,7 ab	23,3±5,8 bc	16,7±10,4 ab	13,3±7,6 ab	30,0±10,0 bc	53,3±8,8 cd	70,0±5,8 d
Güllük	0 a	13,3±8,8 a	50,0±5,8 b	82,5±4,8 d	75,0±2,9 cd	60,0±7,1 bc	60,0±5,8 bc	90,0±5,8 d	80,0±5,8 d

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Hassas popülasyon alpha-cypermethrin'in 0,024 ve 0,048 g ai/m² dozlarına maruz bırakılmış ve %100 ölüm elde edilmiştir. Bu nedenle daha düşük dozların kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. DSÖ düşük dozun 100 kat seyreltilmiş dozu olan

0,00024 g ai/m² dozunda nimflerin %66,7'si ölmüştür ve 0,00018 ve 0,00024 g ai/m² dozları arasında istatistiksel bir farklılık yoktur. Genel olarak doz arttıkça elde edilen ölüm oranı istatistiksel olarak artmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)

Lokalite	Dozlar (g ai/m ²)					
	Kontrol	0,000024	0,00018	0,00024	0,024	0,048
DSÖ	0 a ^x	3,3±3,3 a	46,7±27,3 b	66,7±8,8 b	100 c	100 c
x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).						

Hassas popülasyonunun LD₅₀ değeri 0,0002 g ai/m² olarak belirlenmiştir. Hassas popülasyonla diğer popülasyonların LD₅₀ değerleri karşılaştırıldığında Güllük popülasyonunda 545 kat direnç tespit edilmiş olup, diğer popülasyonların direnç katsayısı 1000'den fazla olduğu için popülasyonlara ait direnç katsayısı ≥1000 olarak tabloda gösterilmiştir. Popülasyonlar direnç açısından kıyaslandığında tüm popülasyonlar yüksek direnç kategorisinde değerlendirilmektedir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
DSÖ	0,0001-0,0002	0,0002	1	-2/0,16
Uncalı	3,4207-46,4492	12,605	≥1000 (Yüksek)	8,029/3,094
Ahath	4,5358-10,651	7,5934	≥1000 (Yüksek)	-0,894/-0,142
Dokuma	2,2738-78,4913	13,3594	≥1000 (Yüksek)	8,371/3,148
Lara	1,3952-4,1887	2,2735	≥1000 (Yüksek)	-0,406/0,765
Güllük	0,0057-2,0907	0,109	545 (Yüksek)	-0,6/-0,805

4.2.2. Deltamethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı etkinliği

DSÖ'nün hamamböceği mücadelesinde kullanılması için önerdiği tek doz olan 0,024 g ai/m² tüm popülasyonlarda çok düşük toksisite (%≤5) gösterdiği için daha yüksek dozların kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. DSÖ tarafından önerilen dozun 100 katına denk gelen 2,4 g ai/m² dozunda, %0 ile 33,3 arasında ölümler elde edilmiş olup, düşük bir toksisite göstermiştir. Alman hamamböcekleri DSÖ yüksek dozunun

400 katına ($9,6 \text{ g ai/m}^2$) maruz bırakıldığında en yüksek ölüm %43,3 ile Güllük popülasyonunda görülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Deltamethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı toksik etkisi (%Ölüm \pm SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m^2)					
	Kontrol	0,024	0,24	0,48	2,4	9,6
Uncalı	0 a ^x	0 a	10,0 \pm 7,1 ab	0 a	0 a	13,3 \pm 6,7 b
Ahath	0 a	2,5 \pm 2,5 ab	7,5 \pm 2,5 bc	10,0 \pm 0,0 cd	3,3 \pm 3,3 ab	20,0 \pm 5,8 d
Dokuma	0 a	2,5 \pm 2,5 a	2,5 \pm 2,5 a	2,5 \pm 2,5 a	2,5 \pm 2,5 a	10,0 \pm 0,0 b
Lara	0 a	2,5 \pm 2,5 ab	0 a	10,0 \pm 7,1 ab	10,0 \pm 5,8 ab	16,7 \pm 8,8 b
Güllük	0 a	5,0 \pm 2,9 a	32,5 \pm 4,8 b	26,7 \pm 14,5 b	33,3 \pm 3,3 b	43,3 \pm 8,8 b

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Alman hamamböceği hassas popülasyonunda, DSÖ tarafından deltamethrin için önerilen en düşük doz olan $0,024 \text{ g ai/m}^2$ dozunda %96,7 ölüm elde edilmiştir. Bu dozu 100 kat seyreltilmiş dozu olan $0,00024 \text{ g ai/m}^2$ dozunda %60 ölüm gözlenmiştir. Uygulama için önerilen doz ($0,024 \text{ g ai/m}^2$) ile 100 kat seyreltilmiş hali olan $0,00024 \text{ g ai/m}^2$ dozu arasında ölüm oranları açısından istatistiksel bir fark vardır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Deltamethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm \pm SH)

Lokalite	Dozlar (g ai/m^2)					
	Kontrol	0,000024	0,00012	0,00018	0,00024	0,024
DSÖ	0 a ^x	0 a	6,7 \pm 3,3 a	36,7 \pm 18,6 b	60,0 \pm 11,6 b	96,7 \pm 3,3 c

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Hassas popülasyonun LD₅₀ değeri $0,0004 \text{ g ai/m}^2$ olarak belirlenmiştir. Araziden toplanan popülasyonların direnç katsayıları hesaplandığında onbinlerce kat direnç tespit edilmiş ve en düşük LD₅₀ değeri Güllük popülasyonunda ($16,705 \text{ g ai/m}^2$) görülmüştür. Tüm popülasyonlar yüksek direnç kategorisi içinde yer almaktadır ve direnç katsayısı 1000 den büyük olduğu için tabloda ≥ 1000 şeklinde gösterilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Deltamethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
DSÖ	0,0001-0,0037	0,0004	1	-1,107/0,749
Uncalı	1-78400525379797	54834,05	≥1000 (Yüksek)	4,639/2,350
Ahathı	0,0046-6543625892	5509,93	≥1000 (Yüksek)	2,374/1,314
Dokuma	972,5587- 119058054768116	225216,92	≥1000 (Yüksek)	-1,568/0,755
Lara	0,1595-11125352,635	1332,17	≥1000 (Yüksek)	1,266/1,571
Güllük	0,4122-676,9878	16,705	≥1000 (Yüksek)	-1,203/0,203

4.2.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı etkinliği

DSÖ'nün önerdiği dozlar (0,012 ve 0,024 g ai/m²) Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında çok düşük toksisite (≤10,0) gösterirken; Ahathı, Güllük, Lara popülasyonlarında 0,024 g ai/m² dozunda sırasıyla %100, %92,5, %66,6 ölüm oranı belirlenmiştir. Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında DSÖ tarafından önerilen dozun yüzlerce kat üzerine çıkılmasına rağmen %100 ölüm elde edilememiştir. Güllük popülasyonunda 0,0024 g ai/m² ve üzeri dozlarda ≥%63,3 ölüm elde edilmiştir. Genel olarak doz ile ölüm arasında istatistiksel bir fark vardır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı toksik etkisi (% Ölüm ± SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)									
	Kontrol	0,0012	0,0024	0,006	0,012	0,024	0,24	1,2	6	9,6
Uncalı	0 a ^x	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	32,5±7,5 b	47,5±7,5 c	36,7±8,8 bc
Ahathı	0 a	3,3±3,3 ab	6,7±3,3 ab	16,7±8,8 b	65,0±6,5 c	100 d	90,0±7,1 d	95,0±3,3 d	100 d	100 d
Dokuma	0 a	0 a	0 a	2,5±2,5 ab	7,5±2,5 b	10,0±4,1 b	7,5±4,8 ab	2,5±2,5 ab	27,5±4,8 c	53,3±3,3 d
Lara	0 a	0 a	13,3±3,3 b	43,3±23,4 bc	57,5±13,2 cd	66,6±6,7 d	100 e	100 e	100 e	100 e
Güllük	0 a	10,0±5,8 a	63,3±18,6 b	80,0±15,3 bc	92,5±2,5 c	92,5±7,5 c	100 c	100 c	100 c	100 c

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

Lambda-cyhalothrin'in hamamböceği mücadelesi için önerilen 0,012 ve 0,024 g ai/m² dozları hassas popülasyona ait bireylerin tamamını öldürmüştür. DSÖ'nün önerdiği en düşük dozun 30 kat seyreltilmiş hali olan 0,0004 g ai/m² ve üzeri dozlarda \geq %46,7 ölüm elde edilmiştir. 0,0006 ile 0,0012 g ai/m² dozları arasında istatistiksel bir farklılık yoktur. Dozlar ile ölüm oranı arasındaki durum değerlendirildiğinde doz artıçça ölüm oranı da artmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (% Ölüm \pm SH)

Lokalite	Dozlar (g ai/m ²)							
	Kontrol	0,00012	0,0004	0,0006	0,0012	0,006	0,012	0,024
DSÖ	0 a ^x	26,7 \pm 12,0 b	46,7 \pm 6,7 c	73,3 \pm 8,8 d	76,7 \pm 3,3 d	100 e	100 e	100 e
* ^x : Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).								

DSÖ'ü popülasyonunun LD₅₀ değeri 0,0003 g ai/m² olarak bulunmuştur. Araziden toplanan popülasyonların direnç katsayıları hesapladığında Güllük popülasyonunun LD₅₀ değeri 0,0027 g ai/m² olarak belirlenmiş ve hassas popülasyonla kıyaslandığında orta derece (9 kat) direnç tespit edilmiştir. Diğer popülasyonlarda yüksek seviyede direnç tespit edilmiş olup, Uncalı ve Dokuma popülasyonlarının direnç katsayısı 1000'den büyük olduğu için tabloda \geq 1000 şeklinde gösterilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
DSÖ	0,0001-0,0006	0,0003	1	-1,168 / -0,595
Uncalı	1,7816-1499,1657	5,1332	\geq 1000 (Yüksek)	-1,209 / 1,547
Ahath	0,0075-0,0919	0,0209	69,67 (Yüksek)	-1,621 / -508
Dokuma	2,9818-2370,8682	20,7189	\geq 1000 (Yüksek)	2,832 / 1,865
Lara	0,0068-0,0176	0,0104	34,67 (Yüksek)	-1,569 / -0,492
Güllük	0,0008-0,0051	0,0027	9 (Orta)	-0,142 / -1,251

4.2.4. Permethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı etkinliği

DSÖ'nün hamamböceklerine önerdiği dozlarda (0,1 ve 0,2 g ai/m²) Uncalı, Dokuma, Lara ve Ahathlı popülasyonlarında %0 ile 42,5 arasında değişen oranlarda ölüm elde edilirken; Güllük popülasyonunda ise sırasıyla %32,5 ve %80 ölüm elde edilmiştir.

Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında DSÖ'nün önerdiği yüksek dozun 50 kat fazlası dozda (10 g ai/m²) dahi çok düşük toksisite belirlenmiştir. Kullanılan 0,8 g ai/m² dozunda Ahatlı, Lara ve Güllük popülasyonlarında \geq %75 ölüm, 5 g ai/m² dozunda ise %100 ölüm meydana gelmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Permethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı toksik etkisi (%Ölüm \pm SH)

Lokaliteler	Dozlar (g ai/m ²)								
	Kontrol	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	5	10
Uncalı	0 a ^x	0 a	6,7 \pm 3,3 a	13,3 \pm 3,3 ab	16,7 \pm 8,8 ab	13,3 \pm 6,7 ab	26,7 \pm 14,6 ab	35,0 \pm 9,6 b	36,7 \pm 12,0 b
Ahatlı	0 a	0 a	42,5 \pm 14,9 b	42,5 \pm 13,2 b	55,0 \pm 15,6 b	92,5 \pm 2,5 c	87,5 \pm 9,57 c	100 c	100 c
Dokuma	0 a	0 a	7,5 \pm 4,8 ab	0 a	7,5 \pm 2,5 ab	7,5 \pm 4,8 ab	10,0 \pm 0,0 bc	17,5 \pm 4,8 cd	22,5 \pm 2,5 d
Lara	0 a	0 a	7,5 \pm 4,8 ab	16,7 \pm 12,0 b	60,0 \pm 7,1 c	75,0 \pm 6,5 cd	87,5 \pm 6,3 d	100 e	100 e
Güllük	0 a	20,0 \pm 10,0 b	32,5 \pm 8,5 b	80,0 \pm 5,8 c	77,5 \pm 4,8 c	100 d	100 d	100 d	100 d

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

DSÖ'nün önerdiği dozlar olan 0,1 ve 0,2 g ai/m² hassas hamamböcekleri popülasyonunun tamamını öldürmüştür, bu nedenle daha düşük dozların kullanılması gerekmiştir. DSÖ tarafından önerilen düşük dozun yarısı olan 0,05 g ai/m² dozu %86,7 ölüm ile oldukça yüksek derece toksik etki göstermiştir. Genel olarak doz arttıkça istatistiksel olarak ölüm oranında artmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Permethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine (DSÖ popülasyonu) karşı toksik etkisi (%Ölüm \pm SH)

Lokalite	Dozlar (g ai/m ²)					
	Kontrol	0,001	0,01	0,05	0,1	0,2
DSÖ	0 a ^x	0 a	36,7 \pm 8,8 b	86,7 \pm 6,7 c	100 d	100 d

^x: Bir satırda bulunan küçük harfler aynı ise istatistiksel bir farklılık yoktur (DMRT P>0,05).

DSÖ'ü popülasyonunun LD₅₀ değeri 0,0148 g ai/m² olarak belirlenmiştir. Arazi popülasyonlarının direnç katsayıları hesapladığında Güllük popülasyonunun LD₅₀ değeri 0,114 g ai/m² olarak tespit edilmiş ve DSÖ popülasyonuna göre orta derece (7,7 kat) dirençli bulunmuştur. Diğer popülasyonlar yüksek direnç kategorisine girmiş olup ve Ahatlı'da 18,45 kat, Lara'da 28,8 kat, Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında \geq 1000 kat direnç belirlenmiştir. Direnç katsayısı 1000'den büyük olanlar tabloda \geq 1000 şeklinde gösterilmiştir (Çizelge 4.20).

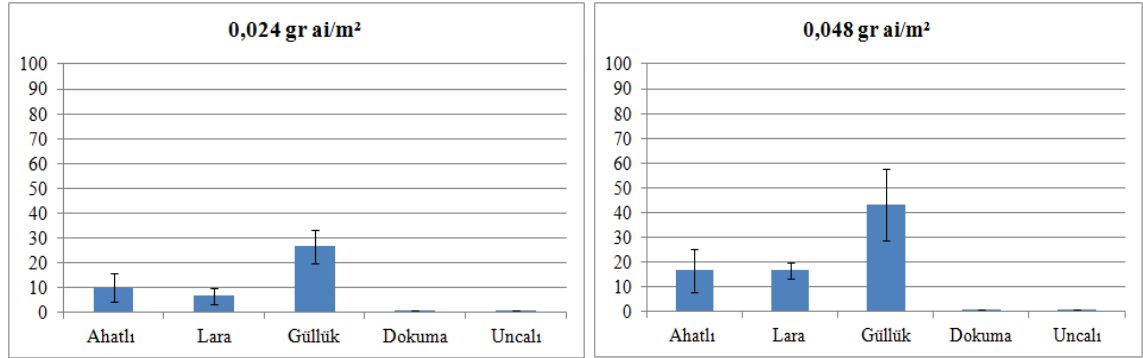
Çizelge 4.20. Permethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı LD₅₀ değerleri, direnç katsayısı, basıklık ve çarpıklık değerleri

Lokaliteler	LD ₅₀ (min-max) (g ai/m ²)	LD ₅₀ değerleri (g ai/m ²)	Direnç katsayısı ve Direnç seviyeleri	Basıklık ve çarpıklık değerleri (Kurtosis ve Skewness)
DSÖ	0,0121-0,0177	0,0148	1	-1,986/-0,60
Uncalı	13,4832-133,1294	31,1932	≥1000 (Yüksek)	0,544/1,091
Ahatlı	0,0441-1,6601	0,2731	18,45 (Yüksek)	-1,653/-0,339
Dokuma	36,9824-983,9661	109,4191	≥1000 (Yüksek)	-0,165/0,876
Lara	0,3117-0,5978	0,4262	28,8 (Yüksek)	-1,790/-0,105
Güllük	0,0774-0,1702	0,114	7,7 (Orta)	-0,956/-0,842

4.3. Aktif Maddelerin *B. germanica* Nimflerine Karşı Ortalama Düşüş (Knock-Down) Oranları

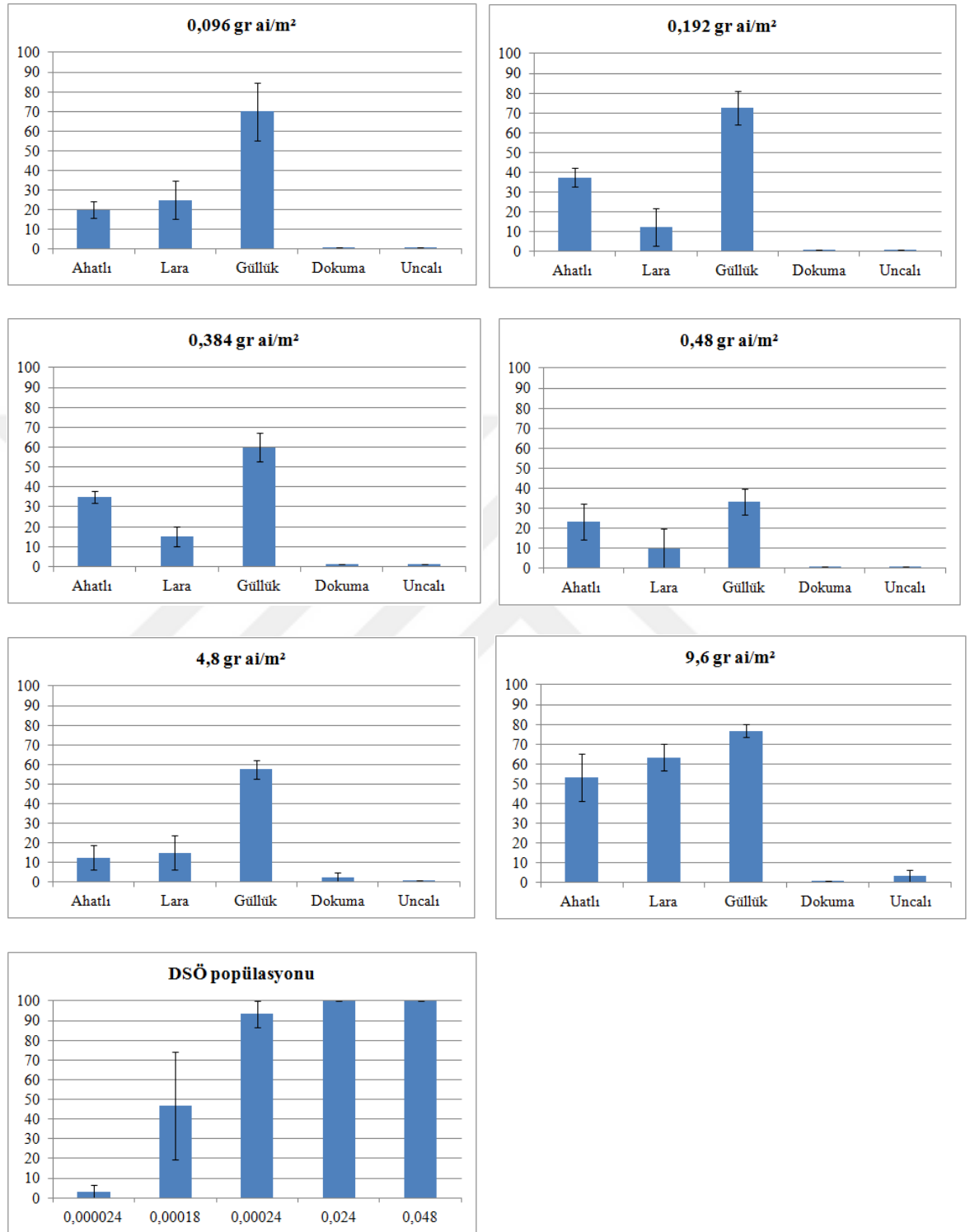
4.3.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

DSÖ'nün önerdiği dozlarda (0,024 ve 0,048 g ai/m²) popülasyonların 60 dakika sonundaki düşüş oranları değerlendirildiğinde Ahatlı, Lara, Güllük popülasyonlarında toksik etki (%0-43,3) oldukça azdır; Dokuma ve Uncalı popülasyonlarında ise düşüş meydana gelmemiştir. Dokuma ve Uncalı popülasyonlarında DSÖ'nün önerdiği yüksek dozun (0,048 g ai/m²) 200 katına kadar çıkılmasına rağmen düşürücü etki oldukça az olup ≤%3,3 seviyesindedir. Uygulanan dozların hiçbirinde popülasyonlarda (DSÖ popülasyonu hariç) düşürücü etki %100'e ulaşamamıştır. Hassaslık seviyesi tüm dozlar için değerlendirildiğinde Güllük popülasyonunun en hassas popülasyon olduğu görülmüştür. DSÖ duyarlı popülasyonunda doz arttıkça düşürücü etki artmış olup DSÖ'nün önerdiği dozlarda %100 düşüş görülmüştür (Şekil 4.1).



Şekil 4.1'in devamı arka sayfadadır.

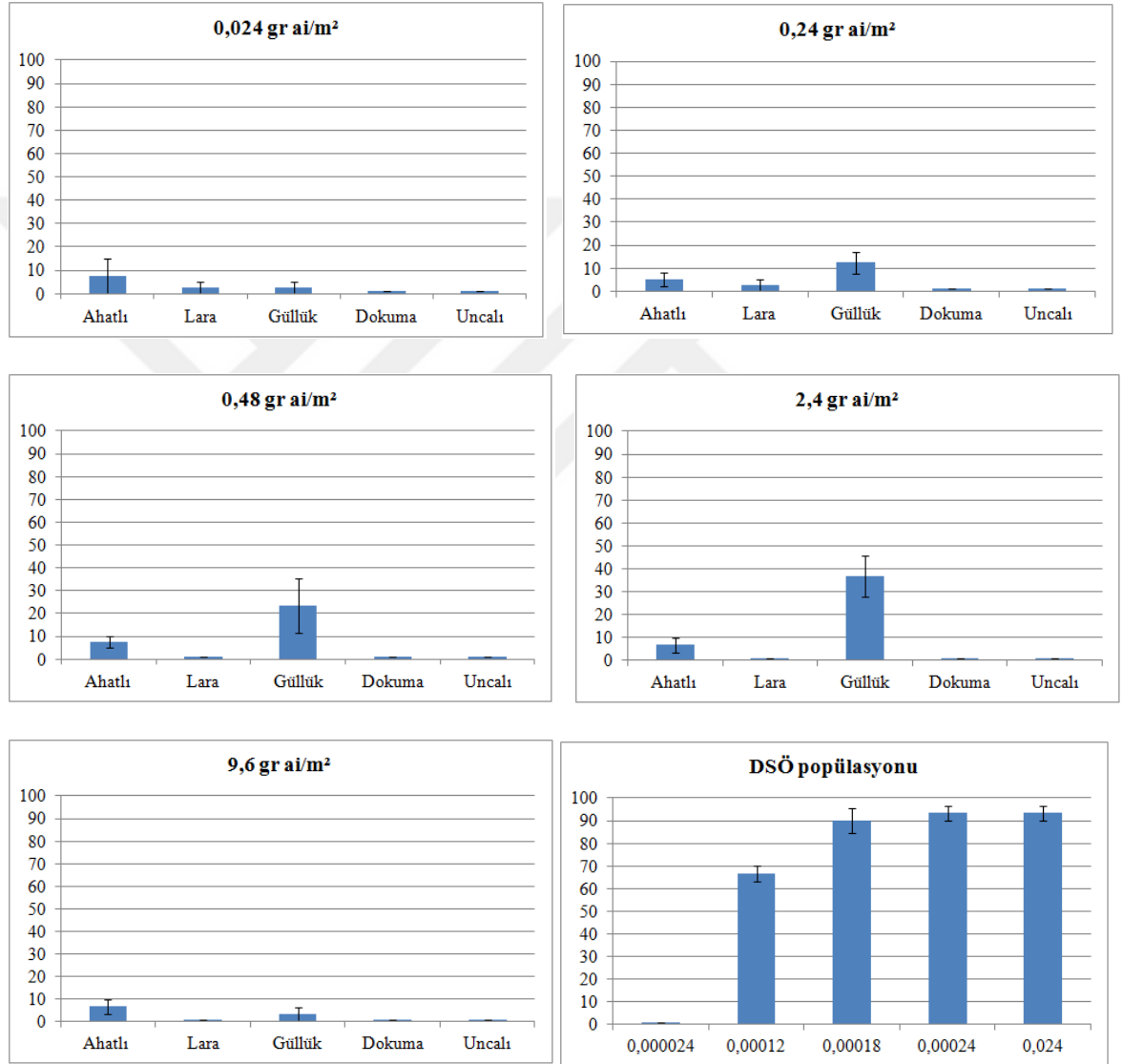
Şekil 4.1'in devamı



Şekil 4.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesine maruz bırakılan *B. germanica* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

4.3.2. Deltamethrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

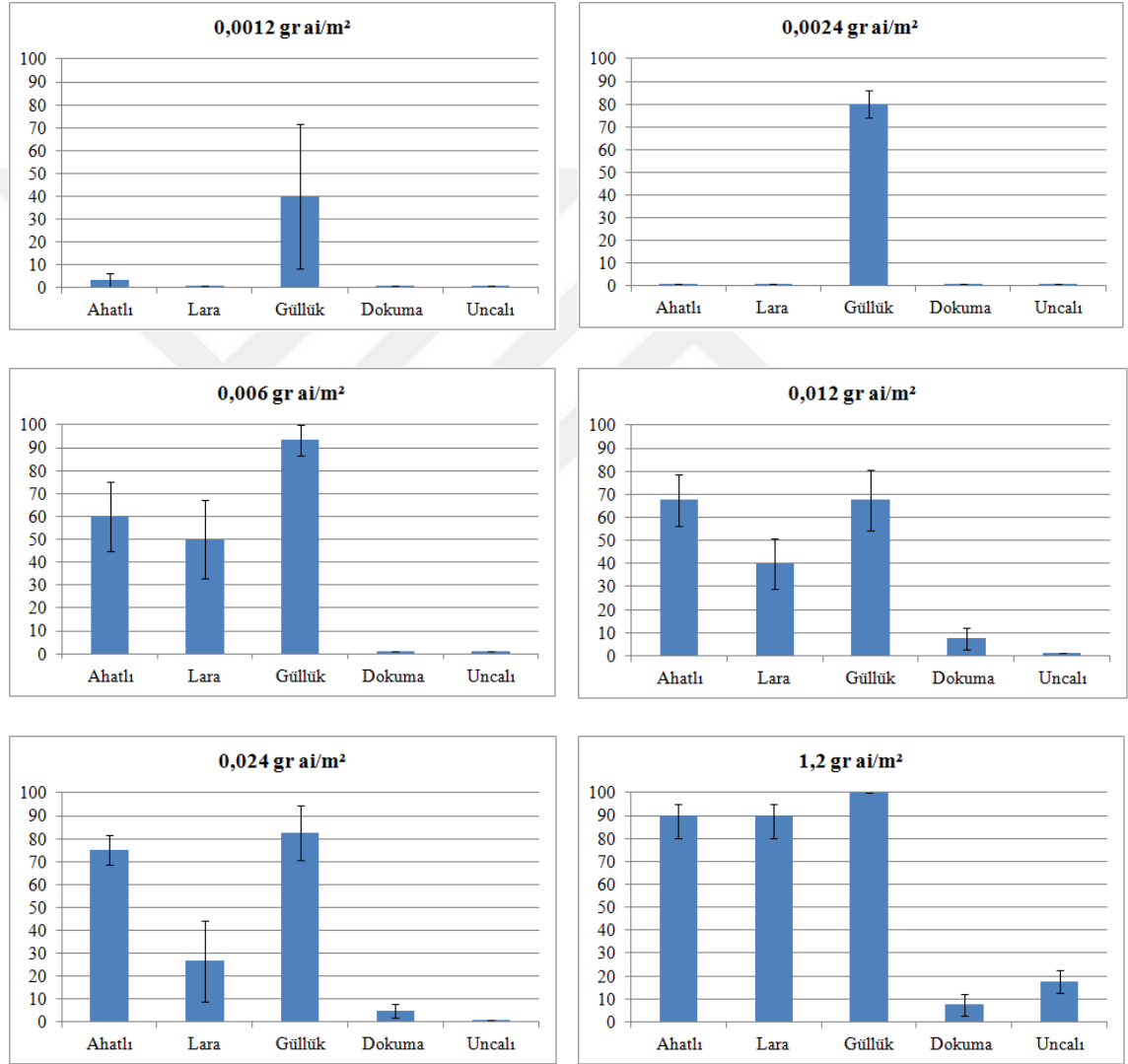
DSÖ'nün önerdiği tek doz olan 0,024 g ai/m²'deki düşüş oranları incelendiğinde, arazi popülasyonlarında çok düşük toksik etki (%0-7,5) görülmesine rağmen DSÖ popülasyonunda %93,3 düşüş oranı gözlenmiştir. Bu dozun 400 katı dozuna kadar çıkılmasına rağmen arazi popülasyonlardaki düşüş oranı %36,7'yi aşmamıştır. DSÖ popülasyonunda doz arttıkça düşürücü etki artmış olup 0,00018 ve 0,00024 g ai/m² dozlarında sırasıyla %90 ve %93,3 düşüş olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Deltamethrin aktif maddesine maruz bırakılan *B. germanica* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

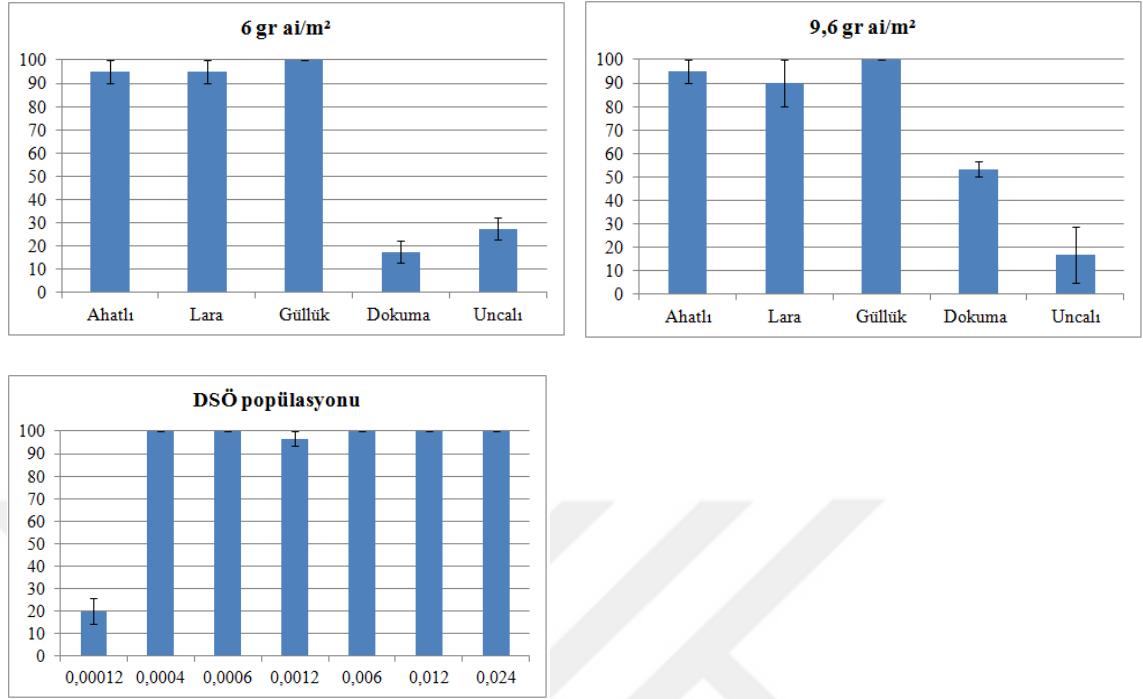
4.3.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

DSÖ'nün önerdiği dozların 10 kat seyreltilmiş dozlarında (0,0012 ve 0,0024 g ai/m²) Ahatlı, Lara Dokuma ve Uncalı popülasyonlarında hemen hemen hiç düşüş gözlenmezken, Güllük popülasyonunda sırasıyla %40 ve %80 düşüş gözlenmiştir. Genel olarak Ahatlı, Lara, ve Güllük popülasyonlarında dozla birlikte düşüş oranları artsa da Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında lambda-cyhalothrin'in oldukça düşük toksik etkisinin olduğu görülmüştür. DSÖ popülasyonunda 0,0004 ve üzeri dozlarda \geq %95 düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3'ün devamı arka sayfadadır.

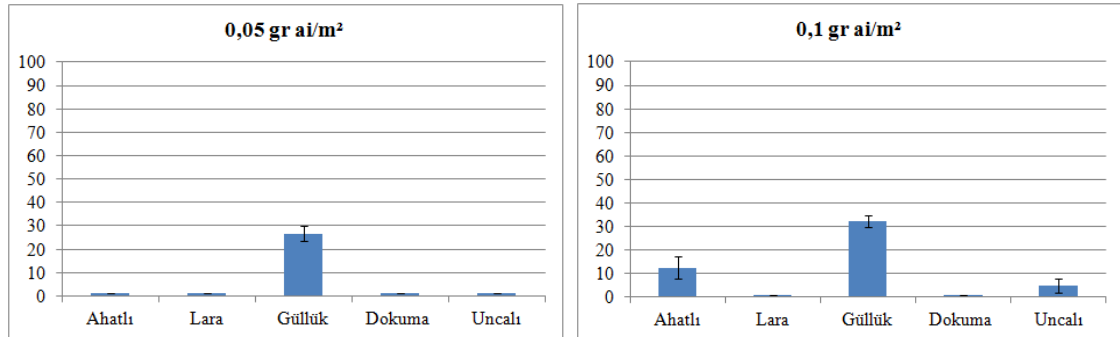
Şekil 4.3'ün devamı



Şekil 4.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesine maruz bırakılan *B. germanica* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

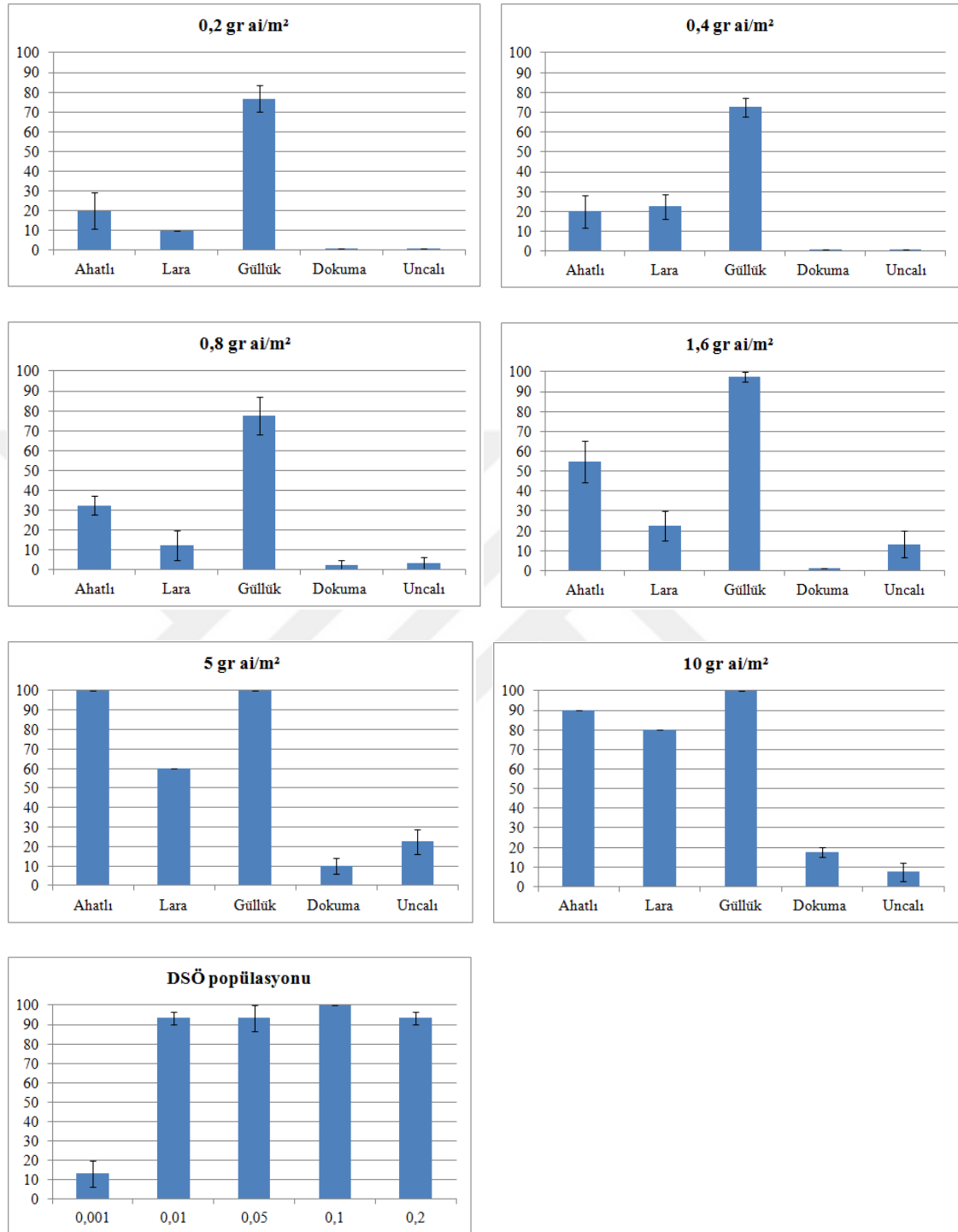
4.3.4. Permetrin aktif maddesinin *B. germanica* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

DSÖ'nün önerdiği yüksek dozda (0,2 g ai/m²) Güllük popülasyonunda %76,7 düşüş gözlenirken diğer arazi popülasyonlarında oldukça düşük toksik etki bulunmuştur. Doz arttıkça genel olarak Ahatlı, Lara ve Güllük popülasyonlarında düşüş oranı yükselmiştir. Dokuma ve Uncalı popülasyonlarında DSÖ'nün önerdiği yüksek dozunun 50 kat (10 g ai/m²) üzerine çıkılmasına rağmen düşüş oranı %17,5'i aşmamıştır. DSÖ popülasyonunda 0,01 g ai/m² ve üstü dozlarda \geq %93,3 düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4'ün devamı arka sayfadadır.

Şekil 4.4'ün devamı

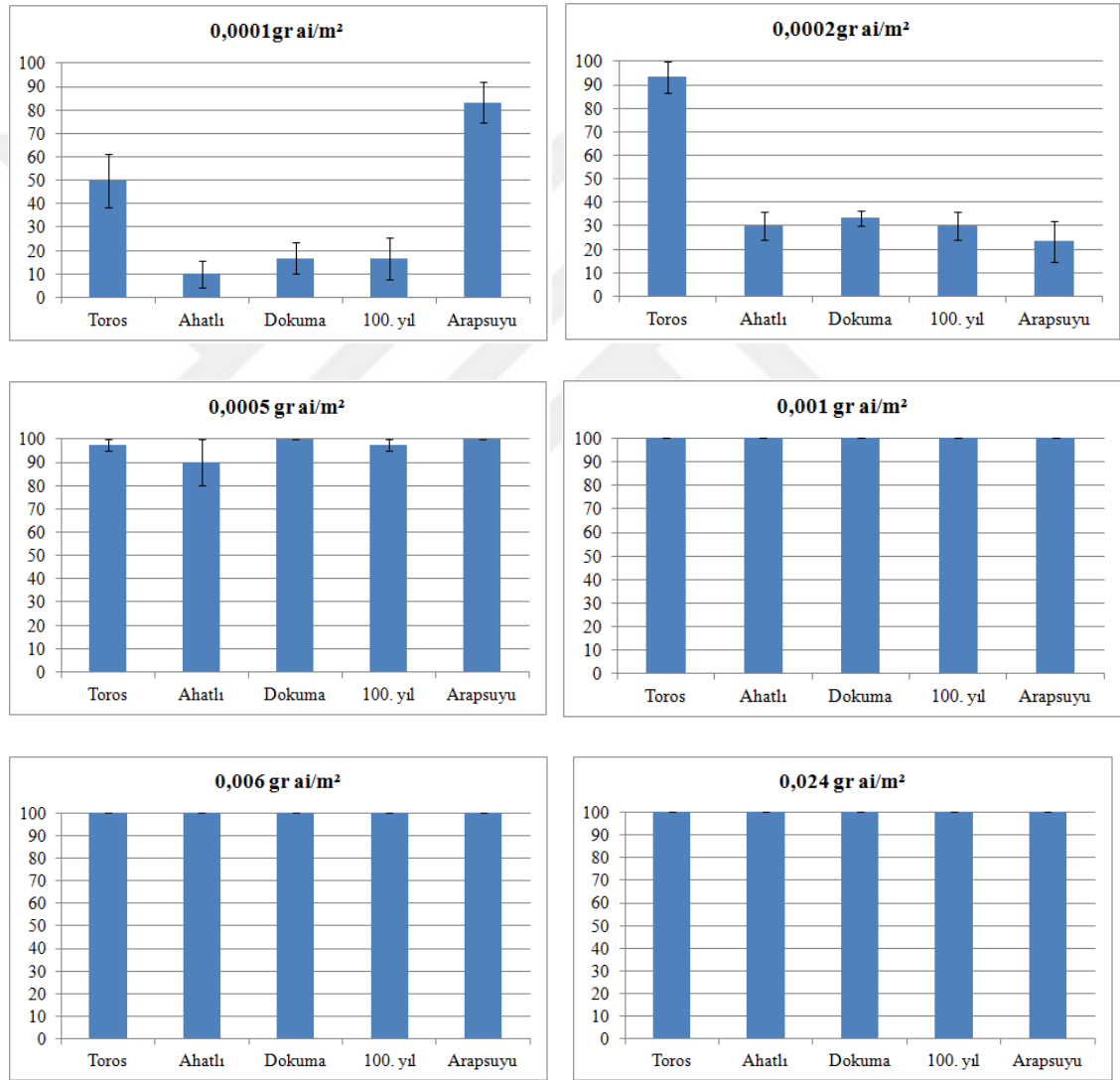


Şekil 4.4. Permethrin aktif maddesine maruz bırakılan *B. germanica* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

4.4. Aktif Maddelerin *P. americana* Nimflerine Karşı Ortalama Düşüş (Knock-Down) Oranları

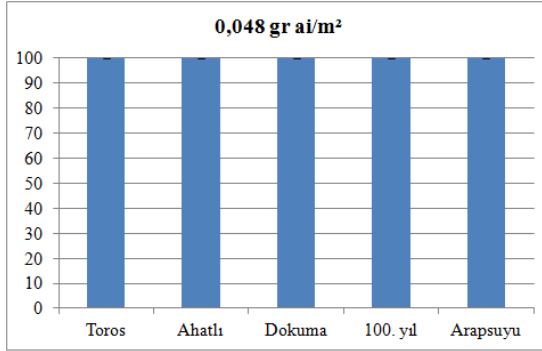
4.4.1. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

DSÖ'nün hamamböcekleri için önerdiği 0,024 ve 0,048 g ai/m² dozlarında tüm popülasyonlarda %100 düşüş görülmüştür. Bu dozların altına inildiğinde 0,0005 g ai/m² ve üstü dozlarda ≥ 90 düşüş gözlenmiştir. Alpha-cypermethrin'in 0,0002 g ai/m² dozu Toros popülasyonuna yüksek toksik etki (%93,3) gösterirken, diğer popülasyonlarda düşük toksik etki (%23,3-33,3 arasında) göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5'in devamı arka sayfadadır.

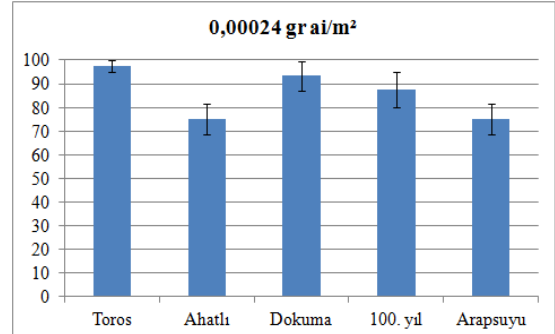
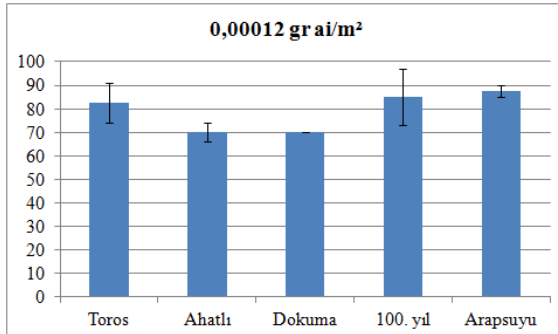
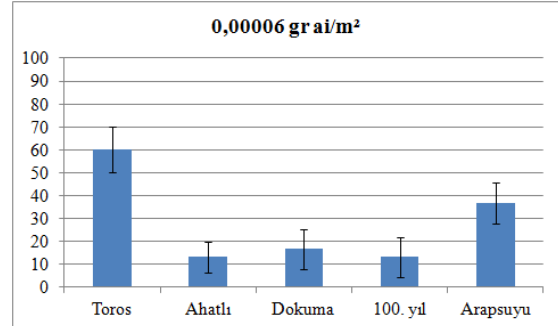
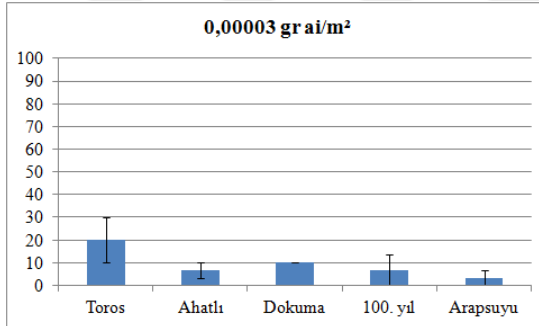
Şekil 4.5'in devamı



Şekil 4.5. Alpha-cypermethrin aktif maddesine maruz bırakılan *P. americana* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

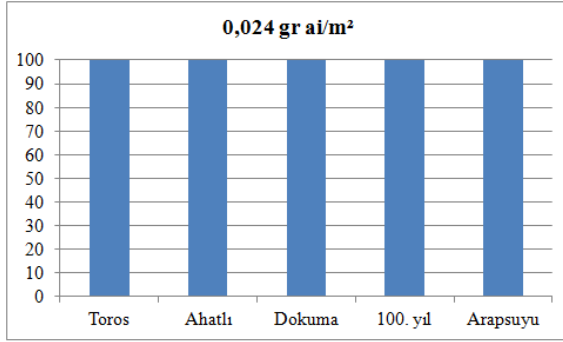
4.4.2. Deltamethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

DSÖ'nün önerdiği tek doz olan 0,024 g ai/m²'deki düşüş oranları incelediğinde, tüm popülasyonlarda yüksek toksik etki göstermiş olup %100 düşüş gözlenmiştir. Bu dozun 100 ve 200 katı altına inildiğinde dahi düşürücülük bakımından toksik etkisi yüksek seviyede olup düşüş oranı %70-97,5 arasında değişmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6'nın devamı arka sayfadadır.

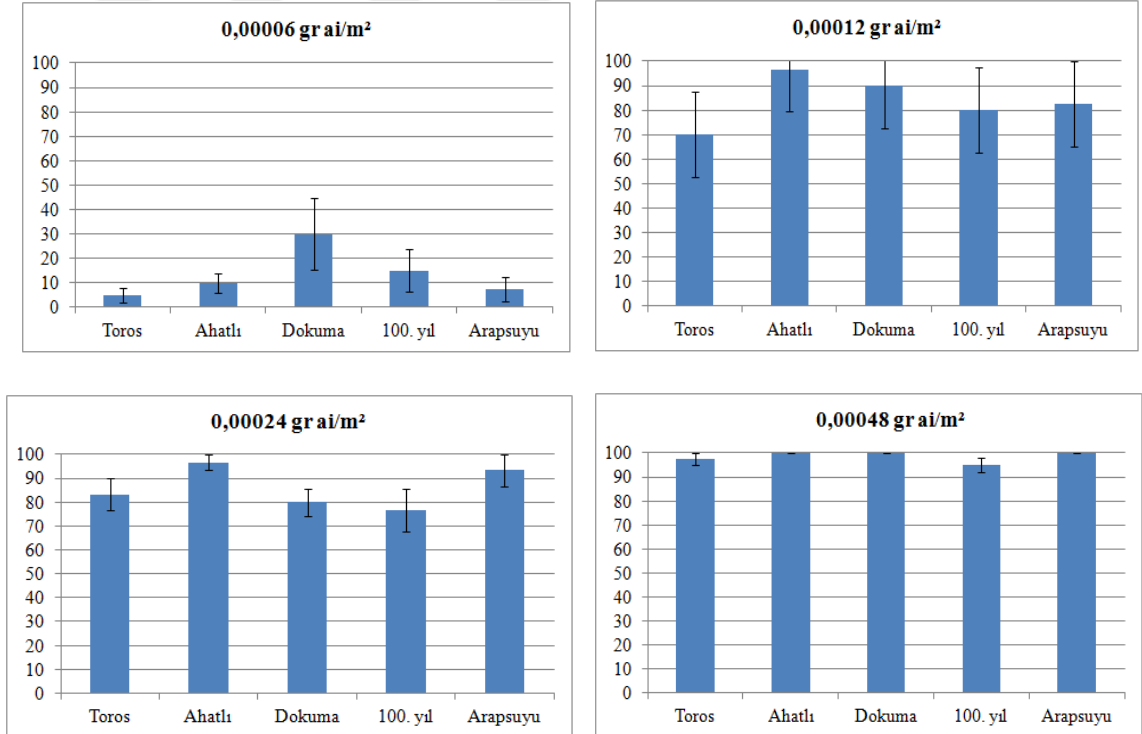
Şekil 4.6'nın devamı



Şekil 4.6. Deltamethrin aktif maddesine maruz bırakılan *P. americana* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

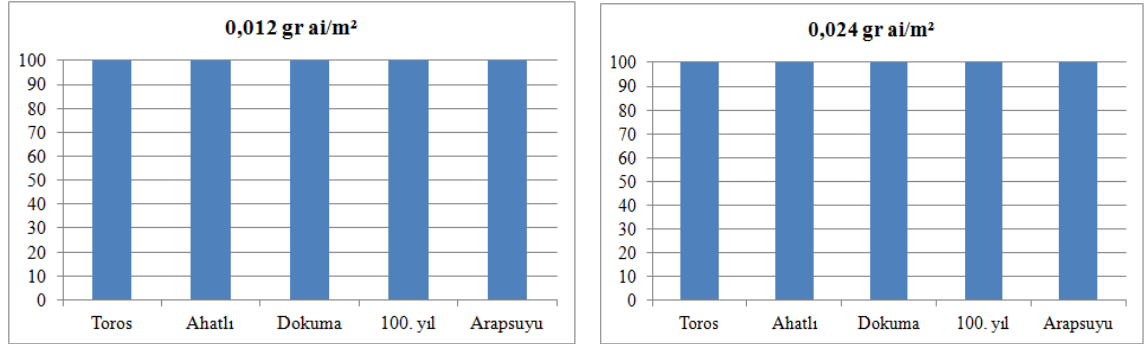
4.4.3. Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

Hamamböceklerine DSÖ tarafından önerilen düşük (0,012 g ai/m²) ve yüksek (0,024 g ai/m²) dozlarda tüm popülasyonlarda yüksek toksik etki göstermiş olup %100 düşüş gözlenmiştir. Bu dozların 100'er kat altına inildiğinde 0,00012 g ai/m² dozunda %70-96,7 arasında; 0,00024 g ai/m² dozunda ise %76,7-96,7 arasında yüksek toksik etki bulunmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7'nin devamı arka sayfadadır.

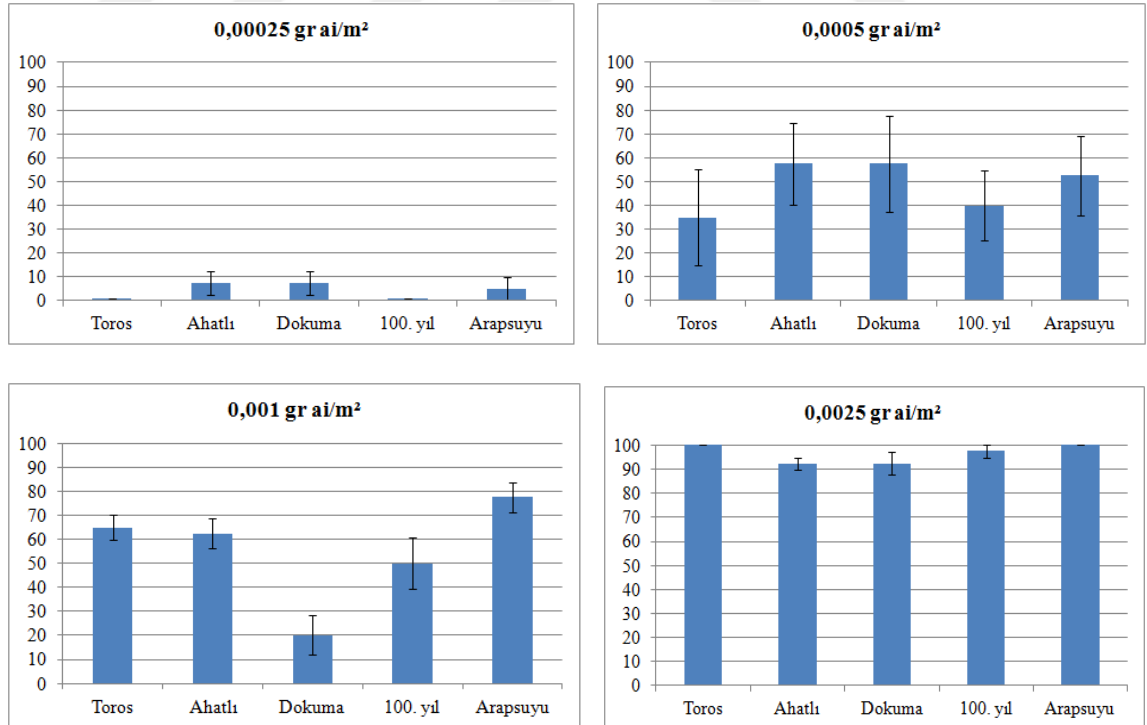
Şekil 4.7'nin devamı



Şekil 4.7. Lambda-cyhalothrin aktif maddesine maruz bırakılan *P. americana* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

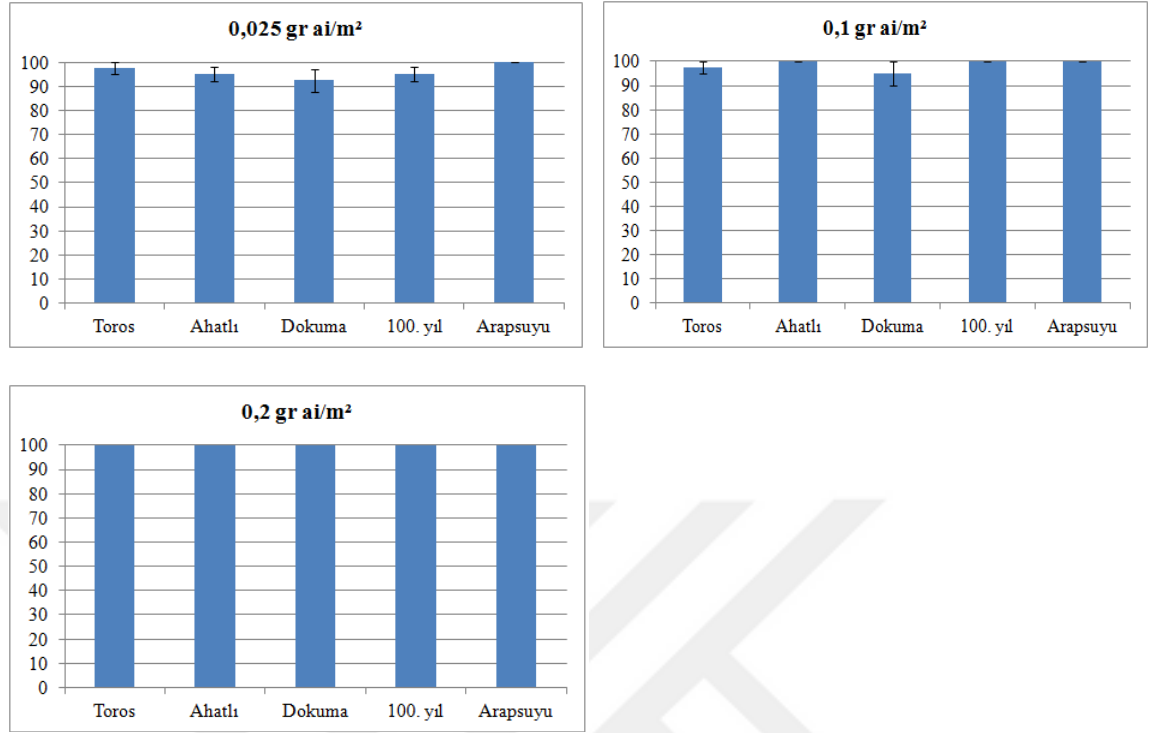
4.4.4. Permethrin aktif maddesinin *P. americana* nimflerine karşı ortalama düşüş (knock-down) oranları

DSÖ'nün permethrin aktif maddesi için hamamböceklerine önerdiği dozlarda (0,1 ve 0,2 g ai/m²) düşürücülük açısından oldukça yüksek toksik etki göstermiş olup %95 ve üzeri düşüş gözlenmiştir. Permethrin'in 0,0025 ve 0,025 g ai/m² dozlarında da Amerikan hamamböceğine yüksek toksik etkisi olup, maruz kalan bireylerde %92,5 ile %100 arasında düşüş görülmüştür (Şekil 4.8).



Şekil 4.8'nin devamı arka sayfadadır.

Şekil 4.8'nin devamı



Şekil 4.8. Permethrin aktif maddesine maruz bırakılan *P. americana* nimflerinin bir saat sonundaki ortalama düşüş (knock-down) oranları

5. TARTIŞMA

Dünya genelinde her yıl tarım, orman ve halk sağlığı zararlılarına karşı mücadelede milyonlarca ton kimyasal pestisit kullanılmakta ve bu pestisitlerin büyük bir miktarını da insektisitler oluşturmaktadır. Kimyasal mücadele yöntemi ile zararlılara karşı başarılı sonuçlar alınmakla birlikte, zararlıların insektisitlere karşı kalıtsal uyum sonucu hayatta kalma başarısı olarak gösterdikleri direnç, bu mücadele yönteminin başarısını önemli ölçüde azaltmaktadır. İnsektisitlere karşı gösterilen direnç, günümüzde çok önemli bir sorun haline gelmiştir. Direnç sorunu nedeniyle, kimyasal insektisitler gereğinden çok fazla miktarlarda kullanılmaktadır. Bu durum, çevre kirliliği, kalıntı problemi, tarımsal ürün kayıpları ve vektörel hastalıkların artması gibi sorunlara yol açmaktadır.

Bir ülkede direnç problemi ile başa çıkılmazsa o ülke ekonomisinin zararlılarla mücadele için harcadığı giderlerin yaklaşık %15'i gereksiz yere harcanarak ülke ekonomisine büyük bir külfet getirmektedir (Pimentel 2005). Ayrıca çevreye fazla miktarda atılan kimyasallar hedef dışı organizmaların (kuş, kurbağa, balık ve omurgasız canlılar vb.) ölmesi, yer altı sularının kirlenmesi, topraktan besinlere insektisit geçerek besinlerde kalıntı oluşturması gibi bir dizi olumsuz problemi beraberinde getirecektir.

İnsektisit kullanılarak kimyasal mücadelesi yapılan halk sağlığı zararlısı gruplarından birisi de hamamböcekleridir. Dünya üzerindeki yaşayan hamamböceklerinden yaklaşık 30 kadar türü (yaklaşık %1'i) insanların yaşam ortamlarında ve çevresinde bulunan rögar, bodrum katları ve kiler gibi ortamlarda yaşamaktadırlar. Mekanik vektörlük yapan hamamböcekleri, vücut parçalarındaki birçok patojen mikroorganizmaları besinlere bulaştırmaktadır, bu da hem sağlık hem de ekonomi bakımından kayıplara neden olmaktadır. İnsan sağlığına yönelik bu potansiyel tehditler hamamböcekleriyle mücadelenin ana nedeni olmuştur (Valles vd. 1999). Ülkemizde hamamböcekleri ile mücadele çalışmaları belediyelerin vektörler ile mücadele birimleri ve özel haşere kontrol uygulayıcıları tarafından yapılmaktadır. Bu mücadelenin başında da kimyasal mücadele gelmektedir.

Böcekler üzerindeki yoğun seleksiyon baskısı çapraz direnç yoluyla yeni insektisitlerde de direncin oluşmasına neden olabilmektedir. Hali hazırda böcek büyüme düzenleyicileri ve mikrobiyal biyosidal ürünler dahil bütün insektisit sınıfında direnç gelişimi vardır (Brogdon ve McAllister 1998). Karbatmatlıların, OF'ın ve OK'ın ülkemizde tamamen ya da kısmen yasaklanmış olması nedeni ile hamamböceği mücadelesinde yoğun olarak SP ve neonikotinoid grubu aktif maddeler kullanılmaktadır. SP'lerin hamamböceği üzerinde oluşturduğu seleksiyon baskısı sürekli olduğu için bu gruba direnç gelişme ihtimali oldukça yüksektir.

Yaptığımız bu çalışma ile ülkemizde ilk defa Alman ve Amerikan hamamböcekleri üzerinde sentetik piretroit grubundan deltamethrin, permethrin, alfa-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç durumu araştırılmıştır.

Amerikan hamamböceğine test ettiğimiz aktif maddelerin tümü DSÖ'nün önerdiği yüksek ve düşük dozlarının her ikisinde de çok yüksek seviyede toksik etki

göstermiş olup, ≥ 95 'in üzerinde ölüm meydana gelmiştir. Bazı aktif maddelerin DSÖ tarafından önerilen yüksek dozlarının 50-100 kat seyreltildiğinde dahi çok yüksek ölüm kaydedilmiştir; örneğin alpha-cypermethrin 48 kat seyreltildiğinde %100, lambda-cyhalothrin 50 kat seyreltildiğinde $\geq 92,5$; permethrin 80 kat seyreltildiğinde $\geq 92,5$ ölüm meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, farklı bölgelerden toplanan arazi popülasyonlarının, çalıştığımız aktif maddelere karşı yüksek seviyede hassas olduğunu göstermektedir.

DSÖ tarafından önerilen dozlar popülasyonların tamamına yakınında yüksek toksik (≥ 95) etki gösterdiği için LD₅₀ değerlerini hesaplamak için daha düşük dozlar kullanılması ihtiyacı duyulmuştur. LD₅₀ değerlerini kıyasladığımızda bazı popülasyonlar 2009 yılında kültüre aldığımız Arapsuyu popülasyonundan dahi daha hassas olarak tespit edilmiştir.

Alpha-cypermethrin ile yapılan denemelerde DSÖ tarafından önerilen dozlar (0,024-0,048 g ai/m²) Amerikan hamamböceği üzerinde çok yüksek toksik etkili olup %100 ölüme neden olmuştur. Alpha-cypermethrin aktif maddesinin LD₅₀ değerleri 0,0002-0,0003 g ai/m² arasında değişmektedir. Toros ve Dokuma popülasyonları en hassas popülasyonlar olarak tespit edilmiş ve tüm popülasyonlar direnç seviyesi açısından direnç yok veya çok düşük direnç kategorisine girmektedir. Literatür taramalarımızda alpha-cypermethrin aktif maddesi ile ilgili Amerikan hamamböceklerinde bir direnç çalışmasına rastlanılmamıştır.

DSÖ tarafından deltamethrin'in hamamböceklerine karşı önerdiği tek doz olan 0,024 g ai/m² oldukça toksik olup popülasyonun tamamını (%100) öldürmüştür. Deltamethrin aktif maddesi için tüm popülasyonların LD₅₀ değeri 0,0001 g ai/m² olarak tespit edilmiştir. Tüm popülasyonlar direnç yok veya çok düşük direnç kategorisine girmektedir. Literatür araştırmalarına göre deltamethrin'in Amerikan hamamböceği üzerinde direnç çalışmaları ile ilgili bir adet çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmaya göre, Syed vd. (2014), Pakistan'dan üç farklı lokaliteden topladıkları Amerikan hamamböceklerine deltamethrin aktif maddesini topikal uygulama yöntemini kullanarak toksisitelerini çalışmışlar ve LD₅₀ değerlerinin sırasıyla 2,067 µl/ml, 2,5 µl/ml ve 4,415 µl/ml, direnç katsayılarının ise 1,21 ve 2 kat olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışma elde ettiğimiz sonuçlarla örtüşmekte olup, direnç seviyesi açısından direnç yok, çok düşük direnç ve düşük direnç kategorisine girmektedir.

Lambda-cyhalothrin aktif maddesinin DSÖ tarafından önerilen dozları (0,012 ve 0,024 g ai/m²) Amerikan hamamböceklerine yüksek derece toksik etkiye sahip olup $\geq 97,5$ ölüm elde edilmiştir. LD₅₀ değerleri hesaplandığında Ahatlı ve Dokuma popülasyonları en duyarlı popülasyonlar olarak tespit edilmiştir. Diğer popülasyonlar ise düşük direnç kategorisinde yer almaktadır. Yaptığımız literatür araştırmasına göre Amerikan hamamböcekleri üzerinde lambda-cyhalothrin ile ilgili direnç çalışmasına rastlanılmamıştır.

Permethrin için DSÖ'nün hamamböceklerine önerdiği dozlarda (0,1 ve 0,2 g ai/m²) %95 ve üzerinde ölüm meydana gelmiştir. Permethrin için en duyarlı popülasyon Arapsuyu popülasyonu (LD₅₀ 0,0006 g ai/m²) bulunmuştur. Popülasyonların direnç katsayıları 1,17 ile 1,83 kat arasında olup, direnç yok veya çok düşük direnç

kategorisinde yer almaktadır. Yapılan literatür araştırmasına göre permethrin aktif maddesi ile ilgili direnç çalışmasına rastlanılmamıştır.

Antalya ilinde Amerikan hamamböceklerinde direncin olmaması bazı nedenlerle açıklanabilir. Bunlardan bir tanesi seleksiyon baskısı olabilir. Zararlı böcek mücadelesinde bir aktif madde ne kadar çok kullanılırsa ve rotasyon yapılmadan sürekli aynı aktif maddelerin kullanılması direnci tetikleyebilir. Seleksiyon baskısının direnci arttırdığı birçok çalışmada ispatlanmıştır. Örneğin, Strong vd. (1997)'lerinin yaptığı bir çalışmada, Alman hamamböceği nimfleri 6 nesil boyunca cam kavanoz yüzey satih yöntemi ile alpha-cypermethrin aktif maddesine maruz bırakılmış ve sonuç olarak 6 neslin sonunda LC₅₀ değerinin 3 katına çıktığını rapor etmişlerdir. Amerikan hamamböceklerini topladığımız alanlarda geçmiş yıllarda yapılan biyosidal ürün uygulaması hususunda bilgi almak için Antalya Büyükşehir Belediyesi, Çevre Sağlığı Şube Müdürlüğü Vektörler ile Mücadele Birimi ile görüşülmüş ve Amerikan hamamböceği ile mücadelenin yaklaşık 5-6 yıldır yapıldığını ve mücadeleyi yaparken vektör mücadelesi konusunda uzman kişiler tarafından danışmanlık hizmeti alınarak farklı etki mekanizmalarına sahip aktif maddelerin rotasyon halinde uygulanarak hamamböceği mücadelesinde kullanıldığını belirtmişlerdir. Mücadeleye yeni başlanması yani hamamböcekleri üzerindeki seleksiyon baskısının az olması ve uzman kişilerden yardım alınarak bilinçli bir şekilde mücadelenin yapılması Amerikan hamamböceğinde direnç gelişimini önlediği düşünülmektedir.

Direncin olmamasının bir diğer nedeni ise yıllık verilen nesil sayısı ile ilgili olabilir. Alman hamamböceği bir yılda yaklaşık 3-4 nesil verirken, Amerikan hamamböceği yılda 1 nesil verir; yani Alman hamamböceğine göre daha yavaş gelişme gösterdiği için direnç gelişme hızı Alman hamamböceğine göre daha düşük olabilir. Bir çalışmada Mallis (1990), Alman hamamböceğinin 25°C'de ömür uzunluğunun kısa olması (95-142 gün) olması, dişi hamamböceği yaşamı boyunca her birinin içinde 38 yumurta olan 4-9 ooteka üretmesi gibi özel yaşam karakteristiklerinden dolayı insektisitlere direnç geliştirmesini kolaylaştırdığını rapor etmiştir. Amerikan hamamböceğinin yaşam alanları rögar ve kanalizasyon gibi dış ortamdadır, konutlar içinde çok fazla nemli ortam bulunmuyorsa konutları yaşam ortamı olarak kullanmayı tercih etmezler. Bu nedenle insanlara çok fazla rahatsızlık vermedikleri için halk tarafından çok fazla biyosidal ürün uygulaması yapılmamakta ve böylelikle seleksiyon baskısı Alman hamamböceklerinden çok daha az olması nedeniyle direnç gelişiminin az olduğu düşünülmektedir.

Google Akademik ve Web of Science kaynaklarında yaptığımız literatür araştırmasına göre Amerikan hamamböcekleri üzerinde tam makalesine ulaştığımız bir adet direnç çalışmasına rastlanılmıştır. Bu çalışmaya göre Syed vd. (2014), Pakistan'dan 3 farklı lokaliteden topladıkları Amerikan hamamböceklerine deltamethrin, dichlorovinly dimethly phosphate, fipronil ve imidacloprid aktif maddelerinin topikal uygulama yöntemini kullanarak toksisitelerini çalışmışlar ve tüm konsantrasyonlarda fipronilin en toksik olduğunu dimethly phosphate'ın ise en az toksik olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca deltamethrin'in LC₅₀ değerlerinin sırasıyla 2,067 µl/ml, 2,5 µl/ml ve 4,415 µl/ml, direnç katsayılarının ise 1,21 ve 2 kat olduğunu rapor etmişlerdir.

Yaptığımız literatür araştırmasına göre çalıştığımız aktif maddelerin yansira çeşitli aktif maddelerin Amerikan hamamböceği üzerinde toksik etkisi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Shafiqur Rahman ve Akter (2006), Hindistan'ın Rajshahi şehrinde topladıkları Amerikan hamamböceklerine topikal uygulama yöntemi ile diazinon ve cypermethrin'in toksik etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak cypermethrin ve diazinonun LD₅₀ değerlerini sırasıyla 303,04 ve 511,56 µg/birey bulmuşlardır. Kaakeh vd. (1997), fipronil ve chlorpyrifos aktif maddelerini Amerikan hamamböceklerine toksisitesini test etmişler ve fipronilin (LC₅₀ 0,02 µg/g) chlorpyrifos'a (LC₅₀ 0,16 µg/g) göre daha toksik olduğunu rapor etmişlerdir. Azza vd. (2010), lambda-cyhalothrin, deltamethrin ve pirimiphos-methyl aktif maddelerini Sudan'ın Vad Medeni Bölgesi'nden topladıkları Amerikan hamamböcekleri üzerinde hassasiyetini çalışmışlar ve sonuç olarak hamamböceklerinin tüm aktif maddelere duyarlı olduğu ve LC₅₀ değerinin 0,02 ile 11 µg/birey arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Amerikan hamamböceğinin aktif maddelere hassaslık sıralaması lambda-cyhalothrin, deltamethrin, pirimiphos-methyl olarak bulunmuştur.

Kawther vd. (2013), permethrin ve diazinon aktif maddelerini içeren formülasyonların Amerikan hamamböceğine toksisitesini çalışmışlar, permethrin ve diazinonun 0,1 mg/L dozunda %100 ölüm verdiğini rapor etmişlerdir. Valles vd. (1999) topikal uygulama yöntemi ile lambda-cyhalothrin aktif maddesinin LC₅₀ değerini 0,011 µg/g olarak bulmuşlardır. Vythilingam ve Sutivigit (1994), Amerikan hamamböceği dişi ve erkekine cam kavanoz test yöntemini kullanarak lambda-cyhalothrin, permethrin, deltamethrin, cyfluthrin ve alpha-cypermethin aktif maddelerini 10 dakika maruz bırakarak 24 saat sonundaki ölüm oranlarını kayıt etmişlerdir. Araştırmacılar LC₅₀ değerlerini sırasıyla 1,02 mg/ft², 1,26 mg/ft², 1,79 mg/ft², 1,99 mg/ft², 3,39 mg/ft² olarak belirlemişlerdir.

Test edilen aktif maddelerin Alman hamamböceğine DSÖ tarafından önerilen dozlar genel olarak değerlendirildiğinde hassas popülasyon üzerinde çok toksik ($\geq 96,7$) olmasına rağmen araziden toplanan popülasyonlar üzerindeki toksik etkisi oldukça düşük olup (%0 ile 80 arası ölüm) hiçbir popülasyonda %100 ölüme ulaşılammıştır.

Alpha-cypermethrin için DSÖ'nün hamamböcekleri için önerdiği 0,024 ve 0,048 g ai/m² dozlarında hassas popülasyonunun tamamını öldürmesine rağmen, doğal popülasyonlarda %0 ile 50 değişen oranlarda ölüm tespit edilmiştir. DSÖ tarafından önerilen dozların düşük toksisitesinden dolayı LD₅₀ değerlerini hesaplamak için yüksek dozların kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Hassas popülasyonun LD₅₀ değeri 0,0002 g ai/m² olarak belirlenmiştir. LD₅₀ değerleri açısından en dirençli popülasyon 13,3594 g ai/m² ile Dokuma'dır. LD₅₀ değerlerini oranladığımızda Güllük popülasyonunda 545 kat direnç tespit edilmiş olup, diğer popülasyonların direnç katsayısı 1000'den fazla bulunmuştur. Direnç açısından tüm popülasyonlar yüksek direnç kategorisinde yer almıştır. Yaptığımız literatür araştırmasına göre Alman hamamböceği üzerinde alpha-cypermethrin aktif maddesi ile ilgili direnç çalışmasına rastlanılmazken bir adet toksisite çalışmasına ulaşılmıştır. Bu çalışmaya göre Lee vd. (1996a), Alman hamamböceğinin erkek ve dişisine topikal uygulama yöntemi ile alpha-cypermethrin aktif maddesini uygulamışlar ve LD₅₀ değerlerini sırasıyla 0,27 ve 0,29 µg/g olarak rapor etmişlerdir.

DSÖ'nün deltamethrin için önerdiği tek doz olan 0,024 g ai/m² dozu tüm popülasyonlarda çok düşük toksisite (%≤5) göstermesine rağmen, hassas popülasyonda %96,7 ölüme neden olmuştur. Hassas popülasyonun LD₅₀ değeri 0,0004 g ai/m² olarak tespit edilmiştir. Direnç katsayıları hesaplandığında hassas popülasyona göre oldukça muazzam (onbinlerce kat değerinde) bir direnç tespit edilmiş ve en düşük LD₅₀ değeri Güllük popülasyonunda (16,705 g ai/m²) görülmüştür. Popülasyonların tümü yüksek direnç kategorisi içerisinde yer almaktadır.

Yapılan literatür araştırmasına göre Alman hamamböceklerinin Dünya'daki birçok popülasyonunun deltamethrin'e direnç geliştiği rapor edilmiştir. ABD'nin Alabama kentinden toplanan arazi popülasyonunda topikal uygulama yöntemi ile deltamethrin'e 480 kat (yüksek direnç) direnç tespit edilmiş ve direnci kırmak için PBO ve DEF sinerjist maddeleri denenmiş, direnç PBO kullanımında 70 kata, DEF kullanımında ise 81 kata kadar düşürülmüştür (Wei vd. 2001). Jensen (1993), Danimarka'dan topladıkları 8 popülasyonda topikal uygulama yöntemi ile deltamethrin direncini araştırmışlar ve 7'sinde yüksek direnç (14 ile 31 kat arası) görüldüğünü rapor etmişlerdir. Chai ve Lee (2010), Singapur'da 22 farklı lokaliteden toplanan Alman hamamböceği popülasyonları üzerinde çeşitli gruplara ait aktif maddeleri test etmişler ve hamamböceklerinin deltamethrin'e 4,5 ile 468 kat (düşük ve yüksek direnç) arasında direnç tespit etmişlerdir.

Chang vd. (2010), Alman hamamböceğinin 7 arazi popülasyonunda topikal uygulama yöntemini kullanarak deltamethrin aktif maddesine karşı aşırı yüksek direnç (61-160 kat) tespit etmişlerdir. Diaz Pantoja vd. (2000), Küba'nın Santiago küba şehrinde 9 Alman hamamböceği popülasyonunda deltamethrin aktif maddesine direncini araştırmışlar ve tüm popülasyonlarda yüksek direnç olduğunu buna ek olarak da 4 popülasyonda 250 kattan fazla direnç olduğunu tespit etmişlerdir. Jang vd. (2017), 2014 yılında Güney Kore'nin Busan şehrinin Sujeong-dong bölgesinde bir Çin lokantasından yapışkan tuzaklarla topladıkları dişi Alman hamamböceklerinde deltamethrin'e 450 kat direnç (LD₅₀ 1,5744 µg/birey) tespit etmişlerdir. Ayrıca 2007 yılında aynı lokalitelerden toplanan dişi Alman hamamböceği popülasyonlarında LD₅₀ değeri 0,8641 µg/birey olarak bulunmuş ve LD₅₀ değerinin 2 kat arttığını rapor etmişlerdir.

Test ettiğimiz bir diğer aktif madde olan lambda-cyhalothrin için DSÖ'nün önerdiği 0,012 ve 0,024 g ai/m² dozları Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında çok düşük toksisite (≤10,0) gösterirken; Ahatlı, Güllük, Lara popülasyonlarının 0,024 g ai/m² dozunda sırasıyla %100, %92,5, %66,6 ölüm oranı görülmüştür. Lambda-cyhalothrin için DSÖ'nün önerdiği dozlar hassas popülasyona ait bireylerin tamamını öldürmüş ve LD₅₀ değeri 0,0003 g ai/m² olarak bulunmuştur. Güllük popülasyonunun LD₅₀ değeri 0,0027 g ai/m² olarak belirlenmiş ve direnç seviyesi aralığına göre orta derece (9 kat) direnç kategorisinde, diğer popülasyonlar ise yüksek direnç kategorisi içinde yer almaktadır.

Farklı ülkelerde çalışılan birçok popülasyonda lambda-cyhalothrin'e direnç geliştiği rapor edilmiştir. Diaz Pantoja vd. (2000), Küba'nın Santiago küba şehrinde 9 Alman hamamböceği popülasyonuna lambda-cyhalothrin aktif maddesine direncini araştırmışlar ve 2,3-213 kat arasında direnç tespit etmişlerdir. Valles (1999), ABD'nin

Florida ve Kaliforniya eyaletlerinden toplanan 13 arazi popülasyonunda lambda-cyhalothrin direncini topikal ve cam kavanoz yüzey satıh yöntemi ile araştırmıştır; topikal uygulama yönteminde 9 popülasyonda yüksek direnç (21 ile 67 kat arasında), cam kavanoz yüzey satıh yönteminde denenen 4 popülasyonun 1 tanesi hariç yüksek direnç (12,9 ve 15,6 kat) tespit etmiştir. Aynı kişi tarafından yapılan bir çalışmada, Florida ve Kaliforniya'dan toplanan 12 popülasyonda lambda-cyhalothrin'e 4 ile 55 kat arasında değişen direnç tespit etmiştir (Valles 1998). Lee vd. (1996a), Alman hamamböceğinin erkek ve dişisine lambda-cyhalothrin aktif maddesinin toksisitesini hesaplamışlar ve LD₅₀ değerlerini sırasıyla 0,17-0,19 µg/g olarak bulmuştur.

Bu çalışmada kullanılan son aktif madde olan permethrin'in 0,1 ve 0,2 g ai/m² dozları (DSÖ'nün önerdiği dozlar) Uncalı, Dokuma, Lara ve Ahatlı popülasyonlarında %0 ile 42,5 arasında değişen oranlarda ölüm elde edilirken; Güllük popülasyonunda ise sırasıyla %32,5 ve %80 ölüm elde edilmiştir. DSÖ'nün önerdiği dozlar hassas hamamböcekleri popülasyonunda %100 ölüme neden olmuş ve LD₅₀ değeri 0,0148 g ai/m² olarak belirlenmiştir. Araziden toplanan popülasyonların direnç seviyeleri kıyaslandığında Güllük popülasyonu orta derece (7,7 kat) dirençli; Ahatlı (18,45 kat), Lara (28,8 kat), Uncalı (≥1000 kat) ve Dokuma (≥1000 kat) popülasyonları yüksek dirençli kategorisine girmektedir.

Dünyada permethrin ile yapılan çalışmalara değinecek olursak birçok popülasyonda yüksek direnç görülmüştür. Wei vd. (2001), ABD'nin Alabama kentinden topladığı arazi popülasyonuna topikal uygulama yöntemi ile permethrin'e direnci araştırmışlar ve 97 kat direnç tespit etmişlerdir. Dirençli popülasyonda var olan direnci kırmak için PBO ve DEF sinerjistik maddelerini denemişler ve direnci PBO ile 17 kata, DEF ile 22 kata kadar düşürmüşlerdir. Jensen (1993), Danimarka'dan topladıkları 10 arazi popülasyonuna topikal uygulama yöntemi ile permethrin direncini araştırmışlar ve 8'inde yüksek direnç (21 ile 57 kat arası) bulunduğunu rapor etmişlerdir. Nasirian vd. (2006), öğrenci yurdu ve hastaneden topladıkları 11 popülasyonda permethrin direncini incelemişler ve sonuç olarak iki popülasyonun orta derece (8,6-9,8 kat), geri kalanında yüksek dirençli (10,5-17,7 kat arasında değişen) olduğunu bildirmişlerdir. Ladonni (2001), 3 farklı yöntem (cam kavanoz yüzey satıh, cam petri ve topikal uygulama yöntemi) kullanarak permethrin aktif maddesini Alman hamamböceği üzerinde direncini araştırmıştır. Sonuç olarak yöntemlere göre değişen oranlarda direnç bulunduğunu ve topikal uygulamada nimf ve erginlere sırasıyla 8 ve 12,8 kat direnç tespit etmiştir. Gondhalekar vd. (2011), araziden topladığı popülasyonun permethrin'e 77,22 kat dirençli olduğunu rapor etmişlerdir.

Chang vd. (2010), yedi Alman hamamböceği popülasyonunda topikal uygulama yöntemiyle permethrin'e direncini incelemişler, sonuç olarak orta ve yüksek derecede direnç (10,5 ile 109,8 kat arası) tespit etmişlerdir. Limoe vd. (2011), üç hastaneden topladıkları Alman hamamböceğinde topikal uygulama yöntemi ile permethrin direncini ve PBO sinerjistik maddesinin permethrin'in toksisitesi üzerinde etkisini incelemişler ve permethrin'e 11,61; 15,1 ve 17,64 kat direnç tespit etmişler; ayrıca PBO ile yaptıkları denemelerde PBO'nun permethrin'in toksisitesini arttırdığını ve sinerjistik oranının 1,87; 2,51 ve 2,38 kat olduğunu rapor etmişlerdir. PBO sinerjistik maddesinin görevi detoksifikasyon enzim sistemlerinden biri olan Sitokrom P450 monooksijenaz enzim sistemlerini inhibe ederek permethrin'in toksik özelliğini arttırmaktadır. Limoe vd.

(2012), iki hastaneden topladıkları Alman hamamböceğine topikal uygulama yöntemini kullanarak permethrin direncinin seviyesini incelemişler ve düşük ve orta derece (3,36 ve 3,15 kat) direnç tespit etmişlerdir. Direncin düşük olma nedeninin, hastaneden toplanan popülasyonların en az birkaç nesildir permethrin aktif maddesine maruz kalmamasına bağlanmıştır.

Ladonni (2000), İran'ın Tahran kentinden topladıkları dört popülasyonda Alman hamamböceklerinin nimflerine (1. evre) topikal ve tarsal kontak metodu ile permethrinin toksik etkisini araştırmış. Sonuç olarak KT_{50} 'ye göre 17-27, LT_{50} 'ye göre 4,2-6,4 ve LD_{50} 'ye göre 4,1-5 kat arasında direnç olduğunu rapor etmiştir. Park ve Kamble (1998), çoklu dirence sahip bir popülasyonu hassas dirençle karşılaştırdığında permethrin'e 13,53 kat direnç (yüksek direnç) tespit etmişlerdir. Jang vd. (2017), 2014'te Güney Kore'nin Busan şehrinin Sujeong-dong Bölgesi'nde bir Çin lokantasından yapışkan tuzaklarla topladıkları dişi Alman hamamböceklerinde permethrin'e 569 kat direnç (LD_{50} 3,6431 $\mu\text{g/birey}$) tespit etmişlerdir. Ayrıca 2007'de aynı lokalitelerden toplanan dişi Alman hamamböceği popülasyonlarında LD_{50} değeri 1,2739 $\mu\text{g/birey}$ olarak bulunmuş ve yedi yıl sonra LD_{50} değerinin 3 kata çıktığını rapor etmişlerdir.

Bunların yanı sıra Alman hamamböceği üzerinde farklı aktif maddelerle yapılmış çok sayıda direnç ve toksisite çalışmaları da mevcuttur. Valles vd. (1999), topikal uygulama yöntemi ile lambda-cyhalothrin aktif maddesinin LC_{50} değerini 0,056 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır. Bir çalışmada, topikal uygulama yöntemi ile fipronil, dieldrin ve cypermethrin'in LC_{50} değerleri sırasıyla 2,0 ng, 77,3 ng ve 41,8 ng olarak rapor edilmiştir (Holbrook vd. 2003). Wang vd. (2004), iki popülasyonda fipronil (LD_{50} 0,26 ve 0,28 $\mu\text{g/g}$) ve abamectine (LD_{50} 0,2 ve 0,54 $\mu\text{g/g}$) orta derece direnç tespit etmişlerdir. Kristensen vd. (2005), Danimarka'dan topladıkları sekiz popülasyonun iki tanesinde dieldrine (1270-2030 kat direnç) ve fipronile (14-15 kat direnç) yüksek direnç gelişmiş olduğunu rapor etmişlerdir. Chai ve Lee (2010), Singapur'da 22 farklı lokaliteden topladıkları Alman hamamböceği popülasyonları üzerinde çeşitli gruplara ait etken maddeleri test etmişler ve LD_{50} değerlerini beta-cyfluthrin için 0,6 ile 18,9 $\mu\text{g/g}$, propoxur için 18,1 ile 98,9 $\mu\text{g/g}$, chlorpyrifos için 6,6 ile 100,2 $\mu\text{g/g}$ ve fipronil için 0,1 ile 1 $\mu\text{g/g}$ arasında bulmuşlardır.

Qian vd. (2010), dichlorvos ve propoxur'un Alman hamamböceğinin farklı evrelerindeki (dördüncü, beşinci ve altıncı evre nimfler ve erkek-dişi ergin bireyler) etkisini incelemiş altıncı evredeki nimf evresinin aktif maddelere en toleranslı (LD_{50} 2,003 $\mu\text{g/birey}$) evre olduğunu bulmuşlar ve nimfleri kendi arasında kıyasladıklarında yaş ilerledikçe nimflerin daha toleranslı olduğunu rapor etmişlerdir. Pai vd. (2005), Tayvan'da 30 hastane ve 30 evden topladıkları Alman hamamböceklerinin hastanelerde chlorpyrifos, propoxur ve cypermethrin'e sırasıyla 2,04-28,8; 2,86-30,86 ve 1,95-14,05 katlarında, evlerde ise sırasıyla 1,92-17,72; 6,93-62,5 ve 2,8-27,35 katlarında direnç geliştirdiğini saptamışlardır. Valles ve Strong (2001), araziden topladıkları Alman hamamböceğine cypermethrin aktif maddesini tek başına ve DEF (sinerjist madde) ile birlikte test etmişler, sonuç olarak cypermethrin tek başına uygulandığında direnci 5 kat olarak tespit ederlerken DEF ile birlikte uygulandığında direnç katsayısının 2,9'a düştüğünü rapor etmişlerdir. Lee vd. (1996a), Alman hamamböceğinin erkek ve dişilerine etofenprox, deltamethrin, permethrin aktif maddelerinin toksisitelerini

araştırmış ve LD₅₀ değerlerini sırasıyla 1,8-5,4; 0,22-0,24; 4,29-9,27 µg/g olarak bulmuşlardır.

Dünya’da Alman hamamböcekleri üzerinde oldukça fazla sayıda direnç ve toksisite çalışması varken, ülkemizde Alman hamamböcekleriyle ilgili sınırlı sayıda direnç çalışmasına rastlanmıştır. Erdoğan ve Koçak (1989), sumithion (OF) ve tetramethrin (SP) aktif maddelerine Ankara’den topladıkları Alman hamamböceği arazi popülasyonu üzerinde direnç araştırması yapmışlar ve sonuç olarak arazi popülasyonunda 9,2 ile 11,2 kat arasında değişen oranlarda direnç geliştiğini rapor etmişlerdir. Garrett vd. (1968), İzmir’den topladıkları Alman hamamböceği popülasyonu ile yaptıkları çalışmada diazinon (OF) ve malathionun (OF) Alman hamamböceğine karşı oldukça başarılı olduğunu, dieldirine (OK) ise dirençli olduğunu rapor etmişlerdir. Yukarıdaki çalışmalarda görüldüğü üzere ülkemizdeki direnç çalışmaları ağırlıklı olarak OF ve OK grubundaki aktif maddeler ile yapılmış olup, ülkemizde insektisit formülasyonlarında düşürücü olarak kullanılan tetramethrin dışında hiçbir SP, direnç bakımından test edilmemiştir. Bu tez çalışması ile ülkemizde ilk defa Alman ve Amerikan hamamböceklerine deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç oluşup oluşmadığı araştırılmıştır.

Test ettiğimiz Alman hamamböcekleri popülasyonlarının hemen hemen hepsinde yüksek direnç tespit edilmesi dirençli popülasyonların izole olay olmadığını şehrin her yerinde bu gibi yüksek dirençli popülasyonların görülebileceğini ortaya çıkarmıştır. Alman hamamböceği ev, lokanta, fırın vb. ortamlarda sürekli olarak aktif olduklarından dolayı insanlara rahatsızlık vermektedir. Bu nedenle gerek halk gerekse özel haşere kontrol uygulayıcıları tarafından uzun yıllardır Alman hamamböceklerine karşı yoğun olarak insektisitler kullanılmaktadır. Yapılan bazı yanlış uygulamalar (örneğin uygun dozun atılmaması, aynı aktif maddenin sürekli kullanılması, aktif maddeler arasında rotasyon yapılmaması vb.) hayatta kalan dirençli bireylerin sayısını artırabilir, bu durumda Alman hamamböceklerinde direnç seviyesini yükselttiği düşünülmektedir. Genel olarak popülasyonlar direnç katsayısı bakımından değerlendirildiğinde, özellikle ekmek fırınlarından toplanan Uncalı ve Dokuma popülasyonlarında restoranlardan toplanan popülasyonlara (Ahatlı, Lara, Güllük) göre daha yüksek direnç tespit edilmiştir. Bunun nedeni fırın vb. işletmelerin daha sık aralıklarla denetlenmesi nedeni ile işletmelerdeki hamamböcekleri popülasyonları insektisitlere daha çok maruz kalmış olabilir. Bu nedenle insektisit uygulaması sonucu hayatta kalan bireylerin, direnç genlerini sonraki döllere aktararak direnç katsayısını arttırmış olabileceği düşünülmektedir.

Etkili direnç yönetimi, sorunun erken tespit edilmesine ve dirençli böcek popülasyonu hakkında bilginin hızlı edinilmesine bağlıdır, böylece rasyonel pestisit seçimleri yapılabilir. Direnci engellemek veya gelişimini azaltmak için uygulayıcıların dikkat etmesi gereken bir takım hususlar vardır. Bunları sıralayacak olursak;

- Dirençli popülasyonlarda biyolojik, biyokimyasal veya moleküler çalışmalar yaparak direncin kaynağı ve dirence yatkınlığı hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.
- Biyosidal ürünler etiket dozuna göre uygulanmalıdır, etiket dozunun altında ve üstündeki uygulamalar direncin oluşmasına ve gelişmesine neden olabilir.
- Aynı aktif maddeli insektisitler uzun süre kullanılmamalıdır.

- Farklı etki mekanizmasına sahip insektisitlerin rotasyon halinde kullanılması gerekir. Böylelikle direnç seleksiyonu azaltılabilir.
- Farklı aktif maddeleri içeren insektisit karışımlarını kullanarak da direncin önüne geçebiliriz. Çünkü böcekler bir aktif maddeden öldürücü dozu aldığı anda aynı anda diğer aktif maddelerden de benzer öldürücü dozu aldığı için etkili olurlar.
- Kimyasal kullanımının en aza indirildiği, biyolojik, kültürel ve mekanik mücadelenin ön plana çıktığı entegre mücadele stratejisinin uygulanması ile zararlılar etkisiz hale getirilmelidir.
- Sinerjistik maddeler kullanarak aktif maddelerin öldürücülük etkisi artırılmalıdır.
- İsektisit uygulamaları geniş alanlar yerine daha sınırlı bölgesel alanlarda yapılmalıdır.
- Çok dirençli popülasyonlarda yeni insektisit grupları olan neonikotinoid ve phenylpyrazole grubu jel yemler kullanılmalı ve bu ürünlere direnç gelişip gelişmediği belirli aralıklarla kontrol edilmelidir.
- İsektisitler, vektörlerin ekonomik zarar seviyesini aştığı dönemlerde kullanılmalıdır.
- Vektör kontrolünde kalıcı insektisitler yerine, kalıcı olmayan ve hızlı etkili insektisitler kullanılmalıdır.
- Birbirine yakın bölgelerde etki mekanizması ve sınıfı farklı biyosidal ürünler kullanılmalıdır.

Hamamböceklerine karşı uygulama yaparken yukarıdaki önlemleri göz önünde bulundurursak, kullanılan insektitlere karşı direncin gelişmesini önleyebiliriz yada yavaşlatabiliriz (Georghiou 1983; Scott vd. 1990; Capel 1991; McCord vd. 2002; Chang vd. 2010; Atmaca Demiröz 2015; Ser ve Çetin 2017).

Sonuç olarak, test ettiğimiz dört aktif madde için DSÖ'nün önerdiği dozların Amerikan hamamböceğinin Antalya popülasyonlarında etkili olduğu ve popülasyonların direnç yok, çok düşük direnç veya düşük direnç kategorisinde yer aldığı bulunmuştur. Alman hamamböceğinin popülasyonlarında ise DSÖ'nün önerdiği dozlar genel olarak düşük bir toksik etkiye sahiptir. Mücadelenin bilinçsiz ve yanlış yapılması ayrıca SP'lerin uzun süredir kullanılması nedeni ile popülasyonlarda genel olarak yüksek direnç oluştuğu düşünülmektedir. Popülasyonlarda oluşan yüksek direnci kırmak ve direnci engellemek için yukarıda bahsedilen direnç yönetimi yaklaşımlarına uyulması gereklidir.

6. SONUÇLAR

Hamamböcekleri mekanik vektörlük yaparak bakteri, virüs, mantar vb. birçok hastalık etmenini besinlere ve bunların tüketilmesi aracılığıyla da insanlara bulaştırmaktadır. Bu durum gıda ve sağlık sektöründe önemli derecede ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hamamböcekleri popülasyonlarını ekonomik zarar seviyesinin altına indirmek için belediyeler ve özel şirketlerin haşere mücadele ekipleri tarafından çeşitli yöntemler ve insektisitler kullanılmaktadır. Ancak bu yöntem ve insektisitlerin bilinçsiz kullanılması zamanla hamamböceklerinde insektisitlere karşı duyarsızlaşma yani direnç kazanımına neden olmaktadır

Sentetik piretroitler memeliler üzerinde düşük toksisitesi ve zararlılar üzerinde yüksek toksik etkisi nedeniyle hamamböceği mücadelesinde geniş çaplı kullanılmaktadırlar. Uzun yıllardır gerek halk sağlığı gerekse tarım zararlılarına karşı kullanılan bu insektisitlerin sık ve bilinçsiz kullanımı, direncin gelişmesine ve bazı popülasyonların kontrol edilememesine neden olmaktadır.

Yaptığımız bu çalışmada, Antalya’da Alman ve Amerikan hamamböceklerinin sentetik piretroit grubundan deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı direnç durumu araştırılmıştır. Amerikan hamamböceğine test ettiğimiz aktif maddelerin tümü DSÖ’nün önerdiği yüksek ve düşük dozlarının her ikisinde çok yüksek seviyede toksik etki göstermiş olup, ≥ 95 in üzerinde ölüm meydana gelmiştir. Tüm popülasyonların direnç katsayıları 1 ile 2 kat arasında değişmekte olup direnç seviyesi açısından direnç yok, çok düşük direnç veya düşük direnç kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir.

Alman hamamböceğine DSÖ tarafından önerilen dozlar tüm test kimyasalları açısından genel olarak değerlendirildiğinde hassas popülasyon üzerinde çok toksik ($\geq 96,7$) olmalarına rağmen araziden toplanan popülasyonlarda toksik etkileri oldukça düşük olup (%0 ile 80 arası ölüm) popülasyonların hiçbirinde %100 ölüme ulaşamamıştır. Popülasyonlar direnç katsayısı bakımından değerlendirildiğinde hemen hemen tüm popülasyonlarda aktif maddelere karşı yüksek direnç olduğu tespit edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışma, Türkiye’de deltamethrin, permethrin, alpha-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin aktif maddelerine karşı Alman ve Amerikan hamamböceklerinde direncin araştırılması yönündeki ilk çalışmadır. Elde ettiğimiz veriler Sağlık Bakanlığı ve Antalya Büyükşehir Belediyesi gibi hamamböceği mücadelesi yapan kurum ve kuruluşlar ile paylaşılacaktır. Bu sayede bu kurumların hamamböceği mücadele çalışmalarını daha bilinçli yapmalarına, doğanın ve hedef dışı canlıların korunmasına ve direnç gelişmiş ürünlerin kullanımının önüne geçilmesi yoluyla da ülke ekonomimize önemli ölçüde katkı sağlanacaktır. Ayrıca bu çalışma ülkemizde hamamböceklerinde direnç seviyelerinin belirlenmesi yönünden diğer çalışmalara önderlik ederek hamamböceklerinde direncin kırılmasına yönelik yapılacak çalışmalara, mücadelede kullanılacak yeni ve alternatif ürünlerin araştırılmasına ve Antalya ilinde yapılacak hamamböceği mücadelesine yön verecektir.

7. KAYNAKLAR

- Akiner, M.M., Simsek, F.M. and Caglar, S.S. 2009. Insecticide resistance of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Turkey. *J. Pesticide Science*, 34 (4): 259-264.
- Alten, B. ve Çağlar, S. 1998. Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi, Sıtma Vektörünün Biyo-ekolojisi, Mücadele Organizasyonu ve Yöntemleri. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Cem Web Ofset Ltd. Şti., Ankara, 69 s.
- Alptekin, S. 2009. İnsektisitlere dirençli *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: aphididae) popülasyonlarında asetilkolinesteraz geni ve sodyum kanalı geninde meydana gelen mutasyonların incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 38 s.
- Anonymous 1 Pan-UK: 2003, Current Pesticide Spectrum, Global Use and Major Concerns. http://www.pan-uk.org/briefing/SIDA_Fil/Chap1.htm [Son erişim tarihi: 18.01.2013].
- Anonymous 2 www.who.int/water_sanitation_health/resources/vector288to301.pdf [Son erişim tarihi: 01.01.2018].
- Anonymous 3 <http://www.eco-work.it/blatte.html> [Son erişim tarihi: 03.01.2018].
- Anonymous 4 http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/german_roach_06.htm Fotoğraf; James Castner, University of Florida [Son erişim tarihi: 06.12.2017].
- Anonymous 5 <http://sprakinhyt.multiply.com/photos/album/95/Cannibalism> [Son erişim tarihi: 06.12.2017].
- Anonymous 6 http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/german_roach_07.htm Fotoğraf; James Castner, University of Florida [Son erişim tarihi: 06.12.2017].
- Anonim 7 <http://www.bahcesel.net/forumsel/depolanmis-urun-zararlilarikitabi/30430-periplaneta-americana-l-amerikan-hamam-bocegi/> [Son erişim tarihi: 06.12.2017].
- Anonim 8 <http://www.bahcesel.net/forumsel/depolanmis-urun-zararlilarikitabi/30430-periplaneta-americana-l-amerikan-hamam-bocegi/> [Son erişim tarihi: 06.12.2017].
- Anonymous 9 <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=23680> [Son erişim tarihi: 10.11.2017].
- Anonymous 10 <https://www.shutterstock.com/tr/g/macrovectord?searchterm=kontrol> [Son erişim tarihi: 10.11.2017].
- Anonymous 11 <https://www.pestwiki.com/german-cockroaches-control/> [Son erişim tarihi: 18.11.2017].
- Anonim 12 <http://www.finansgundem.com/haber/canakkalede-evlerde-catlak-var/414722> [Son erişim tarihi: 18.11.2017].
- Anonymous 13 http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=12123&pf=1&cg_id=0 [Son erişim tarihi: 18.11.2017].
- Anonymous 14 entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/american_cockroach.htm [Son erişim tarihi: 18.11.2017].

- Atmaca Demiröz, D. 2015. Böcekler Neden Direnç Kazanıyor? ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.), 3 (2): 91-99.
- Azza, S.E.A., Nabil, H.H.B. and Yousif, O.H.A. 2010. Susceptibility of *Periplaneta americana* L. (Orthoptera: Blattidae) population from Wad medani (Sudan Gezira) to three public health insecticides. *Resistant Pest Management, Newsletter*, 19 (2): 8-14.
- Beaver, P.C., Jung, R.C. and Cupp, E.W. 1984. *Clinical parasitology*. 9th ed., pp. 617-618, Philadelphia: Lea & Febiger.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boasea, C., Dahlc, C., Madona, M. and Kaiser, A. 2010. *Mosquitoes and Their Control*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Second Edition, 577 p.
- Bell, W.J. and Adiyodi, K.G. 1981. *The American cockroach*. Chapman and Hall, London.
- Bell, W.J., Roth, L.M. and Nalepa, C.A. 2007. *Cockroaches ecology, behavior and history*. The Johns Hopkins University Press Baltimore, p. 248.
- Bregues, C., Hawkes, N.C., Chander, F., Mccarroll, L., Duchon, S., Guillet, P., Manguin, S., Morgan, J.C. and Hemingway, J. 2003. Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene. *Medical and Veterinary Entomology*, 17: (1) 87-94.
- Brogdon, W.G. and McAllister, J.C. 1998. Insecticide resistance and vector control. *Emerging Infectious Diseases*, 4: 605-613.
- Capel, W.G. 1991. Coping with German cockroach resistance. *Pest Control Technology*, 19: 9-11.
- Chang, K.S., Shin, E.H., Jung, J.S., Park, C. and Ahn, Y.J. 2010. Monitoring for insecticide resistance in field-collected populations of *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae). *J. Asia-Pacific Entomology*, 13: 309-312.
- Chai, R.Y. and Lee, C.Y. 2010. Insecticide resistance profiles and synergism in field populations of the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore. *J. Economic Entomology*, 103: 460-471.
- Coats, J.R. and Bradbury, S.P. 1989. Aquatic toxicology of synthetic pyrethroid insecticides. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8 (5): 359-359.
- Cochran, D.G. 1982. *Cockroach: biology and control*. WHO/VBC/82.856., 52 pp.
- Cochran, D.G. 1989. Monitoring for insecticide resistance in field-collected strains of the German cockroach. *J. Economic Entomology*, 82: 336-341.
- Cochran, D.G. 1995. Insecticide resistance, in understanding and controlling the German cockroach. Ed. By Rust, M.K., Owens, J.W. and Reiersen, D.A., *Oxford University Press*, pp. 171-192, New York, NY.
- Cochran, D.G. 1997. Misuse of the tarsal-contact method for detecting insecticide resistance in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 90: 1441.

- Collins, W.J. 1976. German cockroach resistance: Propoxur selection induces the same resistance spectrum as diazinon selection. *Pesticide Science*, 7: 171-174.
- Cornwell, P.B. 1968. The cockroach. London, Hutchinson, Vol. 1.
- Çakır, Ş. ve Yamanel, Ş. 2005. Böceklerde insektisidlere direnç. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, 6 (1): 21-29.
- Cetin, H., Erler, F. ve Yanikoglu, A. 2009. Survey of insect growth regulator (IGR) resistance in house flies (*Musca domestica* L.) from southwestern Turkey. *J. Vector Ecology*, 34 (2): 329-337.
- Çetin, H. 2016. Kent Zararlıları-Biyoloji, Ekoloji, Mücadele Yöntemleri (Vektörler ve Diğerleri). Yıldız Ofset Matbaacılık, Antalya, 203 s.
- Demisoy, A. 2006. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/Böcekler, Entomoloji. Meteksan A.Ş, Cilt 2/Kısım 2, Ankara, 941 s.
- De Souza, W.L.F., de Abreu, P.F., dos Reis-Menini, C.M.R. and Menini Neto, L. 2011. Evaluation of insecticides resistance in *Blattella germanica* (L., 1757) (Dictyoptera: Blattellidae) in juiz de fora municipality, Minas Gerais, Brazil. *Bioscience J.*, 27 (4): 642-648.
- Diaz Pantoja, C., Perez, M.G., Calvo, E., Rodriguez, M.M. and Bisset, J.A. (2000). Insecticide resistance studies on *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) from Cuba. *Annals of New York Academy of Sciences*, 916 (1): 628-634.
- Dörtbudak, N., Yılmaz, D. ve Aydın, M. 1987. Ankara ve Eskişehir illerinde depolanmış tahılda zarar yapan buğday biti (*Sitophilus granarius* L.)'nin uygulamada kullanılan koruyucu ilaca karşı direnç durumunun araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 27 (1-2): 101-109.
- Erdoğan, A. ve Koçak, O. 1989. Hamamböceği, *Blattella germanica* (L), populasyonlarında nimf süresi ve ergin ömür uzunluğu ile ilgili araştırmalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4: 235-238.
- Fisk, F.W. and Isert, J.A. 1953. Comparative toxicities of certain organic insecticides to resistant and non-resistant strains of the German cockroach, *Blattella germanica*. *J. Economic Entomology*, 46: 1059-1062.
- Fotadar, R. and Banerjee, U. 1992. Nosocomial fungal infections – study of the possible role of cockroaches (*Blattella germanica*) as vectors. *Acta Tropica*, 50: 339–343.
- Fotadar, R., Banerjee, U. and Shrinivas, U.B. 1993. Vector potential of the German cockroach in dissemination of *Pseudomonas aeruginosa*. *J. Hospital Infection*, 23: 55-59.
- Garrett, D.A., Agee, J.S., Gremminger, E.R. and Morgan, W.E. 1968. Resistance levels of İzmir, Turkey bedbugs and cockroaches to insecticides 1966-67. Ft. Belvoir Defense Technical Information Center, Professional report, No: 68-7.
- Gelber, E.L., Seltzer, L.H. and Bouzoukis, J.K. 1993. Sensitization and exposure to indoor allergens as risk factors for asthma among patients presenting to hospitals. *American Review of Respiratory Disease*, 147: 573-578.
- George, D. and Mallery, M. 2010. SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson.

- Georghiou, G.P. 1983. Management of resistance in arthropods, in: pest resistance to pesticides (Georghiou, G.P. and Saito, T., eds). Plenum Press, pp. 769-792, New York.
- Gondhalekar, A.D., Song, C. and Scharf, M.E. 2011. Development of strategies for monitoring indoxacarb and gel bait susceptibility in the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). *Pest Management Science*, 67: 262-270.
- Harper, C.R. and Zilberman, D. 1990. Pesticide regulation: problems in trading off economic benefits against health risks, in Zilberman, D. and Siebert, J.B. (eds.), *Economic Perspectives on Pesticide Use in California*, pp. 181-208.
- Holbrook, G.L., Roebuck, J., Moore, C.B., Waldvogel, M.G. and Schal, C. 2003. Origin and extent of resistance to fipronil in the German cockroach, *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 96: 1548-1558.
- İren, Z. 1966. Bazı illerimizde elma içkurdu (*Cydia pomonella*)'na karşı mücadele, DDT'ye mukavemet konusu vesevin'in meyve seyreltmesini tetkik bakımından yapılan çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, ZMMAE, Ankara, 6 (2): 2.
- Jang, C.W., Ju, Y.R., Chang, K.S. 2017. Insecticide susceptibility of field-collected *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) in Busan, Republic of Korea during 2014. *Entomological Research*, 47 (4): 243-247.
- Jensen, V.K.M. 1993. Insecticide resistance in *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) from food producing establishment in Denmark. Proceedings International Conference, *Insect Pests Urban Environment*, 1: 135-139.
- Kaakeh, W., Reid, B.L. and Bennett, G.W. 1997. Toxicity of fipronil to German and American cockroaches. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 84: 229-237.
- Kawther, I.A., Abdalmagid, M.A., Elnaeim, I.A., Jamal, A.E., Hassan, E.A. and Ibrahim, H.E. 2013. Toxicity of permethrin 25% EC and diazinon 60% EC insecticides against American cockroach *Periplaneta americana* (Linnaeus) at Omdurman Locality hospitals, Khartoum State, Sudan 2012. *Sudanese J. Public Health*, 8 (3): 113-118.
- Koç, S., Oz, E., Erdogan, G., Yanikoğlu, A. and Çetin, H. 2012. Synthetic pyrethroid resistance in house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), from the solid waste collection facility of Varsak, Antalya, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21: 3424-3426.
- Koçak, O. ve Erdogan, A. 1986. Hamamböceği *Blattella germanica* (L) populasyonlarında nimf süreleri ve ergin ömür uzunluğu ile ilgili araştırmalar. *Ulusal Çevre Sempozyumu Tübitak*, Yayın No: 623.
- Koçak, O. 2008. Hamamböcekleri biyolojisi ve kontrol yöntemleri. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Alanında Haşere Mücadelesinde Sorumlu Müdür Eğitimi, Antalya.
- Kristensen, M., Klingberg Hansen, K. and Vagn Jensen, K.M. 2005. Cross-resistance between dieldrin and fipronil in German cockroach. *J. Economic Entomology*, 98: 1305-1310.

- Ladonni, H. 2000. Permethrin resistance ratios compared by two methods of testing nymphs of the German cockroach, *Blattella germanica*. *Medical and Veterinary Entomology*, 14 (2): 213-216.
- Ladonni, H. 2001. Evaluation of three methods for detecting permethrin resistance in adult and nymphal *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 94 (3): 694-697.
- Lee, C.Y., Yap, H.H. and Chong, N.L. 1996 a. Insecticide toxicity on the adult German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *Malaysian J. Science*, 17A: 1-9.
- Lee, C.Y., Yap, H.H. and Chong, N.L. 1996 b. Insecticide resistance and synergism in Weld collected German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) in Peninsular Malaysia. *Bulletin of Entomology Research*, 86: 675.
- Lee, C.Y., Lee, L.C., Ang, B.H. and Chong, N.L. 1999. Insecticide resistance in the German cockroach from hotels and restaurants in Malaysia. In: Proceeding of the 3rd International Conference on Urban Pests Robinson (ed. Robinson, W.H., Rettjch, F. and Rambo, G.W.), pp. 171-182, Graficke zavody Hronov, Czech Republic.
- Limoe, M., Enayati, A.A., Khassi, K., Salimi, M. and Ladonni, H. 2011. Insecticide resistance and synergism of three field-collected strains of the German cockroach *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) from hospitals in Kermanshah, Iran. *Tropical Biomedicine*, 28: 111-118.
- Limoe, M., Davari, B. and Moosa-Kazemi, S.H. 2012. Toxicity of pyrethroid and organophosphorus insecticides against two field collected strains of the German cockroach *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae). *J. Arthropod-Borne Diseases*, 6 (2): 112-118.
- Liu, Z., Valles, S.M. and Dong, K. 2000. Novel point mutations in the German cockroach para sodium channel gene are associated with knockdown resistance (kdr) to pyrethroid insecticides. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 30: 991-997.
- Mallis, A. 1990. Handbook of Pest Control. 7th ed. MaoNair Dorland, Co., p. 1152.
- McCord, E., Price, J.F. and Nagle, C.A. 2002. Pesticide mode of action codes to aid ornamental growers in developing control programs to manage pest resistance. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 115: 130-133.
- NAS:1975. Pest Control: An assessment of present and alternative technologies, volumes 4, Washington, DC, National Academy of Sciences.
- Nasirian, H., Ladonni, H., Shayeghi, M., Vatandoost, H., Yaghoobi-Ershadi, M.R., Rassi, Y., Abolhassani, M. and Abaei, M.R. 2006. Comparison of permethrin and fipronil toxicity against German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) strains. *Iranian J. Public Health*, 35: 63-67.
- Naumann, I.D. 1991. The Insects of Australia. Ed. By Csiro, 2nd Ed., Melbourne University Press, Vol. 1, pp. 916-1000, Carlton, Australia.

- Pai, H.H., Wu, S.C. and Hsu, E.L. 2005. Insecticide resistance in German cockroaches (*Blattella germanica*) from hospitals and households in Taiwan. *International J. Environmental Health Research*, 15 (1): 33-40.
- Pai, H.H. 2013. Multidrug resistant bacteria isolated from cockroaches in long-term care facilities and nursing homes. *Acta Tropica*, 125 (1): 18-22.
- Pai, H.H., Ko, Y.C. and Chen, E.R. 2003. Cockroaches (*Periplaneta americana* and *Blattella germanica*) as potential mechanical disseminators of *Entamoeba histolytica*. *Acta Tropica*, 87: 355-359.
- Park, N.J. and Kamble, S.T. 1988. Comparison of esterases between life stages and sexes of resistant and susceptible strains of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 91: 1051-1057.
- Pimentel, D. 2005. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United states. *Environment, Development and Sustainability*, 7: 229-252.
- Qian, K., Wei, X.Q., Zeng, X.P., Liu, T. and Gao, X.W. 2010. Stage-dependent tolerance of the German cockroach, *Blattella germanica* for dichlorvos and propoxur. *J. Insect Science*, 10: 201.
- Rosenstreich, D.L., Eggleston, P., Kattan, M., Baker, D., Slavin, R.G. and Gergen, P. 1997. The role of cockroach allergy and exposure to cockroach allergen in causing morbidity among inner city children with asthma. *The New England J. Medicine*, 336: 1356-1363.
- Rust, M.K., Reiersen, D.A. and Hansgen, K.H. 1991. Control of American cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) in sewers. *J. Medical Entomology*, 28 (2): 210-213.
- Scott, J.G., Cochran, D.G. and Siegfried, B.D. 1990. Insecticide toxicity, synergism, and resistance in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 83: 1698-1703.
- Ser, Ö. ve Çetin, H. 2017. Halk sağlığı zararlılarında pestisit direnci. Vektör Artropodlar ve Mücadelesi, Türkiye Parazitoloji Derneği, 25: 483-495, İzmir.
- Shafiqur Rahman, A.S.M. and Akter, M.Y. 2006. Toxicity of diazinon and cypermethrin against the American cockroach, *Periplaneta americana* (L.). *University J. Zoology Rajshahi University*, 25: 63-64.
- Strong, C.A., Koehler, P.G. and Patterson, R.S. 1997. Insecticide resistance decline and selection in laboratory-reared German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 90: 183-187.
- Silverman, J. and Ross, M.H. 1994. Behavioral resistance of field collected German cockroaches (Blattodea: Blattellidae) to baits containing glucose. *Environmental Entomology*, 23: 425-430.
- Stuart, S. 2003. Development of Resistance in Pest Populations, (January 20, 2003).
- Suiter, D.R., Patterson, R.S. and Koehler, P.G. 1998. Seasonal incidence and biological control potential of *Aprostocetus hagenowii* (Hymenoptera: Eulophidae) in treehole microhabitats. *Environmental Entomology*, 27: 434-442.

- Susurluk, İ.A. ve Ökten, M.E. 2000. Bazı entomopatojen nematodların *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) üzerindeki etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (4): 111-114.
- Syed, R., Manzoor, F., Adalat, R., Abdul-Sattar, A. and Syed, A. 2014. Laboratory evaluation of toxicity of insecticide formulations from different classes against American Cockroach (Dictyoptera: Blattidae). *J. Arthropod-Borne Diseases*, 8 (1): 21-34.
- UNEP: 1979. The State of the Environment: Selected Topics – 1979. Nairobi, United National Environment Program, Governing Council, Seventh Session.
- Valles, S.M. 1998. Toxicological and biochemical studies with field populations of the German cockroach, *Blattella germanica*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 62: 190-200.
- Valles, M.V. 1999. λ -Cyhalothrin resistance detection in the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 92: 293-297.
- Valles, S.M. and Strong, C.A. 2001. A microsomal esterase involved in cypermethrin resistance in the German cockroach, *Blattella germanica*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 71: 56-67.
- Valles, S.M., Koehler, P.G. and Brenner, R.J. 1999. Comparative insecticide susceptibility and detoxification enzyme activities among pestiferous Blattodea. *Comparative Biochemistry and Physiology*, (C), 124: 227-232.
- Vythilingam, I. and Sutivigit, Y. 1994. Comparative susceptibility of *Periplaneta americana* (L) to five pyrethroid insecticides. *Southeast Asian J. Tropical Medicine Public Health*, 25: 528-531.
- Wahab, A.H., Tahir, M.P.M. and Mohamed, E. 2016. Pathogenic bacteria isolated from cockroaches found in food premises. *J. Teknologi*, 78: (6-8) 73-77.
- Wang, C., Scharf, M.E. and Bennett, G.W. 2004. Behavioral and physiological resistance of the German cockroach to gel baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Economic Entomology*, 97: 2067-2072.
- Wei, Y., Appel, A.G., Moar, W.J. and Liu, N. 2001. Pyrethroid resistance and cross-resistance in the German cockroach, *Blattella germanica* (L). *Pest Management Science*, 57 (11): 1055-1059.
- Williamson, M.S., Martinez-Torres, D., Hick, C.A. and Devonshire, A.L. 1996. Identification of mutations in the housefly para-type sodium channel gene associated with knockdown resistance (kdr) to pyrethroid insecticides. *Molecular and General Genetics*, 252: 51-60.
- World Health Organisation (WHO) 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of cockroaches to insecticides. Tentative instruction for determining the susceptibility or resistance of cockroaches to insecticides. WHO/VBC/75.593, 3 p.
- World Health Organization (WHO) 1985. Vector control series training and information guide, cockroaches. Vector Biology and Control Division, 1211 Geneva 27, Switzerland, 37 p.

- World Health Organization (WHO) 2006. Pesticides and Their Application. For the control of vectors and pests of public health importance. WHO, Sixth edition.
- World Health Organization (WHO) 2013. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. WHO press, Geneva, 30 p.
- Zarchi, A.A.K. and Vatani, H. 2009. A survey on species and prevalence rate of bacterial agents isolated from cockroaches in three hospitals. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 9 (2): 197-200.
- Zurek, L., Watson, D.W. and Schal, C. 2002. Synergism between *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota : Hyphomycetes) and boric acid against the German cockroach (Dictyoptera : Blattellidae). *Biological Control*, 23 (3): 296-302.



ÖZGEÇMİŞ

EMRE ÖZ

emreoz@akdeniz.edu.tr



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2008-2011	Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya
Lisans 2004-2008	Süleyman Demirel Üniversitesi Burdur Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü,

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi 2010-2018	Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Antalya
----------------------------------	--

ESERLER:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Serttas, A., Güngöroğlu, S., Koç, S., Öz, E., Yanıkara, K. and Çetin, H. 2016. Effects of some abiotic factors on adult emergence rates of the released predator *Calosoma sycophanta* L. (Coleoptera Carabidae) under field conditions in Turkey. *Egyptian J. Biological Pest Control*, 26: 329-332.
2. Çetin, H., Öz, E., Yanikoğlu, A. and Cilek, J.R. 2015. Operational evaluation of vectomax (r) wsp (*Bacillus thuringiensis* subsp *israelensis* plus *bacillus sphaericus*) against larval *Culex pipiens* in septic tanks. *J. the American Mosquito Control Association*, 31: 193-195.
3. Öz, E., Koç, S., Dinç Düşen, O., Mammadov, R. and Çetin, H. 2013. Larvicidal activity of Cyclamen (Myrsinaceae) extracts against the larvae of West Nile Virus vector *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific J. Tropical Medicine*, 6: 449-452.

4. Öz, E., Koç, S., Yanikoğlu, A. and Çetin, H. 2013. Repellent activity of three essential oil components (cineole, terpinen-4-ol and alpha-pinene) against nymphs of *Blattella germanica* L. and *Supella longipalpa* Fabricius. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22: 3048-3052.
5. Koç, S., Öz, E., Çinbilgel, İ., Aydın, L. and Çetin, H. 2013. Acaricidal activity of *Origanum bilgeri* Ph Davis (Lamiaceae) essential oil and its major component, carvacrol against adults *Rhipicephalus turanicus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 193: 316-319.
6. Koç, S., Öz, E. and Çetin, H. 2012. Repellent activities of some Labiatae plant essential oils against the saltmarsh mosquito *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771) (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 110: 2205-2209.
7. Koç, S., Öz, E., Aydın, L. and Çetin, H. 2012. Acaricidal activity of the essential oils from three Lamiaceae plant species on *Rhipicephalus turanicus* Pom. (Acari: Ixodidae). *Parasitology Research*, 111: 1863-1865.
8. Koç, S., Öz, E., Erdoğan, G., Yanikoğlu, A. and Çetin, H. 2012. Synthetic pyrethroid resistance in house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), from the solid waste collection facility of Varsak, Antalya, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21: 3424-3426.
9. Öz, E., Çetin, H. and Yanikoğlu, A. 2012. Chemical composition and fumigant activity of essential oils of three Lamiaceae species against German cockroach (*Blattella germanica* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 21: 1571-1577.
10. Şeref Gün, S., Çinbilgel, İ., Öz, E. and Çetin, H. 2011. Larvicidal activity of some *Salvia* L. (Labiatae) plant extracts against the mosquito *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (A): 61-65.
11. Çetin, H., Cilek, J., Öz, E., Aydın, L., Deveci, Ö. and Yanikoğlu, A. 2010. Acaricidal activity of *Satureja thymbra* L. essential oil and its major components, carvacrol and gamma-terpinene against adult *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 170: 287-290.
12. Çetin, H., Gökoğlu, M. and Öz, E. 2010. Larvicidal activity of the extract of seaweed, *Caulerpa scalpelliformis* against *Culex pipiens*. *J. the American Mosquito Control Association*, 26: 433-435.
13. Öz, E., Çetin, H., Cilek, J., Deveci, Ö., Yanikoğlu, A. 2010. Effects of two temperature storage regimes on the efficacy of 3 commercial gel baits against the German cockroach, *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae). *Iranian J. Public Health*, 39: 102-108.
14. Çetin, H., Cilek, J., Öz, E., Aydın, L., Deveci, Ö. and Yanikoğlu, A. 2009. Comparative efficacy of spinosad with conventional acaricides against hard and soft tick populations from Antalya, Turkey. *Veterinary Parasitology*, 163: 101-104.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1. Ser, Ö., Polat, Y., Civril, M., Koç, S., Öz, E. ve Çetin, H. 2017. Böcek gelişim düzenleyici Cyromazine'nin sivrisinek larvaları üzerindeki toksik etkisinin araştırılması. Uluslar arası Katılımlı 20. Ulusal Parazitoloji Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 25-29 Eylül 2017, ss. 410-411.
2. Öz, E., Çetin, H. ve Yanikoğlu, A. 2017. Hamamböceklerinde (Blattodea) insektisitlere direnç. Uluslararası Katılımlı 20. Ulusal Parazitoloji Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 25-29 Eylül 2017, ss.84-85.
3. Serttas, A., Güngöroğlu, S., Koç, S., Öz, E., Yanıkara, K. and Çetin H. 2017. Adult emergence success of mass produced predatory insect, *Calosoma sycophanta* L. Larvae in pine forests in Turkey", International Symposium on New Horizons in Forestry (ISFOR2017), Isparta, Türkiye, 18-20 Ekim 2017.
4. Koçak, Ö., Çetin, H., Öz, E., Koç, S., Polat, Y. ve Arıkan, K. 2015. Ev sineklerine (*Musca domestica* L.) karşı kullanılan bazı insektisitlerin etkinliğine piperonyl butoxide karışım oranlarının katkısı. Uluslararası Katılımlı 2. Ulusal Biyosidal Kongresi, İzmir, Türkiye, 9-13 Kasım 2015, ss.97-97.
5. Öz, E., Yanikoğlu, A. ve Çetin, H. 2015. Antalya ilinde Amerikan hamamböceği (*Periplaneta americana* L.) popülasyonlarında yumurta parazitoidlerinin araştırılması; Ön bulgular. 12. Ulusal Ekoloji Ve Çevre Kongresi, Muğla, Türkiye, 14-17 Eylül 2015, ss.303-303.
6. Ser, Ö., Öz, E., Koç, S., Çinbilgel, İ., Yanikoğlu, A. ve Çetin H. 2014. *Origanum bilgeri* (Lamiaceae) bitkisi uçucu yağının *Culex pipiens* üzerindeki repellent (kovucu) etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi Eskişehir, Türkiye, 23-27 Haziran 2014, ss.979-979.
7. Öz, E., Koç, S., Ser, Ö., Çinbilgel, İ., Yanikoğlu, A. ve Çetin, H. 2014. *Dorystaechas hastata* (Lamiaceae) bitkisi uçucu yağının *Culex pipiens* üzerindeki larva öldürücü etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 23-27 Haziran 2014, ss.996-996.
8. Öz, E., Çetin, H. ve Yanikoğlu, A. 2014. Antalya kentinde Amerikan hamamböceği (*Periplaneta americana* L.) popülasyonlarında permethrine karşı oluşan hassasiyet durumunun araştırılması. II. Ulusal Vektör Mücadelesi Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 6-9 Kasım 2014, ss.15-15.
9. Koç, S., Öz, E., Ser, Ö., Aydın, Ç., Özay, C., Mammadov, R. ve Çetin, H. 2014. *Prospero autumnale* (Asparagaceae) bitkisinin soğanından elde edilen etanol ekstraktının *Culex pipiens* üzerindeki larva öldürücü etkisi. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 23-27 Haziran 2014, ss.984-984.
10. Öz, E., Koç, S., Yanikoğlu, A. ve Çetin, H. 2013. Fibronil içeren bazı jel formülasyonlarının hamamböceklerine karşı çekicilik ve etkinlik açısından değerlendirilmesi. I. Ulusal Vektör Mücadelesi Sempozyumu, Antalya, Türkiye, 8-10 Mart 2013, ss.60-60.
11. Öz, E., Çetin, H. ve Yanikoğlu, A. 2013. Fibronil'in laboratuvar koşullarında, iki farklı sıcaklıkta Alman hamamböceği (*Blattella germanica*)'ne karşı etkinliğinin araştırılması. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon, Türkiye, 23-27 Haziran 2013.

12. Öz, E., Yüce, M., Çetin, H. ve Yanikoğlu A. 2012. Bazı bitki uçucu yağ bileşenlerinin Alman hamamböceği (*Blattella germanica* L.) üzerine repellent (uzaklaştırıcı) etkisinin araştırılması. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, İzmir, Türkiye, 3-7 Eylül 2012.
13. Taylan, H., Öz, E., Koç, S. ve Çetin H. 2011. Antalya kıyılarında *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771) (Diptera: Culicidae) türünün biyolojik mücadelesine yönelik araştırmalar. 2. Ulusal Biyosidal Kongresi, Antalya, Türkiye, 17-20 Kasım 2011.
14. Koç, S., Öz, E., Erdoğan, G., Yanikoğlu, A. and Çetin, H. 2011. Synthetic pyrethroid resistance in housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), from the solid waste collection facility of Varsak, Antalya. VI. International Symposium on Ecology and Environmental Problems, Antalya, Türkiye, 17-20 Kasım 2011.
15. Çetin, H., Öz, E. and Yanikoğlu, A. 2009. Larvicidal effects of the essential oil of *Thymus revolutus* Celak (Lamiaceae) against the house mosquito, *Culex pipiens* L. The 5th Emca (European Mosquito Control Association), İtalya, 9-13 Mart 2009.
16. Çetin, H., Öz, E. and Çinbilgel, İ. 2009. Repellent activity of the essential oil of *Thymus longicaulis* subsp. *chaubardii* var. *chaubardii* against house mosquito, *Culex pipiens* L. 5th International Sove (Society For Vector Ecology) Congress, İstanbul, Türkiye, 11-16 Ekim 2009.
17. Öz, M., Erdoğan, A., Yavuz, M., Tunç, M.R., Öz, E. and Sert, H. 2009. The reproduction ecology and estimating the sex ratio of loggerhead turtle hatchlings at Belek beaches in Antalya, Turkey in 2008. 15th International Symposium on Environmental Pollution and its impact on life in the Mediterranean region: Problems and solutions, Bari, İtalya, 7-11 Ekim 2009.
18. Öz, E., Çetin, H. and Çinbilgel, İ. 2007. Fumigant toxicity of essential oil from *Mentha longifolia* L. (Lamiaceae) against the house mosquito, *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). The 4th EMCA (European Mosquito Control Association) Workshop, Prag, Çek Cumhuriyeti, 11-14 Eylül 2007.

Ulusal Kitap Bölümü

1. Öz, E., Yanikoğlu, A. ve Çetin, H. 2017. Hamamböcekleri (Blattodea: Blattidae) biyolojisi, ekolojisi ve mücadele yöntemleri. Vektör Artropodlar ve Mücadelesi, Özbel, Y., Ed., Türkiye Parazitoloji Derneği, ss.467-481, İzmir.