

749885

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

FARKLI DOZLARDA KONAĞA VERİLEN CYPERMETHRİNİN
PARAZİTOİT *Apanteles galleriae* WILKINSON (Hymenoptera:
Braconidae) BİYOLOJİSİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aylin ŞAHİN
129885

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN

Balıkesir, Temmuz - 2004

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

FARKLI DOZLARDA KONAĞA VERİLEN CYPERMETHRİNİN
PARAZİTOİT *Apanteles galleriae* WILKINSON (Hymenoptera:
Braconidae) BİYOLOJİSİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aylin ŞAHİN

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN

Sınav Tarihi: 10.08.2004

Jüri Üyeleri: Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN (Danışman-BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Feray KÖÇKAR (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Kubilay METİN (AMÜ)

Balıkesir, Temmuz - 2004

ÖZET

FARKLI DOZLARDA KONAĞA VERİLEN CYPERMETHRİNİN PARAZİTOİT *Apanteles galleriae* WILKINSON (Hymenoptera: Braconidae) BİYOLOJİSİNE ETKİLERİ

Aylin ŞAHİN
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN)
Balıkesir, 2004

Koinobiont ve soliter, larva endoparazitoiti *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae), Lepidopter konak, Küçük Balmumu Güvesi, *Achroia grisella* Fabr. üzerinde, 25 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 5 nispi nem ve 12:12 saat (Aydınlık: Karanlık) fotoperiyot uygulanarak laboratuvar şartlarında yetiştirildi. Farklı dozlarda (10, 20, 50 ve 100 ppm) konağa verilen cypermethrinin, *A. galleriae*'nin ergin çıkış süresi, verim, eşey oranı, ergin hayat uzunluğu ve boyuna etkileri tespit edildi.

Cypermethrin dozundaki artış kontrol grubu için 31.3 olan ergin çıkış süresini sırası ile 47.0, 50.0, 55.0 ve 56.0 gün olarak uzattı. Oğul döl veriminde doza bağlı azalma görülürken eşey oranındaki değişiklikler anlamlı değildi. Ergin hayat uzunluğunda sadece 50 ve 100 ppm'de önemli derecede azalma görüldü. Ergin boyunda doza bağlı olarak anlamlı değişiklik tespit edilmedi. Sonuçlarımız, dolaylı olarak cypermethrine maruz bırakılan parazitoitin gelişim biyolojisinin düşük dozlarda bile etkilenebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Apanteles galleriae*, cypermethrin, ergin çıkış süresi, verim ve eşey oranı, hayat uzunluğu, ergin boyu

ABSTRACT

EFFECTS OF CYPERMETHRIN THAT APPLIED TO HOST AT DIFFERENT DOSES ON THE BIOLOGY OF *Apanteles galleriae* WILKINSON (Hymenoptera: Braconidae)

Aylin ŞAHİN

Balikesir University, Institute of Science, Department of Biology

(M. Sc. Thesis / Supervisor: Ass. Prof. Dr. Fevzi UÇKAN)

Balikesir – Turkey, 2004

Koinobiont, solitary, and larval endoparasitoid, *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) was reared on lepidopterous host, the small wax moth, *Achroia grisella* Fabr. under a photoperiod of 12: 12 h (Light: Dark) at 25 ± 2 °C and 60 ± 5 % relative humidity. The effects of cypermethrin applied to host at different doses (10, 20, 50, and 100 ppm) on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity and size of *A. galleriae* were investigated.

Immature developmental time prolonged as 47.0, 50.0, 55.0, and 56.0 days with respect to 31.3 days in control group. Fecundity of adult parasitoids reduced with increasing doses but the differences in sex ratio was not significant. Adult longevity decreased significantly at 50 and 100 ppm. There was not a significant decrease in adult size with increasing doses. Our results showed that the developmental biology of parasitoid exposed indirectly to cypermethrin may be affected even in low doses.

KEY WORDS: *Apanteles galleriae*, cypermethrin, immature development, fecundity and sex ratio, longevity, adult size

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|--------------------------------|--------------|
| ÖZET, ANAHTAR KELİMELER | ii |
| ABSTRACT, KEY WORDS | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ | vi |
| ÖNSÖZ | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. MATERYAL VE YÖNTEM | 12 |
| 2.1 Konak Kültürü | 12 |
| 2.2 Parazitoit Kültürü | 13 |
| 2.3 Pestisit | 14 |
| 2.4 Pestisitın Uygulanması | 14 |
| 2.5 Ergin Çıkış Süresi | 15 |
| 2.6 Verim ve Eşey Oranı | 16 |
| 2.7 Ergin Hayat Uzunluğu | 16 |
| 2.8 Ergin Boyu | 17 |
| 2.9 İstatistik | 17 |
| 3. BULGULAR | 18 |
| 3.1 Ergin Çıkış Süresi | 18 |
| 3.2 Verim ve Eşey Oranı | 19 |
| 3.3 Ergin Hayat Uzunluğu | 22 |
| 3.4 Ergin Boy Uzunluğu | 25 |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ | 28 |
| 5. KAYNAKLAR | 36 |

ŞEKİL LİSTESİ

| Şekil Numarası | Adı | Sayfa |
|----------------|--|-------|
| Şekil 1.1 | İnsektisitlerin nörotoksik etki basamakları | 7 |
| Şekil 2.1 | Cypermethrinin yapısı | 14 |
| Şekil 3.1 | Farklı cypermethrin dozlarında ergin çıkış süresinde görülen değişimler | 19 |
| Şekil 3.2 | Farklı cypermethrin dozlarında erkek ve dişi veriminde görülen değişimler | 21 |
| Şekil 3.3 | Farklı cypermethrin dozlarında toplam verim ve dişi eşey oranındaki değişimler | 21 |
| Şekil 3.4 | Farklı dozlarda erkek, dişi ve her iki eşeyde ergin hayat uzunluğu | 24 |
| Şekil 3.5 | Farklı cypermethrin dozlarında ergin hayat uzunluğundaki değişimler | 24 |
| Şekil 3.6 | Farklı cypermethrin dozlarına bağlı ergin boy uzunluğundaki değişimler | 26 |
| Şekil 3.7 | Erkek ve dişi boy uzunluğunda gerçekleşen doza bağlı değişimler | 27 |

TABLO LİSTESİ

| Tablo Numarası | Adı | Sayfa |
|-----------------------|---|--------------|
| Tablo 2.1 | Bronskill tarafından önerilen besin içeriği ve içerikte yapılan değişiklik | 13 |
| Tablo 3.1 | <i>A. galleriae</i> 'da cypermethrin dozuna bağlı ergin çıkış süresindeki değişimler | 18 |
| Tablo 3.2 | <i>A. galleriae</i> 'da cypermethrin dozuna bağlı toplam verim ve dişi eşey oranındaki değişimler | 20 |
| Tablo 3.3 | Cypermethrin dozu ve eşey etkileşiminin ergin hayat uzunluğuna etkilerini gösteren ANOVA tablosu | 22 |
| Tablo 3.4 | <i>A. galleriae</i> 'da cypermethrin dozuna bağlı ergin hayat uzunluğundaki (gün) değişimler | 23 |
| Tablo 3.5 | Cypermethrin dozu ve eşey etkileşiminin ergin boy uzunluğuna etkilerini gösteren ANOVA tablosu | 25 |
| Tablo 3.6 | <i>A. galleriae</i> 'da cypermethrin dozuna bağlı ergin boy uzunluğundaki (mm) değişimler | 26 |

ÖNSÖZ

Lisans üstü eğitimimin ilk gününden itibaren, tecrübe ve bilgisi ile beni her zaman destekleyen ve yönlendiren çok değerli Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında bilgi birikimini benimle paylaşan ve her konuda yardımcı olan Sayın Ekrem ERGİN'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Araştırmalarım esnasında yakın ilgilerini gördüğüm Fen – Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ndeki hocalarıma ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Tezimin deney aşamalarında yardımını esirgemeyen ve destek olan Arş. Gör. Olga SAK'a, ve zor anlarda birbirimize destek olduğumuz oda arkadaşlarıma ve E. Esra GÜLGÖNÜL'e teşekkür ederim.

Son olarak hayatım boyunca beni her zaman destekleyen, sevgi ve güvenlerini benden hiç esirgemeyen, eğitimimi sürdürebilmem için bana her türlü imkanı tanıyan canım annem, babam ve kardeşime sonsuz teşekkürler...

Balıkesir, 2004

Aylin ŞAHİN

1. GİRİŞ

Tarımsal ürünlerde verimlilik ve hijyeni olumsuz yönde etkileyen tarım zararlılarını yok etmek amacıyla pestisit adı verilen zehirli kimyasal maddeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilinçsiz ve kontrolsüz pestisit kullanımı hedef canlıların yanı sıra hedef alınmayan canlıları da etkilemektedir. Asıl amaçları hastalık ve zararlıları yok etmek olan pestisitler, hem ekolojik hem de ekonomik açıdan büyük sorunlara neden olmaktadır [1, 2]. Kimyasallar, geniş bir alanda bıraktıkları kalıntılarla, su, toprak ve hava kirlenmesine neden olarak ekolojik sistemin dengesini bozmaktadırlar [3]. Pestisitlerin bilinçsiz kullanılması sonucu akut ve kronik zehirlenmeler olabilmektedir [3]. Akut zehirlenmeler kaza ile veya yanlış kullanım sonucu özellikle tarım ve endüstri sektöründe çalışanlarda ve çocuklarda görülebilmektedir [3]. Kronik zehirlenmeler ise endüstride pestisit üretiminde çalışanlarda ve pestisitlerle kontamine olmuş veya bekleme süresi bitmeden pestisit kalıntısı içeren besinlerin yenmesiyle halk arasında olabilmektedir. Akut ve kronik zehirlenmelere dünyanın birçok yerinde olduğu gibi ülkemizde de rastlanmaktadır [3]. Pestisitler kullanıldıkları yerlerde kirliliğe sebep olabildikleri gibi, buldukları yerlerden biyolojik ve fiziksel yollarla çok uzak bölgelere kadar taşınabilirler. Özellikle biyolojik parçalanma hızları yavaş olanlar ve lipitte çözünenler biyoekosistemlerde özellikle bitkilerde, hayvanlarda ve hatta insan yağ ve kemik dokusunda birikerek tüm canlılar için zararlı olmaktadır [1, 3].

Birçok böcek türü, ilk uygulamalarda pestisitlerden etkilense de, daha sonra bu kimyasallara karşı direnç kazanabilirler. Örneğin, Alabama'da yapılan bir çalışmada, pamuk afitlerinin organofosfat ve piretroit insektisitlerine karşı zaman içinde direnç kazandıkları belirlenmiştir [4]. Böcekler pestisitlere karşı direnç kazansalar da diğer canlılar özellikle de memeliler gibi gelişmiş canlılarda bu tip bir direnç gözlenmemiştir [5]. Bu kimyasalların kanserojen, teratojen ve mutajen etkileri göz önüne alındığında [1, 5], ortaya çıkan olumsuzluklar kaygı vericidir. Bu nedenle, pestisitlerin zararlı etkilerinin ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi

amacıyla kimyasal kontrol yöntemlerinin yerini alabilecek başka yöntemler üzerindeki çalışmalar son yıllarda artmıştır [6]. Özellikle, 1980 sonrasında gelişmiş ülkelerde “Entegre Zararlı Yöntemi (IPM =Integrated Pest Management)” adı altında yeni bir yöntem ortaya çıkmıştır [7, 8, 9, 10]. Bu yöntem içinde en çok kabul göreni, doğal dengenin korunmasını sağlayan, canlı ve cansız ortama hiçbir zararı olmayan, doğada bir birikime ve çevresel kirliliğe yol açmayan biyolojik kontrol yöntemidir [1, 6, 7, 11].

Biyolojik kontrolde ya zararlının doğal düşmanları (parazitler, parazitoitler, patojen bakteriler, virüsler ve predatörler) doğrudan doğruya kullanılır ya da diğer stratejiler (kısırlaştırma, feromon tuzakları ile toplama, beslenmeyi önleyici maddelerle beslenmenin önlenmesi) uygulanır [12]. Doğal düşmanların en uygunu, en az risk taşıyan ve en çok spesifik etki yapanı parazitoitlerdir [2, 13]. Bu nedenle parazitoit türler ekolojik can simitleri olarak tanımlanmaktadır [14]. Parazitoitlerin çoğalması konağa bağlı olduğundan, konak sayısındaki artış parazitoit sayısını arttırmakta, konak sayısındaki azalma ise parazitoit sayısını azaltmaktadır [15, 16, 17]. Bu şekilde konak ve parazitoit arasında belli bir denge sağlanmaktadır [1].

Parazitoit terimi, ilk olarak, bu organizmaları tipik parazitlerden ayırmak için Reuter tarafından kullanılmıştır [18]. Doult [19] ise parazitoitleri parazitlerden ayıran temel farklılıkları tanımlamıştır. Parazitoitlerde gelişen birey konağı öldürür ve besinlerini oluşturan konaklarını öldürme özellikleri ile parazitoitler daha çok predatörlere benzerler [19, 20, 21]. Parazitoitler sadece ergin öncesi evrede parazittirler ve çoğunlukla konakları ile aynı taksonomik sınıfa sahiptirler [19]. Konaklarından büyük, küçük ya da konaklarıyla aynı büyüklükte olabilirler [19]. Ayrıca, parazitoitler konakları üzerinde morfolojik bozukluğa neden olmazlar [19]. Parazitoitler biyolojik özelliklerine göre değişik şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Larvalarının beslenme davranışına göre, parazitoitler endo ve ekto parazitoitler olarak iki sınıfa ayrılabilir [21, 22]. Endoparazitoit olanlar yumurtalarını konağın içine bırakır ve larvalar konağı içten yiyerek gelişir ve erginleşirler [15, 16, 23]. Ektoparazitoit olanlar ise, yumurtalarını konak yüzeyine bırakırlar ve larvaları, vücutları dışarıda, ağız parçaları ise konak vücudu içinde olacak şekilde beslenir ve gelişirler [24, 25]. Ovipozisyondan sonra konağın gelişimine izin veren parazitoitler koinobiont, ovipozisyondan önce konağı öldüren veya felç edenler ise idiobiont

olarak tanımlanmıştır [21, 22]. Ayrıca, parazitoitler bir konaktan elde edilen ergin parazitoit sayısına göre de gregar ve soliter parazitoitler olarak ayrılabilirler [21]. Soliter olanlarda, aynı konağa, dişi parazitoit tarafından birden fazla yumurta bırakılsa da, bunlardan sadece bir tanesi ergin evreye ulaşabilir [26, 27]. Ancak, gregar olanlarda çok sayıda larva ergin evreye ulaşabilmektedir [21]. Yeterli miktarda konak bulunmadığında, aynı türe ait dişi parazitoitlerin aynı konak üzerine yumurta bırakmaları superparazitizm olarak tanımlanır [26 - 30]. Farklı iki türe ait larva, konağı besin kaynağı olarak kullanımda birbiri ile rekabete girerse multiparazitizm meydana gelir [27, 29, 31]. İkinci türe ait larvanın konağı değil de, konakta bulunan diğer türe ait larvayı besin kaynağı olarak kullanması durumu ise hiperparazitizm olarak adlandırılmıştır [21]. Kleptoparazitizm ise ender olarak görülen bir parazitizm tipidir [21]. Bir kleptoparazitoit zorunlu olarak başka türden bir parazitoitin varlığına ihtiyaç duymaktadır. Bu zorunluluk, sadece kleptoparazitoit ovipozitörden yoksun olduğundan ve yumurta bırakmak için konağın daha önceden başka bir tür tarafından ovipozisyon için delinmesi gerektiğinden ortaya çıkmıştır [21]. Yumurta bıraktıkları konak evresine göre parazitoitler, yumurta, larva, pup ve ergin parazitoitleri olarak tanımlanmaktadır [21]. Yapılan çalışmalarda, parazitoitlerin ergin öncesi gelişimlerini, Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Homoptera, Diptera, Hemiptera ve Heteroptera gibi değişik böcek ordolarına ait türlerin, yumurta [22, 32, 33], larva [22, 34, 35], prepup [22, 24], pup [22] ve ergin [36] evrelerine yumurta bırakmak sureti ile onları konak olarak kullanarak tamamlayabildikleri gibi, değişik örümcek ve akarların farklı evrelerini de konak olarak kullanabildikleri tespit edilmiştir [37]. Bazı durumlarda ise, dişi parazitoit yumurtalarını doğrudan konak üzerine değil de, onun besini üzerine bırakmaktadır. Böylece parazitoit yumurtası beslenme yoluyla konak tarafından alınmakta ve konak içinde gelişimini sürdürmektedir [21].

Parazitoit türler, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, ve Coleoptera takımlarında bulunmaktadır [21]. Ancak, parazitoit türlerin çok büyük bir çoğunluğu Hymenoptera ve Diptera takımlarının üyeleridir [21]. Hymenoptera takımında bugüne kadar yüz binin üzerinde, Diptera takımında on beş binin üzerinde diğer takımlarda ise üç binin üzerinde parazitoit karakterde tür tanımlanmıştır [18, 21]. Bununla birlikte, araştırmacılar daha yüz binlerce tanımlanmamış ve parazitoit

karakterde böcek olabileceğini ileri sürmektedirler [21]. Gerek sayıca çok fazla olmaları, gerekse de çeşitli böcek takımlarına ait tarım zararlısı türlerin farklı evrelerini yumurta bırakmak için kullanıp geniş bir zararlı yelpazesinde etkili olduklarından, son yıllarda zararlıların kontrolünde Hymenoptera parazitoit türlerinin kullanılması artmıştır [15, 16, 19, 22, 24, 25, 29, 30, 32 - 37].

Tarımsal zararlıların kontrolünde kullanılan IPM programlarında başarı için çoğu kez kimyasal ve biyolojik kontrol yöntemlerinin uygun olarak birlikte kullanımı gerekebilir [6, 7, 8, 39, 40]. Kullanılacak insektisit çeşidinin, dozunun ve zamanlamasının seçimi zararlının populasyon yoğunluğunu baskılamada etkili olmaktadır [6, 7, 8, 39]. IPM programında kullanılacak bir insektisit toksisitesi, hedef olan tarım zararlısına karşı yüksek, ancak o tarım zararlısını konak olarak kullanan ve asıl hedef olmayan parazitoite veya diğer canlılara karşı düşük olmalıdır [39]. Doğada zararlılar ile biyolojik kontrol ajanları arasında sürekli bir etkileşim olduğundan, zararlı tür ile parazitoit tür arasındaki ilişkinin bilinmesi zararlılarla mücadelenin başarısı için önemli bir unsurdur [39 - 42]. Çünkü, bir parazitoitin ergin öncesi ve sonrası hayatı, konağından kaynaklanan faktörlerden etkilenmektedir [12, 43]. Bu nedenle, zararlılarla mücadele amacıyla insektisitlerin kullanımı, asıl hedef olmayan yararlı böceklerin yaşam devrini etkileyebilir [44]. Biyolojik kontrol ajanlarının olumsuz yönde etkilenmesi, zararlı böceklerin sayısında tekrar artışa neden olur [44]. Bununla beraber, insektisitler, özellikle de geniş spektrumlu insektisitler, konak ve onun doğal düşmanı arasındaki dengeyi bozarlar, çünkü doğal düşmanlar genellikle zararlı türlere nazaran insektisitlere karşı daha hassastırlar [8]. Konak insektisite karşı toleransını arttırabilirken, parazitoit konak kadar hızlı arttıramaz, bu da biyolojik kontrolün başarısını azaltır [8]. Bu nedenlerle, pestisitlerin biyolojik kontrol ajanları üzerindeki potansiyel etkilerinin bilinmesi önemli olmaktadır [7].

Insektisitlerin farklı parazitoit türleri üzerindeki etkilerini belirleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır [6, 7, 8, 39, 40, 44 - 49]. Xu ve ark. (2001), krusifer bitkilere zarar veren *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae) ve parazitoiti *Diadegma insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin permethrine olan duyarlılıklarını belirlemişlerdir [8]. Araştırmacılar, zararlı

populasyonunun, parazitoit populasyonuna kıyasla permetrine karşı toleransını daha hızlı arttırdığını tespit etmişlerdir [8]. Acephate, methomyl, ethofenprox, cartap chlorfluazuron ve *Bacillus thuringiensis* (Bt) insektisitlerinin toksisiteleri yumurta parazitoiti *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nın farklı gelişim evrelerinde test edilmiş, insektisitlerin parazitoite toksik etkileri ve ethofenproxun en yüksek toksisiteye sahip olduğu tespit edilmiştir [7]. Nowak ve ark. (2001), *Rhyacionia frustrana* Comstock (Lepidoptera: Tortricidae) güvesinin dört parazitoit türüne çeşitli insektisitlerin etkilerini incelemiş ve çalışmalar sonucunda parazitoite en fazla toksik etkide bulunan bileşiklerin piretroit grubu insektisitler olduğunu tespit etmişlerdir [49]. Organofosfatlı bir insektisit olan malathion sentetik besin içerisinde, *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ergin dişilerine oral yolla verildiğinde, farklı dozların yaşam süresi ve yumurta verimini önemli derecede değiştirdiği, ancak yumurtaların açılımı üzerine önemli bir etkide bulunmadığı tespit edilmiştir [47].

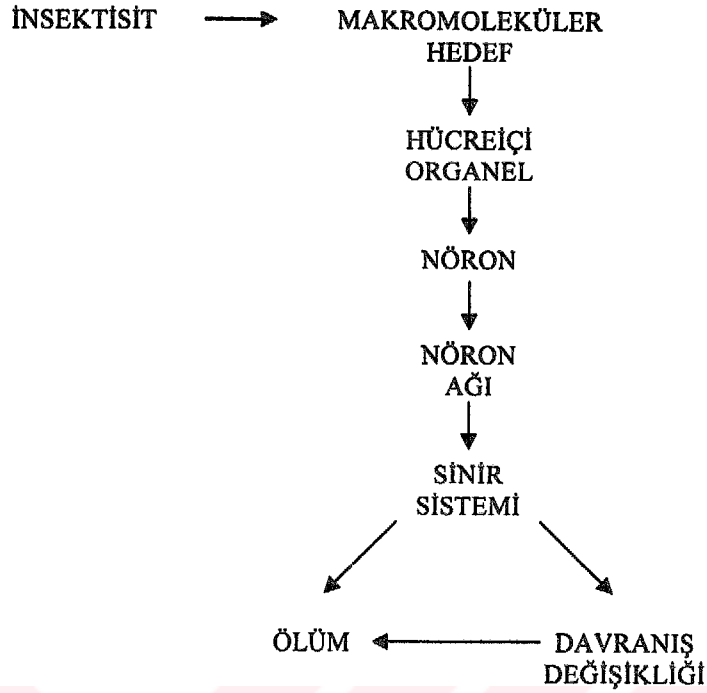
Tarım sektöründe kullanılan kimyasalların büyük bir çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Whitehead (1995) insektisitleri;

- a) Amidinler
- b) Botanikler
- c) Karbamatlar
- d) Organoklorinler
- e) Organofosfatlar
- f) Organotinler
- g) Piretroitler

olmak üzere yedi farklı grupta sınıflandırmıştır [50]. Çeşitli alanlarda, özellikle de tarım sektöründe bu insektisitlerden en yaygın kullanılanları organoklorinler, organofosfatlar, karbamatlar ve piretroitlerdir [51]. Bu insektisit grupları tarımsal zararlılarla mücadelede ve onların populasyonlarını baskılamada kullanılmakla birlikte en çok kullanılanların sentetik piretroitler olduğu belirtilmiştir [52]. Bu geniş kullanımın nedeninin etkili bir insektisit grubu ve düşük memeli toksisitesine sahip olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir [53].

Çalışmamızda kullanılan cypermethrin de sentetik piretroit ailesinden bir insektisittir [6, 48, 54] ve çeşitli tarım zararlılarının özellikle Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera takımlarına ait böceklerin kontrolünde kullanılmaktadır [6, 48, 54, 58]. Oldukça kompleks bir molekül olup sekiz farklı izomerden oluşmaktadır [5, 55]. Temas ve beslenmeye bağlı etki gösteren sistemik olmayan bir insektisittir [55, 58]. Zehirlilik sınıfı iki, bazı formülasyonlar için üçtür [55, 56]. Cypermethrin yağda çözünebilen bir moleküldür bu nedenle yağ dokularında tutulup birikime neden olabilir [57]. Suda çözünürlüğü ise 20 °C sıcaklıkta 1 mg/L'dir [56]. California'da hastalığa neden olan pestisitler incelendiğinde cypermethrinin dördüncü sırada geldiği belirlenmiştir [6]. Memelilerde oral yolla alındıklarında insektisitlerin meydana getirdiği etki kontakt toksisitesinden daha fazla olmasına karşın, böceklerde her iki yolla oluşan etki hemen hemen aynıdır [59]. Ülkemizde cypermethrinin meyve, sebze, endüstri ve süs bitkileri, hububat zararlıları başta olmak üzere çok geniş bir kullanım alanı vardır [57].

Tüm sentetik piretroitlerde olduğu gibi, cypermethrin böceklerin sinir sisteminin normal fonksiyonunu bozarak onları öldürür (Şekil 1.1) [5,52]. İnsektisitlerin böcek sinir sistemiyle etkileşimi hakkındaki araştırmalar anatomik ve fonksiyonel organizasyon seviyesinde yürütülmektedir [60]. Küçük bir organik molekül olan insektisit canlı vücudunda bir makromolekülle etkileşir [60]. Bu makromolekül enzim, nörotransmitter, protein, karbohidrat, nükleik asit veya lipit olabilir [60]. Ancak insektisitlerin her zaman tek bir etki bölgesi yoktur [60]. İnsektisitlerin asıl hedef bölgenin dışında diğer bölgelerle etkileşimleri, toksikolojik olarak önemli olan yan etkilere neden olabilir [60]. Toksikolojik etkiler hücre içi organellerin fonksiyonlarını değiştirir [60]. Organel seviyesinde gerçekleşen bu etki tüm nöronlara iletilir [60]. Nöronların fonksiyonunun bozulması tüm nöron ağının fonksiyonunu etkiler. Organizmada çevreye uyum ve fizyolojik ihtiyaçlarına uygun olmayan davranışlara neden olur [60]. Eğer sinir veya davranış aktivitesindeki bozukluklar yeterli büyüklükteyse, böceklerde ölüm gerçekleşir [60].



Şekil 1.1 İnsektisitlerin nörotoksik etki basamakları

Tüm hayvanlarda olduğu gibi böceklerde de sinir impulsları sinir hücreleriyle iletilir. Bu iletim, sinir hücrelerinin sodyum iyonlarına karşı geçirgenliğinin artması ve sodyumun hücre içine girmesiyle olur. Cypermethrin sodyumun hücre içine girmesini sağlayan kanalın kapanmasını geciktirir [5, 61]. Böylece tek bir sinir impulsu yerine, çoğul sinir impulsları oluşur. Bu impulslar sinir hücresinin bir nörotransmitter olan asetilkolini bırakmasını sağlar ve böylece diğer sinirler de uyarılır [5]. Cypermethrinin sinir sisteminde farklı etkileri de vardır. Uyarılma ve kasılmayı sağlayan γ -aminobutyric asit reseptörünü inhibe eder [62]. Buna ilaveten sinir hücreleri tarafından kalsiyum alımını ve nörotransmitterleri parçalayan monoaminoksidazı inhibe eder [5]. Cypermethrin aynı zamanda adenozintrifosfataz enzimini etkiler [5]. Bu enzim hücresel enerji üretiminde metal atomlarının transferinde ve kas kasılmalarında kullanılır [5].

İnsektisitlerin etki yerlerine göre toksik etkileri farklılık göstermektedir [3]. Biyolojik sistemle toksikan'ın ilk temas yerinde görülen etki lokal etki olarak tanımlanır [3]. Sistemik etki ise ancak zehirin absorpsiyonu ve etki yerine ulaşması

sonucunda görülmüştür [3]. Bazı maddeler hem lokal hem de sistemik etki gösterebilirler [3, 60]. Biyolojik sistemle aynı ortamda bulunan zehirin sistemik etkisini gösterebilmesi için biyolojik membranları geçerek etki yeri olan spesifik bir reseptör, enzim veya sinir membranı ile reaksiyona girmesi gerekmektedir [3, 60]. Biyolojik etkinin şiddeti ve niteliği etki yerindeki miktarı ile ilişkilidir [3]. Bir organizmada toksik maddenin kimyasal değişimleri biyotransformasyon olarak tanımlanır [3, 60]. Çeşitli yollarla organizmaya giren kimyasal maddeler enzimlerin katalitik etkisi ile kimyasal reaksiyonlara girerler ve metabolitlere dönüştürülür ve konjugasyonla inaktif hale dönüştürülerek atılırlar [3, 60]. Bu son mekanizma biyotransformasyonun toksisite azalması ile ilgili olduğu için bu basamağa detoksifikasyon denilmektedir [3, 60]. Kimyasal maddenin biyotransformasyonu sonucu en çok dönüştüğü metabolite ana metabolit, daha az miktarda oluşan metabolizma ürününe de minör metabolit denilmektedir [3]. Canlılarda akut veya kronik etki eden ve ölüme neden olan genellikle pestisitlerin ana metabolitleridir [60].

Toksik maddelerin biyotransformasyonu genellikle spesifik olan kompleks enzimlerle gerçekleştirilir [3]. Biyotransformasyon mekanizmaları iki fazda toplanabilir. Faz I reaksiyonları yükseltgenme (oksidasyon), indirgenme (redüksiyon) ve hidroliz olaylarını, Faz II reaksiyonları ise çeşitli konjugasyon veya sentez olaylarını içerir [3]. Birinci fazda lipitte çözünen xenobiyotikler daha polar moleküller haline geçerler [3]. İkinci fazda ise endojen maddelerle birleşen bu polar metabolitler inaktif hale getirilerek atılırlar [3].

Cypermethrini de içeren piretroit insektisitler primer alkollerin esterleridir ve esteraz enzimleriyle hidroliz edilirler [5, 38, 60]. Organofosfatlar ve alkil karbamatlar gibi esteraz inhibitörleriyle birlikte kullanıldıklarında piretroitlerin toksisitesinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir [60]. Bu artış piretroit metabolizmasında esterazların önemli olduğunu göstermektedir [60]. Piretroitler hidrolitik ve oksidatif yollarla üç temel grup ürün oluşturarak indirgenirler [60]. Bu ürünler ester bağları bozulmamış metabolitler ve ester ayrılmasıyla oluşturulan asit ve alkol metabolitleridir [60]. Böceklerde piretroitlerin hidrolizi farklı dokularda gerçekleşebilmektedir [60]. *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lepidoptera: Noctuidae)'de trans-permethrin ile yapılan bir çalışmada, larvalarda en yüksek

esteraz aktivitesi kütikülada, bağırsak ve yağ dokuda tespit edilmiştir [60]. Memelilerde ise piretroitlerin biyotransformasyonu temel olarak karaciğerde gerçekleşir [38]. Toksik maddenin metabolizmasında oluşan değişiklik toksisitesinde de değişikliğe neden olur [3, 60]. Metabolizmayı yaş, cinsiyet, hormonların eksikliği veya fazlalığı, hamilelik ve diyet gibi fizyolojik faktörler etkileyebilir [3]. Yapılan bir çalışmada genç sıçanların cypermethrine erginlere göre 20 kat daha duyarlı olduğu ve bunun muhtemelen detoksifikasyon enzimlerinin yeterince gelişmemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir [5].

Yapılan bir çalışmada, fareler hamilelik esnasında cypermethrine maruz bırakıldıklarında gelişme eksikliği olan yavrular meydana getirmişlerdir [5]. Ayrıca, cypermethrinin farelerde kemik iliği ve dalak hücrelerinde kromozom anomalilerine neden olduğu tespit edilmiştir [5]. Hamile tavşanlara cypermethrinli besin verildiğinde yavruların organ sayısında artma ve iskelet sisteminde bazı anormallikler belirlenmiştir [5]. Sıçan yavrularında ise dişilerin geç çıkması ve gözlerin geç açılması gibi bazı gelişim bozuklukları görülmüştür [5]. Tavşan ve farelerde cypermethrinin immün sistem fonksiyonunu baskıladığı tespit edilmiştir [5]. Cypermethrinle beslenen tavşanlar, Salmonella bakterilerine karşı cypermethrine maruz bırakılmamış olanlara göre daha az antikor üretmişlerdir [5]. Cypermethrinle beslenen fareler ise yabancı kan hücreleri ve yabancı proteinlere karşı daha az antikor üretmişlerdir [5]. Cypermethrin ayrıca olası bir insan kanserojeni olarak sınıflandırılmaktadır, çünkü yapılan çalışmada dişi farelerde akciğer tümörü frekansını arttırdığı saptanmıştır [5]. Ayrıca, cypermethrinin arılar, diğer faydalı böcekler, balıklar ve kuşlar üzerinde toksik etkilerinin bulunduğu belirtilmiştir [5].

Pestisitler organizmaya giriş yollarına göre mide zehirleri, değme zehirleri ve solunum zehirleri olarak sınıflandırılmaktadırlar [56]. Mide zehirleri zararlı vücuduna ağız yoluyla alınıp, sindirim sisteminde zehirlenmelere neden olan pestisitlerdir [56]. Değme zehirleri ise zararlının ilaçlanmış yüzeyde gezinmeleri sırasında deriden nüfuz ederek veya stigmalar, kıllar, tüyler vasıtasıyla vücut içine etkili olurlar [56]. Solunum zehirleri gaz haline gelerek stigmalardan veya diğer solunum organlarından vücut içine giren pestisitlerdir [56]. Tarım zararlılarıyla

mücadelenin en zararsız yolu olan biyolojik kontrol programlarında kullanılan parazitoitlerin, hayat devrelerinin bir bölümünde besin kaynağı olarak bir böceği konak olarak kullanması, konak bünyesinde bulunan insektisitlerin parazitoite oral yolla veya temas yoluyla geçmesini sağlar [47]. Bu nedenle, böcek türlerine, insektisit çeşidine ve farklı derişimlere bağı olarak değışik şekillerde ortaya çıkan etkilerin açığı çıkarılması gerekmektedir.

Çalışmamızda kullanılan parazitoit *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae), Lepidopter türlerinde koinobiont, soliter ve larva endoparazitoitidir. Literatürde bu parazitoitin konak olarak *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae), *Achroia grisella* Fabr. (Lepidoptera: Pyralidae), *Achroia innotata* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Vitula edmandsae* Packard (Lepidoptera: Pyralidae) erken evre larvalarını kullandığı tespit edilmiştir [63, 64]. *A. galleriae* ile ilgili yaptığımız literatür taramasında, taksonomik özelliklerini [65], bir dereceye kadar gelişim biyolojisini [63], konak türlerin parazitoitin bazı biyolojik özelliklerine etkilerini [66, 67], parazitoitin verim ve eşey oranına parazitoit-dişi eşdeğeri konak sayısındaki artışın etkilerini [67, 68] ve farklı sıcaklık ve besin çeşitlerinin ergin hayat uzunluğuna etkilerini [69, 70, 71] veren çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir. *A. galleriae* ile yapılan diğeri bir çalışmada ise, konak besin kalitesinin değıştirilmesinin, larval gelişim zamanını uzattığı, yaşam süresini kısalttığı, erkek eşey oranını arttırdığı, verim ve ergin boyunu ise azalttığı tespit edilmiştir [70]. Ayrıca *A. galleriae*'da mevsimsel yaşama ve yaş ve yoğunluğa bağılı üreme biyolojisinin modellenmesi [72] ve *A. galleriae* ve parazitlenmiş konağının toplam lipit ve yağ asiti içeriğinin belirlendiğı çalışmalar literatürde mevcuttur [73]. Ancak yapmış olduğumuz literatür taramasında, konağa uygulanacak insektisitlerin parazitoitler ve *A. galleriae* üzerindeki olumsuz etkileri hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Çalışmada konak olarak, arıcılar tarafından çok iyi bilinen, kozmopolit zararlı bir kelebek türü olan Küçük Balmumu Güvesi *A. grisella* kullanıldı. Küçük balmumu güveleri doğada bal arısı kolonilerinin ve dolaylı olarak meyve ağaçlarının bulunduğu yerlerde beslenirler ve dişileri yumurta bırakmak için akşam karanlığında arı kovanlarına girerler. Yumurtalarını kovandaki yarıklar ve çatlaklara bırakırlar ve

yumurtadan çıkan larvalar mum ve polen artıkları ile beslenirler. Özellikle, rengi koyulaşmış eski peteklerde uzun ağı galeriler açarak büyük çapta tahribata neden olurlar. Hatta, çoğu zaman, arı puplarını da ağla kaplayarak onların açılmalarını önlerler [74].

Pestisitler popülasyonlarının azalmasına neden olarak parazitöitleri olumsuz yönde etkileyebilirler. Doğal düşmanları doğrudan öldürebildikleri gibi, onların konaklarını öldürerek besinsiz kalmalarına neden olabilirler, böylece parazitöitleri hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkilerler [7, 40, 45, 47, 48,49, 56, 59, 75, 76]. *A. galleriae* erginleri, gerek bal peteklerindeki gerekse de meyve ağaçlarındaki zararlılara karşı kullanılan insektisitlere maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle konağa uygulanacak pestisitlerin parazitöit üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması gerektiği kanısındayız. Yapılan araştırmada, özellikle Balıkesir yöresinde, meyve ağaçları ve bağ zararlılarına karşı en çok kullanılan üç insektisit olan cypermethrin, deltamethrin ve malathion olduğu belirlenmiş ve gerek ülkemizde, gerekte dünyadaki yaygın kullanımından dolayı cypermethrinin *A. galleriae*'ya etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmasına karar verildi. Bu nedenle, cypermethrinin farklı dozları, besin içerisinde, bir endoparazitöit hymenopter türü olan *A. galleriae* dışılerince parazitlenen konak *A. grisella*'ya verilerek, parazitöit bireylerde verim, eşey oranı, ergin çıkış süresi, ergin boyu ve ergin hayat uzunluğundaki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Laboratuvar olarak $1,55 \times 2,92 \times 3,20$ ve $1,32 \times 2,63 \times 2,10$ metre boyutlarında birbirinden farklı iki oda kullanıldı. Bütün deneyler süresince laboratuvarlarda , 25 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 5 bağıl nem ve 12:12 saat A:K (Aydınlık: Karanlık) fotoperiyot şartları devam ettirildi. Sıcaklık 9000 BTU klima ve termostatlı radyatör kullanılarak, oda içi nispi nem radyatörün her iki yanına asılan içi su dolu plastik kaplarla ve belli zamanlarda laboratuvar zeminine su dökülerek sağlandı. Sıcaklık ve nem maksimum-minimum termometre ve higrometre ile devamlı olarak takip edildi. Aydınlık ve karanlık süresi zaman ayarlı fotoperiyot cihazı ile ayarlandı. Pestisit uygulamaları aynı koşullara sahip ayrı bir odada yapıldı.

2.1 Konak Kültürü

Deneylerde konak olarak Küçük Balmumu Güvesi, *A. grisella*'nın erken evre larvaları kullanıldı. *A. grisella*'nın laboratuvar süksesif kültürlerinin kaynağını, biyoloji laboratuvarından alınan ve içinde *A. grisella*'ya ait larva, pup ve erginler bulunan çekirdek kültür oluşturdu. Bu larva, pup ve erginler bir arada, doğal petek ve yarı sentetik besin içeren, ağzı hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ile kapatılmış, çeşitli hacimlerdeki cam kavanozlara konularak konak stok kültürü oluşturuldu. Konak stok kültürünün devam ettirilebilmesi için, Bronskill (1961)'den yararlanılarak [74] petek, bal, su, gliserin ve kepek karışımından oluşan besin ortamı kullanıldı. Larvaların gelişimleri gözlenerek, besinde larvalar için en uygun nem oranı sağlanacak şekilde, kullanılan kepek oranında değişiklikler yapıldı. Bronskill'in önerdiği besin değerleri ve bizim yaptığımız değişiklik Tablo 2.1'de verilmektedir.

Laboratuvarda konak süksefif kültürleri oluşturmak için onbeşer gün aralıklarla stok kültürden alınan beşer adet en çok iki gün yaşlı dişi ve erkek *A. grisella* erginleri, yukarıda belirtildiği gibi, içerisinde besin bulunan, ağzı hava sirkülasyonunu sağlayacak şekilde bezle kaplı bir litrelik cam kavanozlar içine bırakıldı. Stok ve süksefif kültür kaplarına populasyon yoğunluğuna bağlı olarak azalan konak besinini karşılamak için zaman zaman yeterli miktarda besin ve balsız petek ilave edildi. Süksefif konak kültürlerini kurma işlemine, hem kültürün devamını sağlamak hem de deneylerde kullanılacak erken evre larvalarını verecek erginleri elde etmek için deneyler boyunca devam edildi.

Tablo 2.1 Bronskill tarafından önerilen besin içeriği ve içerikte yapılan değişiklik.

| | Bronskill Besini | Kullanılan Besin |
|-----------------|------------------|------------------|
| Ufalanmış petek | 200 g | 200 g |
| Kepek | 500 g | 860 g |
| Süzme bal | 150 ml | 150 ml |
| Gliserin | 300 ml | 300 ml |
| Saf su | 150 ml | 150 ml |

2.2 Parazitoit Kültürü

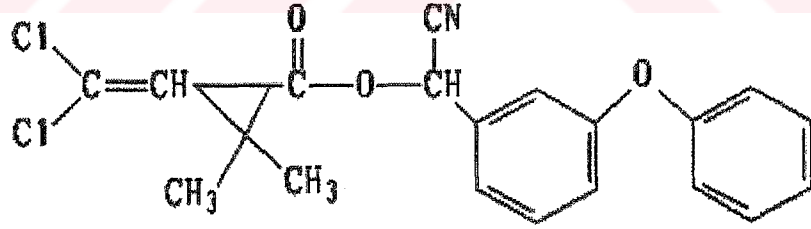
Deneylerde parazitoit olarak koinobiont, soliter, larva parazitoiti *A. galleriae* kullanıldı. *A. galleriae* stok kültürünün özünü kendi laboratuvarımızda yetiştirilen *A. galleriae* erginleri oluşturdu.

Parazitoitin süksefif kültürünü oluşturmak için 1-3 gün yaşlı dişi ve erkek *A. grisella* erginleri kullanıldı. Öncelikle, içerisinde besin ve balsız petek bulunan bir litrelik cam kavanozlara beş dişi ve beş erkek konak ergini bırakıldı. Konağın yumurtadan larvaya kadar olan gelişim süreci dikkate alınarak ve parazitoitlere yeterince erken evre konak larvası sağlamak için *A. grisella* erginlerinin bulunduğu kavanozlara yedi gün sonra beşer adet en çok 1-2 gün yaşlı ergin parazitoit dişi ve

erkeği bırakıldı. Cam kavanozların üzeri hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ve üstüne delikler açılmış kapaklar (larvaların bezi delip kaçmalarını önlemek amacıyla) ile kapatıldı. Belirtilen kültür kurma işlemleri belirli aralıklarla tekrarlanarak parazitoitin süksesif stok kültürleri oluşturuldu ve deneyler boyunca devam ettirildi. Söz konusu kültürlerden elde edilen erginlerin bir kısmı parazitoit kültürünün devamında, bir kısmı da deneylerde kullanıldı.

2.3 Pestisit

Çalışmamızda kullandığımız cypermethrin sentetik piretroit ailesinden bir insektisittir. % 25'lik cypermethrin, litresinde 250 gram aktif madde, çözücüler ve emülgatörler içeren emülsiyon konsantre formunda bir kimyasaldır. Kimyasal formülü (\pm) α - cyano - 3 - phenoxybenzyl (\pm) cis, trans - 3 - (2,2 - dichlorovinyl) - 2,2 - dimethylcyclopropanecarboxylate ve ticari adı Emperor'dur. Cypermethrin (250 g/L EC) aktif madde miktarına göre saf su ile seyreltilerek 10, 20, 50 ve 100 ppm'lik dozlarda çözeltiler hazırlandı ve besine saf su oranı kadar ilave edildi.



Şekil 2.1 Cypermethrinin yapısı

2.4 Pestisit Uygulanması

Farklı dozlarda konağa verilecek cypermethrinin, parazitoitin ergin çıkış süresi, verim, dişi eşey oranı, ergin hayat uzunluğu ve ergin boy uzunluğu gibi biyolojik özelliklerine etkilerini belirlemek için, öncelikle 1-2 gün yaşlı *A. grisella*

ergin dişi ve erkekleri elde edildi. Bunun için, içerisinde sadece konak larva ve pupları bulunan kültürler hergün takip edildi. Kültürden ilk çıkan 1-2 gün yaşlı konak erginleri deneylerin kurulmasında kullanıldı. İçerisinde 1 gr balsız petek bulunan 250 ml'lik cam kavanozlara, 1-2 günlük bir dişi ve bir erkek konak ergini bırakıldı. Çiftleşip yumurta bırakmaları amacıyla kavanozlara konulan konaklar, bırakılmalarının 5. gününde kavanozlardan alındılar ve 7. günde, içerisinde konak larvası bulunan bu kavanozlara 1-2 gün yaşlı, bir dişi ve bir erkek *A. galleriae* erginleri bırakıldı. *A. galleriae* erginlerine besin olarak %50 bal çözeltisi pamuk topçuklarına bandırılarak verildi. Konak erken evre larvalarını parazitlemeleri için kavanozlara bırakılan parazitoitler, konak erginlerinin kavanozlara bırakılmasının 12. gününde kavanozlardan alındı. Daha önce bahsedildiği gibi değişik konsantrasyonlarda seyreltilen (10, 20, 50 ve 100 ppm) % 25'lik cypermethrin, 5 gr besine saf su oranı kadar ilave edildi ve içerisinde parazitlenmiş larvalar bulunan deney kavanozlarına besin olarak verildi. Kavanozların ağızları hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ve üzerlerinde hava delikleri bulunan kapaklar ile kapatıldı.

Kontrol gruplarının oluşturulmasında, deney grupları için verilen yöntem izlendi, ancak kontrol gruplarına cypermethrin yerine, saf su eklenmiş besin verildi. Kontrol ve deney gruplarının gelişmeleri her gün takip edildi.

Bütün deney grupları üçer kez tekrar edildi. Tekrar gruplarında kullanılan konak ve parazitoit bireylerin farklı zamanlarda ve farklı kültürlerden alınmasına özen gösterildi.

2.5 Ergin Çıkış Süresi

Kontrol, 10, 20, 50 ve 100 ppm'lik deney grupları ergin çıkış süresinin belirlenebilmesi amacı ile her gün kontrol edilerek erginleşen parazitoit birey olup olmadığına bakıldı. İlk çıkan parazitoit birey tespit edildiğinde çıkış tarihi kayıt edildi. Çıkış süresinin belirlenmesinde, konak erken evre larvalarını parazitlemesi için kavanozlara bırakılan parazitoit erkek ve dişi bireylerinin kavanoza konma tarihi ilk gün olarak esas alındı. Parazitoit dişi ve erkeği deney kavanozuna konulduktan

kavanozda ikinci nesil parazitoit bireyin ilk çıktığı güne kadar geçen süre ergin çıkış süresi olarak belirlendi.

2.6 Verim ve Eşey Oranı

Verim ve eşey oranını belirlemek amacıyla, öncelikle her doz için (10, 20, 50 ve 100 ppm) yukarıda belirtilen şekilde deney grupları hazırlandı. Deney grupları hergün takip edildi ve ilk parazitoit ergini çıkmaya başladıktan ergin çıkışı durana kadar, çıkan dişi ve erkek parazitoit erginleri sayıldı ve kayıt edildi. Böylece, cypermethrin ile beslenen konak larvalarını parazitleyen dişi parazitoit başına verim (ikinci nesilde çıkan ergin parazitoit bireylerin toplam sayısı) tespit edildi. Bu işlem, her doz için üç kez tekrar edildi. Dişi eşey oranının tayini için ise, her deney grubundan çıkan ergin dişiler sayılarak toplam verime oranlandı ve dişi eşey oranı (%) hesaplandı.

2.7 Ergin Hayat Uzunluğu

Ergin hayat uzunluğunun belirlenebilmesi için, farklı dozlarda cypermethrin içeren her deney grubunda ergin çıkışı başladıktan sonra, çıkan parazitoit bireylerden bir dişi ve bir erkek bir arada olmak koşuluyla, bir çifti 80 ml'lik beherlere alındı. Dişi ve erkek parazitoit çiftlerinin bulunduğu beherlerin içerisine erginlerin besin ihtiyacını karşılamak için küçük kapakçıklar içinde %50 bal ihtiva eden pamuk topçukları bırakıldı. Beherlerin ağızları hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ile kapatıldı. Beherler içindeki pamuk topçukları hergün değiştirildi. Her cypermethrin dozu için beşer beherden oluşan deney serileri hazırlandı ve her bir deney serisi en az üç kez tekrar edildi. Hergün beherlerde ölen birey olup olmadığı kontrol edildi. Ölen bireylerin erginleştikleri gün ile öldükleri gün arasında geçen süre hesaplanarak hayat uzunlukları tespit edildi. Bu işlemler beherlere alınan tüm bireyler ölene kadar tekrar edildi.

2.8 Ergin Boyu

Cypermethrinin parazitoit ergin boy uzunluğuna etkilerini belirlemek amacıyla, kontrol grubu, 10, 20, 50 ve 100 ppm'lik deney gruplarından çıkan ergin bireyler kullanıldı. Her cypermethrin dozu için 15 dişi ve 15 erkek bireyin boy uzunlukları ltilerek tespit edildi. 100 ppm'lik deney grubundan yeterli miktarda ergin dişi çıkışı olmadığı için bu grupta 11 dişi bireyin boyu ltlebildi. Ergin boyu, Olympus SZX 12 marka stereo mikroskop kullanılarak ltld.

2.9 İstatistik

Cypermethrin dozuna bağlı olarak toplam verim, dişi eşi oranı, ergin çıkış süresi, ergin hayat uzunluğu, dişi ve erkek bireylerin boy uzunluğunda meydana gelen değişimler, Tek Yönlü Varyans Analizi (SPSS 1999) ile karşılaştırıldı [79]. Ayrıca, İki Yönlü Varyans Analizi (SPSS 1999) ile ergin hayat ve boy uzunluğunun cypermethrin dozu, eşi ve doz-eşi etkileşimine bağlı olarak değişip değişmediği değerlendirildi. Toplam verime ve eşi oranına ait yüzde değerleri varyans analizlerinden önce arksinus karekökleri alınmak suretiyle (Sokal and Rohlf 1995) normalleştirildi. Ortalamalar arası farklar Tukey gerçekten anlamlı farklılık (Tukey HSD) testleri ile belirlendi. Değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi $\alpha=0,05$ olarak esas alındı.

3. BULGULAR

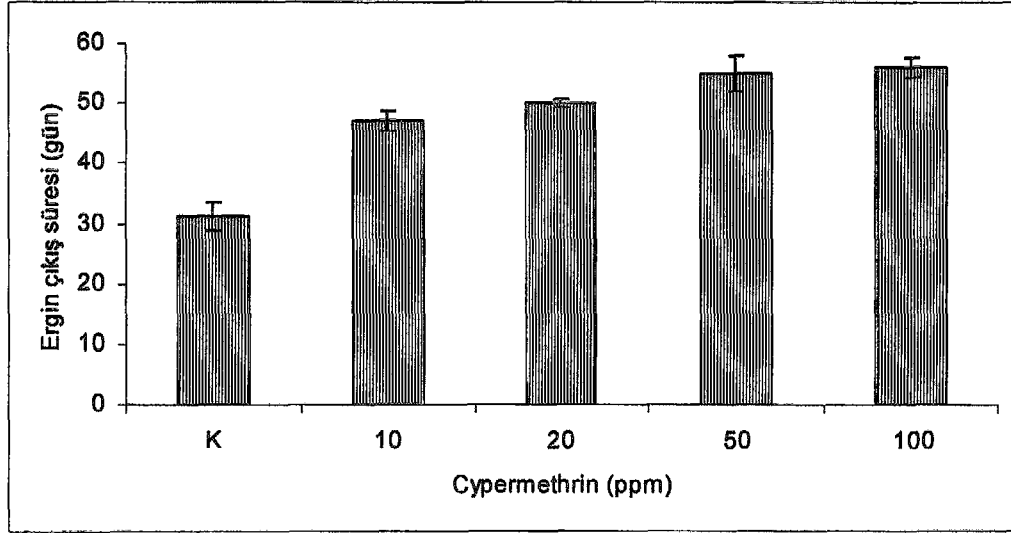
3.1 Ergin Çıkış Süresi

Cypermethrin dozuna bağlı olarak, ergin çıkış süresinde görülen değişimler Tablo 3.1'de verilmektedir. Tablo 3.1 incelendiğinde, farklı cypermethrin dozlarında, ergin parazitoit çıkış süresinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Deney grupları içinde ortalama ergin çıkış süresinin en kısa kontrol grubunda, en uzun ise 100 ppm'de olduğu görüldü. Kontrol ve cypermethrin uygulanan deney gruplarında (10, 20, 50 ve 100 ppm), ergin çıkış süresi sırası ile 31.3, 47, 50, 55 ve 56 gün olarak belirlendi. Ergin çıkış süresinde, cypermethrin dozu arttırıldıkça kademeli bir artış olduğu görülmektedir (Tablo 3.1, Şekil 3.1). Pestisitli gruplarda görülen artmanın kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli ancak doz arttıkça meydana gelen artışın önemsiz olduğu belirlendi ($F=24.594$; $sd=4.10$; $P<0.05$).

Tablo.3.1 *A. galleriae*'da cypermethrin dozuna bağlı ergin çıkış süresindeki değişimler.

| Cypermethrin dozu (ppm) | Ergin çıkış süresi (gün) | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | Min. – Mak. | ($\bar{x} \pm SH$) [*] |
| K | 27 – 35 | 31.3 \pm 2.3a |
| 10 | 44 – 50 | 47.0 \pm 1.7b |
| 20 | 49 – 51 | 50.0 \pm 0.6b |
| 50 | 50 – 60 | 55.0 \pm 2.9b |
| 100 | 53 - 59 | 56.0 \pm 1.7b |

^{*}Aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$; Tukey HSD testi).



Şekil 3.1 Farklı cypermethrin dozlarında ergin çıkış süresinde görülen değişimler.

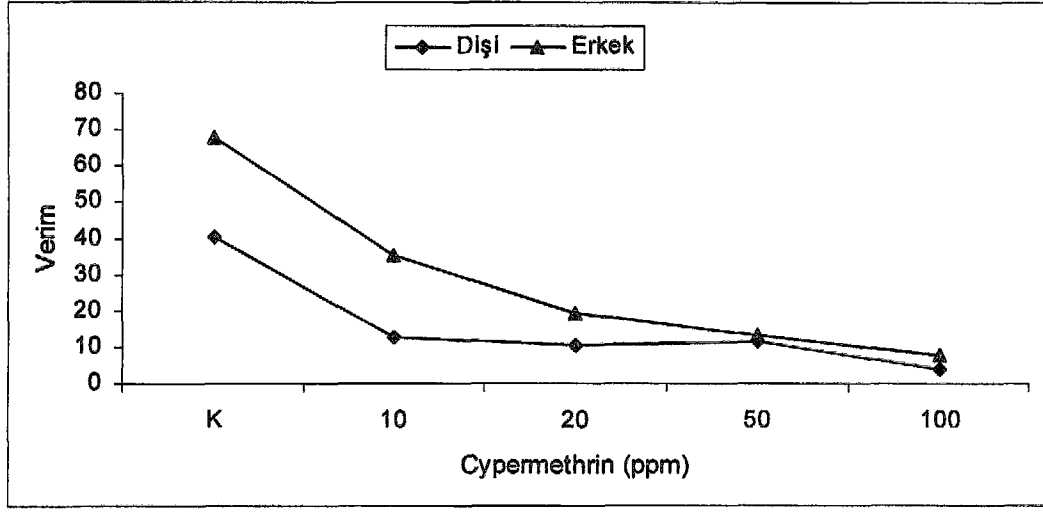
3.2 Verim ve Eşey Oranı

Kontrol grubu ve cypermethrin uygulanan gruplarda toplam dişi verimi sırasıyla, 40.3, 12.7, 10.3, 11.7 ve 3.7, erkek verimi ise sırasıyla 67.7, 35.3, 19.3, 13.3 ve 7.7 olarak hesaplandı (Tablo 3.2). Dişi ve erkeklerin toplam verimi ise kontrol grubunda 108, uygulanan diğer dozlarda ise sırasıyla 48, 29.7, 25 ve 11.3 bulundu. Cypermethrin konsantrasyonundaki artma, 50 ppm hariç dişi veriminde ve tüm dozlarda erkek veriminde azalmaya neden oldu (Şekil 3.2). *A. galleriae*'nin toplam veriminde ise, cypermethrin dozu arttırıldıkça kademeli bir azalma olduğu belirlendi (Tablo 3.2). Farklı dozlarda cypermethrin uygulanan deney gruplarında toplam verimde kontrol grubuna göre meydana gelen azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($F=30.615$; $sd=4.1$, $P<0.05$). Cypermethrin 100 ppm'de toplam verimi kontrol ve 10 ppm'e göre önemli ölçüde düşürdü. 100 ppm'de meydana gelen azalma 20 ve 50 ppm'le kıyaslandığında anlamlı değildi. Şekil 3.3 incelendiğinde özellikle 100 ppm'de toplam verimin düşük bir değere ulaştığı görülmektedir.

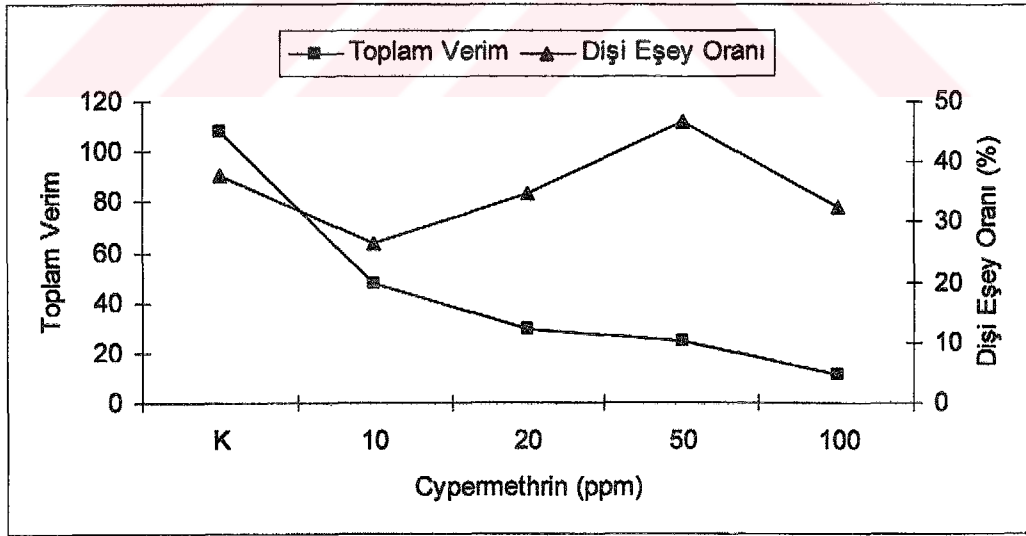
Tablo 3.2. *A. galleriae*'da cypermethrin dozuna bağı toplam verim ve dişi eşey oranındaki değişimler.

| CYP | VERİM VE EŞEY ORANI | | | | | |
|-----|---------------------|----------------------|-----------|----------------------|---|-------------------------------------|
| | Dişi | | Erkek | | Toplam Verim ($\bar{x} \pm SH$) ^a | Dişi Eşey Oranı (%) [*] |
| | Min.-Mak. | ($\bar{x} \pm SH$) | Min.-Mak. | ($\bar{x} \pm SH$) | | |
| K | 19 - 73 | 40.3 \pm 16.6 | 59 - 84 | 67.7 \pm 8.2 | 108.0 \pm 13.2a | 37.6a |
| 10 | 12 - 13 | 12.7 \pm 0.3 | 28 - 47 | 35.3 \pm 5.9 | 48.0 \pm 6.0b | 26.4a |
| 20 | 7 - 13 | 10.3 \pm 1.8 | 16 - 23 | 19.3 \pm 2.0 | 29.7 \pm 3.7bc | 34.8a |
| 50 | 10 - 15 | 11.7 \pm 1.7 | 12 - 14 | 13.3 \pm 0.7 | 25.0 \pm 2.1bc | 46.7a |
| 100 | 3 - 4 | 3.7 \pm 0.3 | 4 - 10 | 7.7 \pm 1.9 | 11.3 \pm 2.2c | 32.4a |

* Aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P > 0,05$; Tukey HSD testi).
CYP; Cypermethrin konsantrasyonu (ppm), SH; Standart Hata.



Şekil 3.2 Farklı cypermethrin dozlarında erkek ve dişi veriminde görülen değişimler.



Şekil 3.3 Farklı cypermethrin dozlarında toplam verim ve dişi eşey oranındaki değişimler.

Uygulanan farklı cypermethrin dozlarında ve kontrol gruplarında ortalama dişi eşey oranının değişiklik gösterdiği görüldü. Kontrol ve cypermethrin uygulanan deney gruplarında dişi eşey oranı (%) sırasıyla 37.6, 26.4, 34.8, 46.7 ve 32.4 olarak belirlendi (Tablo 3.2). Ancak, cypermethrin konsantrasyonuna bağlı dişi eşey oranında meydana gelen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edildi ($F=1.505$; $sd=4.10$; $P>0.05$). Dişi eşey oranında kontrol grubuyla kıyaslandığında, doz arttırıldıkça doğrusal bir artma veya azalma tespit edilmedi ve uygulanan dozların dişi eşey oranını etkilemediği görüldü (Şekil 3.3).

3.3. Ergin Hayat Uzunluğu

Cypermethrin dozu ve eşey etkileşiminin, ergin hayat uzunluğuna etkileri ANOVA tablosunda verilmektedir (Tablo 3.3). 2-faktörlü varyans analizi sonuçları; ergin hayat uzunluğunun cypermethrin dozu ve eşeye göre önemli derecede değişiklik gösterdiğini ($P<0.05$) ancak ergin hayat uzunluğunda cypermethrin dozuna bağlı farklılığın eşeyden bağımsız olarak oluştuğunu ($P>0.05$) göstermektedir.

Tablo 3.3 Cypermethrin dozu ve eşey etkileşiminin ergin hayat uzunluğuna etkilerini gösteren ANOVA tablosu ($r^2=0.451$).

| Kaynak | sd | KO | F | P |
|----------|-----|----------|--------|-------|
| Doz | 4 | 1234.128 | 23.648 | 0.000 |
| Eşey | 1 | 395.438 | 7.577 | 0.007 |
| Doz*Eşey | 4 | 21.143 | 0.405 | 0.805 |
| Hata | 126 | 52.188 | | |

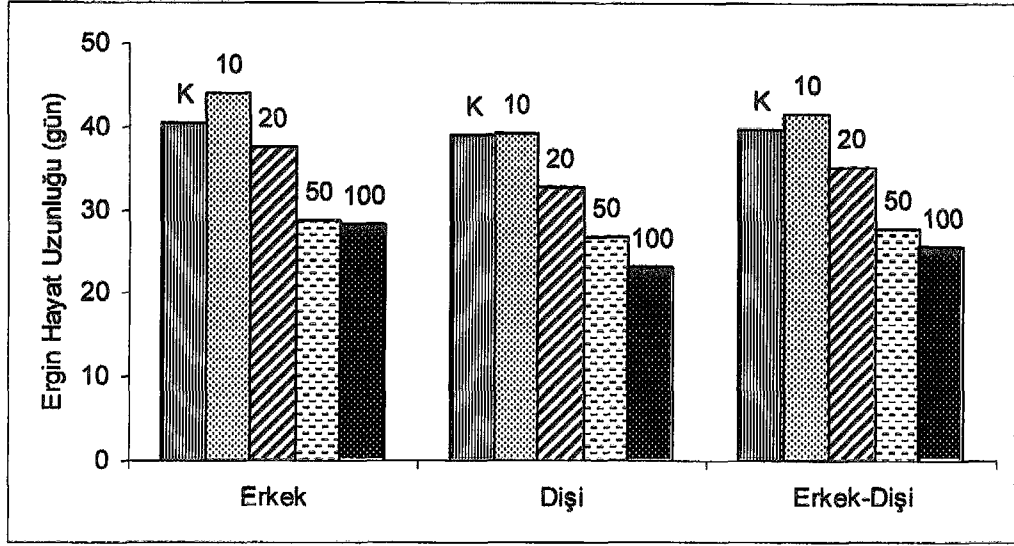
Uygulanan farklı cypermethrin konsantrasyonlarının ergin hayat uzunluğuna etkileri Tablo 3.4'de verilmektedir. Tablo 3.4 incelendiğinde, kontrol grubunda erkek bireyler minimum 31, maksimum 57, ortalama 40.5 gün, 10 ppm'de minimum

Tablo 3.4 *A. galleriae*'da cypermethrin dozuna bağılı ergin hayat uzunluğundaki (gün) değişimler.

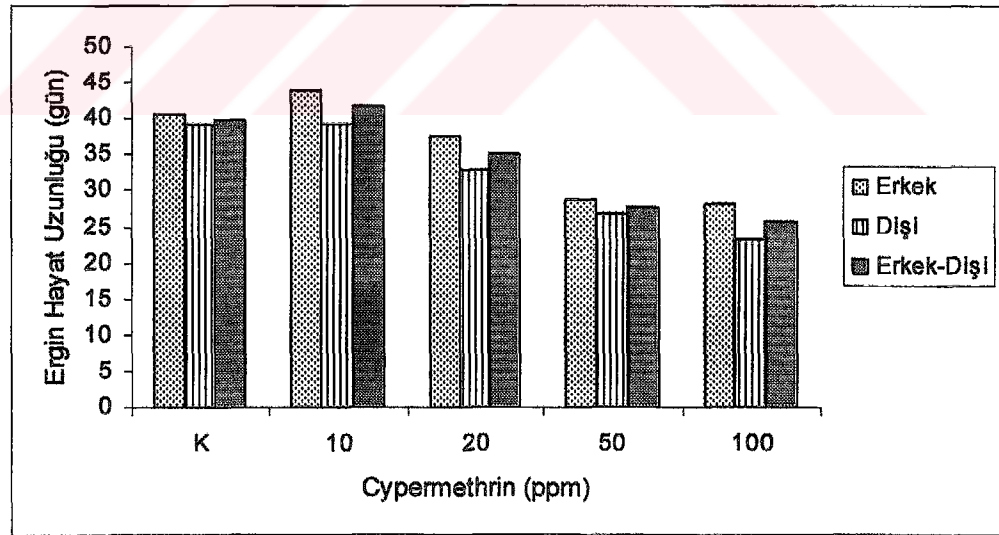
| CYP (ppm) | Erkek | | Dişi | | Her iki eşe |
|--------------|------------|------------------|-----------|------------------|--------------------|
| | Min - Mak. | $\bar{x} \pm SH$ | Min - Mak | $\bar{x} \pm SH$ | $\bar{x} \pm SH^*$ |
| 0(K) | 31 - 57 | 40.5 \pm 2.0 | 27 - 51 | 39.1 \pm 1.8 | 39.8 \pm 1.4ab |
| 10 | 36 - 57 | 43.9 \pm 1.5 | 30 - 50 | 39.3 \pm 1.6 | 41.6 \pm 1.2a |
| 20 | 17 - 49 | 37.6 \pm 2.6 | 16 - 44 | 32.8 \pm 2.5 | 35.2 \pm 1.8b |
| 50 | 17 - 38 | 28.6 \pm 1.7 | 14 - 37 | 26.9 \pm 1.6 | 27.7 \pm 1.1c |
| 100 | 22 - 31 | 28.3 \pm 1.1 | 18 - 29 | 23.3 \pm 1.6 | 25.6 \pm 1.1c |

* Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P > 0.05$; Tukey HSD testi). CYP; Cypermethrin konsantrasyonu (ppm), SH; Standart Hata.

36, maksimum 57, ortalama 43.9 gün, 20 ppm'de minimum 17, maksimum 49, ortalama 37.6 gün, 50 ppm'de minimum 17, maksimum 38, ortalama 28.6 gün, 100 ppm'de ise minimum 22, maksimum 31, ortalama 28.3 gün yaşadılar. Dişi ergin hayat uzunlukları ise, kontrol grubunda minimum 27, maksimum 51, ortalama 39.1 gün, 10 ppm'de minimum 30, maksimum 50, ortalama 39.3 gün, 20 ppm'de minimum 16, maksimum 44, ortalama 32.8 gün, 50 ppm'de minimum 14, maksimum 37, ortalama 26.9 gün, 100 ppm'de ise minimum 18, maksimum 29, ortalama 23.3 gün olarak belirlendi. Verilerden de anlaşıldığı gibi erkek ve dişi ergin hayat uzunluklarında 10 ppm hariç, uygulanan doza paralel olarak kısalma olduğu görüldü. Kontrol grubu ve cypermethrin uygulanan deney serilerinde her iki eşe ait ortalama ergin hayat uzunlukları ise sırasıyla, 39.8, 41.6, 35.2, 27.7 ve 25.6 gün olarak hesaplandı. Tablo 3.4'den de görülebileceği gibi 10 ppm ergin hayat uzunluğunda kontrole göre azda olsa bir artışa neden oldu, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli değildi. 20 ppm'lik deney gruplarında ise ergin hayat uzunluğunda hem kontrol hem de 10 ppm'e göre bir azalma tespit edildi. Bu azalma kontrol grubuna göre anlamlı bulunmamasına rağmen, 10 ppm'e göre istatistiksel olarak önemli bulundu. 50 ve 100 ppm'de ise uygulanan dozla orantılı olarak ergin hayat



Şekil 3.4 Farklı dozlarda erkek, dişi ve her iki eşeyde ergin hayat uzunluğu.



Şekil 3.5 Farklı cypermethrin dozlarında ergin hayat uzunluğundaki değişimler.

uzunluğunda azalma olduğu görüldü ve bu azalma kontrol, 10 ve 20 ppm'e göre önemliydi. Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de görüldüğü gibi cypermethrin 10 ppm hariç doz arttıkça yaşam süresinde kademeli bir azalmaya neden oldu.

3.4 Ergin Boy Uzunluğu

Uygulanan farklı cypermethrin dozları ve eşey etkileşiminin ergin boy uzunluğuna etkileri Tablo 3.5'de ki ANOVA tablosunda verilmektedir. 2-faktörlü varyans analizi sonuçları; ergin boy uzunluğunun cypermethrin dozu ve eşeye göre önemli derecede değişiklik gösterdiğini ($P<0.05$), ancak, ergin boy uzunluğunda cypermethrin dozuna bağlı farklılığın eşeyden bağımsız olarak oluştuğunu ($P>0.05$) göstermektedir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5 Cypermethrin dozu ve eşey etkileşiminin ergin boy uzunluğuna etkilerini gösteren ANOVA tablosu ($r^2=0.372$).

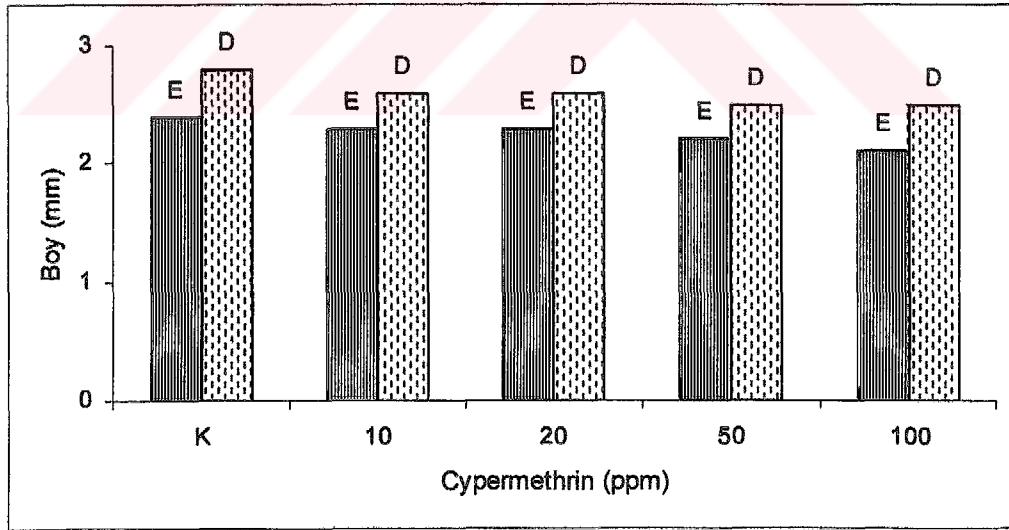
| Kaynak | sd | KO | F | P |
|----------|-----|-------|--------|-------|
| Doz | 4 | 0.220 | 3.308 | 0.013 |
| Eşey | 1 | 4.207 | 63.295 | 0.000 |
| Doz*Eşey | 4 | 0.025 | 0.382 | 0.821 |
| Hata | 136 | 0.066 | | |

Kontrol grubu ve farklı cypermethrin konsantrasyonlarında erkek ve dişi ergin boy uzunluklarında meydana gelen değişimler Tablo 3.6'da gösterilmektedir. Kontrol gruplarında erkek bireylerin boyu minimum 2.0, maksimum 2.8, ortalama 2.4 mm, 10 ppm'de minimum 1.8, maksimum 2.6, ortalama 2.3 mm, 20 ppm'de minimum 1.8, maksimum 2.8, ortalama 2.3 mm, 50 ppm'de minimum 1.8, maksimum 2.7, ortalama 2.2 mm, 100 ppm'de ise minimum 1.8, maksimum 2.4, ortalama 2.1 mm olarak tespit edildi. Dişi bireylerin boyu ise, kontrolde minimum 2.1, maksimum 3.2, ortalama 2.8 mm, 10 ppm'de minimum 2.2, maksimum 3.1,

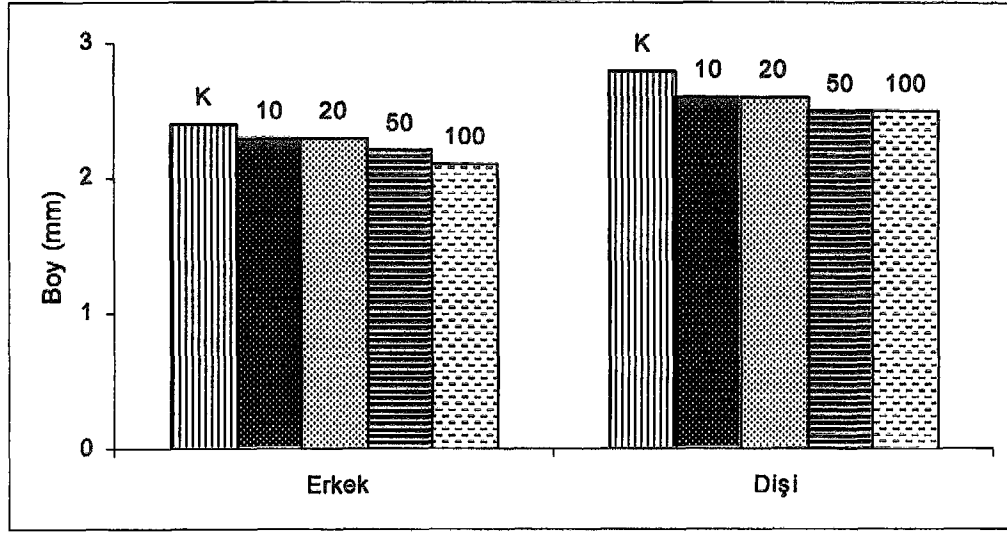
Tablo 3.6 *A.galleriae*'da cypermethrin dozuna bağı ergin boy uzunluğundaki (mm) değışimler.

| CYP (ppm) | Erkek | | | Dişi | | |
|--------------|-------|-----------|----------------|------|-----------|----------------|
| | n | Min - Mak | $x \pm SH^*$ | n | Min - Mak | $x \pm SH^*$ |
| K | 15 | 2.0 – 2.8 | $2.4 \pm 0.1a$ | 15 | 2.1 – 2.3 | $2.8 \pm 0.1a$ |
| 10 | 15 | 1.8 – 2.6 | $2.3 \pm 0.1a$ | 15 | 2.2 – 3.1 | $2.6 \pm 0.1a$ |
| 20 | 15 | 1.8 – 2.8 | $2.3 \pm 0.1a$ | 15 | 2.2 – 2.8 | $2.6 \pm 0.1a$ |
| 50 | 15 | 1.8 – 2.7 | $2.2 \pm 0.0a$ | 15 | 2.2 – 2.9 | $2.5 \pm 0.1a$ |
| 100 | 15 | 1.8 – 2.4 | $2.1 \pm 0.0a$ | 11 | 2.0 – 2.9 | $2.5 \pm 0.1a$ |

* Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P > 0.05$; Tukey HSD testi). CYP; Cypermethrin konsantrasyonu (ppm)
SH; Standart Hata



Şekil 3.6 Farklı cypermethrin dozlarına bağı ergin boy uzunluğundaki değışimler.



Şekil 3.7 Erkek ve dişi boy uzunluğunda gerçekleşen doza bağlı değişimler.

ortalama 2.6 mm, 20 ppm'de minimum 2.2, maksimum 2.8, ortalama 2.6 mm, 50 ppm'de minimum 2.2, maksimum 2.9, ortalama 2.5 mm, 100 ppm'de ise minimum 2.0, maksimum 2.9, ortalama 2.5 mm olarak belirlendi. Kontrol grubu ve farklı cypermethrin dozlarında, erkek ve dişi bireylerin ergin boy uzunluklarında farklılıklar tespit edildi, ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildi. Şekil 3.6 ve 3.7'de erkek ve dişi boy uzunluklarında kontrole göre cypermethrin uygulanan gruplarda azalma olduğu görülmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Doğanın restorasyonu çalışmaları içinde doğal düşmanların popülasyonlarının ve etkinliklerinin artırılması önemli yer tutar [56]. Doğal düşmanların çevre direnci içinde etkinliklerinin yeterli düzeye getirilmesi genellikle doğal dengenin kurulmasını sağlar [56]. Çeşitli lepidopter zararlılarının kontrolü için parazitoitlerin toplu üretimi ve salınması birçok ülkede ticaret şeklinde yapılmaktadır. Ancak entegre savaş çalışmalarında çevre direnci yeterince sağlanamamışsa veya doğal düşmanlar zararlı popülasyonunu baskılamada yeterli olamıyorsa diğer kontrol yöntemlerine başvurulur [56]. Pestisit kullanımı entegre savaşta en son ele alınacak yöntemdir. Kullanılacak ilaçlar dar spektrumlu ve doğal düşmanların popülasyonunu tehlikeye atmayacak şekilde seçilmelidir [56]. Ancak bilinçsiz uygulamalarla çevre direnci yok edilmektedir [7, 56]. Nörotoksik kimyasal maddelerin subletal dozları böceklerde genel olarak besin bulma, besin alma, eşeyssel haberleşmenin bozulması, parazitik böceklerde ise özellikle konağı tanıma, üremenin durması veya yavaşlaması, bırakılan yumurtaların açılma gücünün zayıflaması, yaşam süresinin kısalması gibi olayları etkilemektedir [80]. Parazitik hymenopterler hayat evrelerinin bir bölümünde konak böceği besin kaynağı olarak kullanılmaktadırlar [47]. Bu nedenle, bu böceklerin erginleri için, insektisitlere maruz kalmak büyük oranda besin yoluyla ve temas etkisiyle olmaktadır [46, 47]. Konak içinde, insektisit etkisinden dolayı yumurtadan çıkamayan bir parazitoit, doğada bir biyolojik kontrol ajanının kaybı demektir [46]. Geniş spektrumlu insektisitlerin tekrarlanan uygulamaları primer zararlı böceklerin ani olarak yeniden ortaya çıkmasına yardımcı olabilir. Bunun nedeni de doğal düşmanların azalması veya elimine olmasıdır [81]. Bu nedenle tarım zararlılarının kontrolü için kullanılan insektisitlerin biyolojik kontrol programlarında kullanılan veya kullanılmaya aday olan parazitoitlere potansiyel etkilerinin araştırılması önemlidir. Biyolojik kontrol uygulamalarının başarı oranı, dış etkenlere bağlı olarak parazitoitlerin erginleşme süresi, hayat uzunluğu, verim, eşey oranı ve morfolojik değişimlerinin belirlenmesine bağlı olacaktır.

Konağa farklı cypermethrin konsantrasyonlarının uygulanması, parazitoitin ergin çıkış süresinde artmaya neden oldu (Tablo 3.1). Ancak farklı dozlar arasında meydana gelen artmalar önemsizdi. Beslenme yoluyla cypermethrine maruz kalan *A. galleriae* larvalarının bir kısmı erginleşse bile erginleşme sürelerinde gecikme olduğu çok açıktır. Bazı lepidopter türleri ile yapılan çalışmalarda, bazı insektisitlerin subletal dozlarda zararlının larval gelişim süresini uzattığı belirlenmiştir [82, 83]. *Drosophila melanogaster* Meig. (Diptera: Drosophilidae) ile yapılan bir çalışmada besin içine uygulanan 2,4-D ve 4-CPA'nın yüksek dozlarda böceğin F₁ kuşağında pup olma süresi ve pup evresini önemli ölçüde geciktirdiği ifade edilmiştir [84]. Ayrıca gelişim evrelerinde ortaya çıkan bu tür etkilerin böcekte bulunan ve böceğin gelişimini kontrol altında tutan juvenil hormon dengesindeki değişim sonucu meydana gelmiş olabileceği savunulmuştur [84].

Böceklerde zehirli maddelerin detoksifikasyonunda, karboksilesteraz enzimleri rol oynar ve piretroitleri hidroliz ederek insektisit toksisitesini azaltırlar [102]. Juvenil hormon esteraz da karboksilesteraz ailesinin bir üyesidir [102]. Juvenil hormon esteraz lepidopter böceklerde juvenil hormon seviyesini düzenleyerek, metamorfozu ve gelişimi kontrol eder [102]. Böceklerde larval gelişimin, hemolenfteki juvenil hormon seviyesindeki değişimlere bağlı olduğu tespit edilmiştir [102]. Parazitoitler için larval gelişimlerini sürdürebilmek, konaktaki metamorfoz veya metamorfoz hazırlığı ile ilişkili olan juvenil hormon değişimi sayesinde olabilmektedir [21]. İnsektisitlerin detoksifikasyonu esnasında, konak hemolenfindeki juvenil hormon esteraz seviyesindeki değişimler, konak hormonunu kullanarak kendi larval gelişimini konağına eşzamanlı hale getirmeye çalışan parazitoitinde, juvenil hormon seviyesindeki değişimlerden etkilenmesine ve larval gelişim süresinin yani ergin çıkış süresinin uzamasına neden olabilir. Böceğin nörotoksinlere maruz kalmasının juvenil hormonun düzensiz salgılanmasına neden olabileceği literatürde belirtilmiştir [60]. Ancak bu konu hakkında kesin bir yargıya varabilmek için cypermethrinin konak juvenil hormon seviyesine etkileri hakkında ayrıntılı çalışmalara gereksinim vardır.

Canlıların biyolojik özelliklerinin devamında yiyecek kaynaklarının sadece miktarı değil aynı zamanda kalitesi de önemlidir [12, 85, 86, 87]. Larval gelişim

dönemi boyunca uygulanan diyetin içeriğinin larvanın gelişim ve yaşamasını önemli derecede etkilediği belirtilmiştir [85]. *A. galleriae* ile yapılan çalışmada, besin kalitesi azaltıldıkça, parazitoit ergin çıkış süresinin arttığı görülmüştür. Besin kalitesinin hem konak hem de parazitoit gelişimi için belirleyici faktör olduğu belirtilmiştir [70]. Sentetik kimyasal bir madde olan cypermethrinin de besin kalitesini önemli derecede değiştirdiği düşünülmektedir. Ayrıca cypermethrinin beslenme engelleyici (Anti-feeding) özelliği olduğu belirtilmiştir [58]. Cypermethrinin nörotoksik etkisine ilaveten, besin kalitesini düşürerek besin alma davranışını doza bağlı olarak azaltması, parazitoitin yetersiz beslenme nedeniyle embriyonik gelişiminin uzamasına neden olabilir. Bu durum, cypermethrin konsantrasyonu arttıkça, ergin çıkış süresinin uzamasını desteklemektedir.

Yapılan bir çalışmada, cypermethrin uygulamasının hem konak tür *Galleria mellonella*, hem de parazitoit tür *P. turionellae* üzerinde toksik etkilerinin olduğu belirlenmiştir [103]. *G. mellonellae* son evre larvalarına farklı dozlarda cypermethrin uygulaması, konsantrasyon arttıkça larva gelişiminin uzamasına yol açarak puplaşma süresini geciktirdiği tespit edilmiştir [103]. Konakların pup evresine geç ulaşmasının, pup parazitoitleri düşünüldüğünde popülasyon yoğunlukları ve nesillerin devamlılığı açısından büyük tehlike yaratacağı belirtilmiştir [103].

Böcekler, yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için gerekli olan enerjiyi adipoz ve kas dokularında depolanmış glikojenden sağlarlar [46]. Parazitlenmiş *Pimpla turionellae* ile yapılan bir çalışmada, cypermethrinin böcekte glikojen ve lipit seviyelerini azalttığı tespit edilmiştir [103]. Bu durumun insektisit stresi karşısında artan enerji ihtiyacının bir göstergesi olabileceği belirtilmiştir [77, 103]. Cypermethrinin yüksek dozlarda detoksifikasyonu için konakta enerji ihtiyacı artar. Konak bu süreçte gerekli olan fazla enerjiyi temel metabolitlerden alır [103]. Cypermethrin etkisi sonucu glikojen ve lipit gibi temel metabolitlerin seviyesinde meydana gelen azalma [103], parazitoitin de bu metabolitlerden yeterince yararlanamamasına neden olabilir. Parazitoit erginleşmek için gerekli metabolit ve enerjiyi temin edemediğinden dolayı larval gelişimi yavaşlıyor olabilir.

Böceklerde gelişimin ilk evresi olan embriyolojik gelişim evresi çok önemli bir dönemdir ve bu dönemde böceklerde meydana gelebilecek herhangi bir zarar, erginleşmeden ölmelerine neden olabilir. Bu durum, parazitoitin toplam veriminin, yani populasyon yoğunluğunun azalmasına neden olur. Bu nedenle, insektisitlere maruz kalmış olan biyolojik kontrol ajanlarının erginleşme oranlarının bilinmesi önemlidir. Çalışmamızda, cypermethrin konsantrasyonu yükseldikçe toplam parazitoit veriminin düştüğü görülmektedir (Tablo 3.2). Toplam parazitoit veriminin azalması, konak-parazitoit etkileşimi içinde, sonraki nesilde konak sayısında ve buna bağlı olarak konağın verdiği ekonomik zararda da artmaya yol açacaktır.

Çeşitli insektisit uygulamalarının parazitoit verimine etkileriyle ilgili çalışmalar mevcuttur. Yumurta parazitoiti *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin gelişimine çeşitli insektisitlerin etkisi incelenmiş, konak yumurtaları bir piretroid insektisit olan ethofenproxa maruz bırakıldığında tüm gelişim evrelerinde yüksek ölüm oranı görülmüştür. Ethofenprox parazitoitlerin yumurtadan çıkışını engellemiş yani parazitoit verimini düşürmüştür. Ancak, araştırmacılar parazitoitin konak yumurtasından çıkmada başarısız olmalarının nedeninin hala bilinmediğini belirtmişlerdir [7]. Uygulanan diğer bir insektisit cartap ise parazitoit ergin çıkışını dolayısıyla verimi azaltmıştır [7]. Farklı bir çalışmada ise, değişik malathion derişimlerinin *P. turionellae* ergin dişilerine besin içinde oral yolla verilmesi, böceğin yumurta verimini önemli düzeyde düşürmüştür [47]. Bunun nedeninin insektisit kolineraj inhibitörlerinden başka, abdominal dokulardaki yağ hücrelerinin hacimlerinin yağ asiti sentetaz aktivitesinin inhibisyonundan dolayı azalmasına bağlı olarak protein sentezinde oluşan yetersizlik sonucunda vitellogenenezin yavaşlaması sonucu olabileceği belirtilmiştir [47]. *Callosbruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae) ile yapılan bir çalışmada, solunum gazlarının değişiminin, yumurtaları dış faktörlerden koruyan koryon üzerindeki porlardan sağlandığı belirtilmiş ve yumurtalar içerisindeki larvaların, bu porların kimyasallar tarafından bloke edilmesiyle öldükleri ve toplam verimin azaldığı belirtilmiştir [104].

Farklı bir çalışmada, 2,4-D ve maleik hidrazide herbisitleri *P. turionellae*'ya embriyonik gelişim evresinde uygulanmış ve bu herbisitler *P. turionellae* çıkışını

önemli derecede azaltmıştır [46]. Bununla beraber, uygulanan 2,4-D'nin 100 ppm'lik uygulamasında yumurtadan çıkış olmamış çünkü yumurtalar embriyonik gelişimini tamamlayamamışlardır [46]. Böcek gelişim regülatörleriyle yapılan bir çalışmada ise, bu kimyasalların parazitoit veriminde ve gelişim oranında azalma veya artma sağlayabileceği belirtilmiştir [88]. Tüm bu çalışmalarda kullanılan insektisit çeşitleri farklı olsa da, genel olarak kullanılan insektisitlerin parazitoit verimini dolayısıyla parazitoitlerin populasyon yoğunluğunu azalttığı bir gerçektir ve bu çalışmalar bizim bulgularımızı doğrular niteliktedir. *A. galleriae* ile yapılan bir çalışmada da besin kalitesi azaldıkça parazitoit veriminin azaldığı tespit edilmiştir [70]. Bu durum, besin kalitesinin azalmasından dolayı çoğu konak larvasının gelişememesine bağlanmıştır [70]. Çalışmamızda hem cypermethrin uygulamasının besin kalitesini düşürmesi, hem de larvaların cypermethrinin toksik etkilerine maruz kalmaları parazitoit veriminde azalma nedeni olabilir.

Parazitoitler, konağın larval beslenme sürecini uzatarak, larval gelişim sürecinde daha uzun kalmalarına neden olurlar [21]. Bu durum parazitoitlerin konağı besin kaynağı olarak daha fazla kullanmalarında avantajdır [21]. Ayrıca konağın insektisite maruz kalması da parazitoitin larval gelişim sürecini uzatmaktadır [84, 102]. Çalışmamızda insektisit olarak kullanılan cypermethrin yağda çözünebilen bir molekül olduğu için yağ dokusunda birikebilmektedir [57]. Larvanın insektisit etkisinden dolayı larval gelişiminin uzaması ve detoksifikasyon metabolizması sırasında ortaya çıkan daha fazla enerji ihtiyacı durumunda, yağ dokularının fazla kullanılması ile cypermethrinin toksik etkilerine parazitoit larvaları daha fazla maruz kalır. Toksik maddelerin sistemik etkilerini göstermeleri için birçok biyolojik membranı geçerek dolaşım sistemine ve oradan da etki yerlerine taşınmaları gerekmektedir. Genel olarak lipitte çözünürlük membrandan geçişi kolaylaştırır ve cypermethrin lipitte kolay çözünebilen bir molekül olduğu için uzun larval gelişim periyodunda parazitoiti daha fazla etkileyerek, erginleşmeden ölmelerine yani toplam verimin azalmasına neden olabilir. Parazitoitlerin konağın larval gelişim sürecini uzatmaları, insektisit stresi altında avantaj olmaktan çok dezavantaja dönüşebilir.

Uygulanan farklı cypermethrin dozlarında, dişi eşey oranında meydana gelen farklılıkların uygulanan dozla doğru orantılı olarak değişiklik göstermemesi ve

istatistiksel olarak önemli olmaması, bu farklılıkların cypermethrin dozundan bağımsız olarak ortaya çıktığını göstermektedir. *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ile yapılan bir çalışmada, konak yumurtalarına farklı gelişim evrelerinde (larva, prepup, pup) lambda cyhalothrin, cypermethrin, thiodicarb, profenophos, spinosad, methoxyfenozide ve tebufenozide insektisitleri uygulanmıştır [48]. Erginleşebilen parazitoitlerin dişi eşey oranı ve dişilerin ergin hayat uzunlukları insektisitlerin subletal etkilerinin belirlenmesinde kullanılmış ve insektisit uygulamasında gelişim evresi ne olursa olsun test edilen hiçbir insektisit çıkaran erginlerin eşey oranını veya çıkan dişilerin frekansını önemli oranda etkilemediği belirtilmiştir [48]. Bu çalışmada kullanılan insektisitlerin özellikle cypermethrinin dişi eşey oranını etkilememesi bizim çalışmamızı doğrular niteliktedir. Böceklerde konak parazitoit ilişkileri genellikle parazitoit türlerinin dişileri ile konak türün herhangi bir veya birkaç gelişim evresi arasında ortaya çıkar [12]. Bu nedenle parazitoit ergin dişilerinin miktarı, dolayısıyla parazitoit oğul dölündeki eşey oranı söz konusu bu ilişkide dominant faktör olarak belirtilmiştir [12]. Hymenopter parazitoit türlerinin eşey oranındaki değişimlerin konağa, yumurta bırakan dişiye, erkek ve dişi parazitoit larvaları arasındaki ölüm farkına, çiftleşmeden önce ve çiftleşmeden sonra dişinin bıraktığı yumurta miktarına ve dişilerdeki çiftleşme sayısı gibi faktörlere bağlı olduğu tespit edilmiştir [12]. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular neticesinde dişi eşey oranının etkilenmemesi, cypermethrinin erkek ve dişi parazitoit larvaları arasında ölüm oranı farkı oluşturmadığını düşündürmektedir.

Cypermethrinin 10, 20, 50 ve 100 ppm'lik dozları *A. galleriae*'nin ergin hayat uzunluğunda önemli değişiklikler meydana getirdi. Ergin hayat uzunluğu genellikle parazitoit kalitesinin bir indeksi olarak kullanılmaktadır [89, 90]. Parazitoitlerin ergin hayat uzunluğunun iç ve dış faktörlere bağlı olarak türden türe fazlasıyla değişiklik gösterdiği yapılan birçok çalışmada tespit edilmiştir [24, 25, 66, 69, 91, 92, 93]. Toksik maddeler düşük dozlarda canlılar üzerinde olumlu etkilere sahip olabilirler [94]. Bu durum çalışmamızda ergin hayat uzunluğunda 10 ppm'de kontrole kıyasla meydana gelen önemsiz artmanın nedeni olabilir. Yapılan bir çalışmada oral yolla alınan organofosfatlı insektisit malathion'un *P. turionellae* dişilerinin yaşam süresi, yumurta verimi ve açılımına etkileri incelenmiş, 0,001 ppm

düzeyinin önemli olmamakla beraber yaşam süresini bir miktar arttırırken, diğer derişimlerin yaşam süresini önemli derecede kısalttığını gözlemlemişlerdir [47]. Diğer bir çalışmada dişilerin ergin hayat uzunluğunun insektisit uygulamalarından önemli derecede etkilendiği ve bazı insektisitler için insektisite maruz kalma zamanının da ergin hayat uzunluğunda etkili olduğu belirtilmiştir [48]. Bu çalışmalar kullanılan insektisit formülasyonu değişik olsa da, insektisitlerin düşük dozlarda ergin yaşam süresini arttırabildiği, yüksek dozlarda ise ergin yaşam süresini kısaltabildiği yönündeki bulgularımızı doğrular niteliktedir.

İklimsel faktörler [25, 69, 92, 95, 96] ve besin kaynakları [24, 25, 69, 97], zararlı böceklerle mücadelede onların doğal düşmanı parazitoitlerin kullanımında başarıya ulaşmak için göz önünde bulundurulması gereken en önemli şartlardandır [97]. Parazitoit türlerine besin kaynağı da olan konak türler ergin parazitoitin hayat uzunluğunun belirlenmesinde önemli role sahiptirler [98, 99]. Yapılan bir çalışmada konak *A. grisella* diyetindeki farklılıklar parazitoit *A. galleriae*'nın ergin hayat uzunluğunu etkilemiştir [70]. Ancak yiyecek kalitesi düştüğünde dişi ergin hayat uzunluğunda artma gözlenmiş, bu durumun parazitoit türlerinin kendi neslini sürdürmek için önemli bir adaptasyon olduğu çünkü sadece sınırlı sayıda dişinin erginleşebildiği belirtilmiştir [70]. Farklı bir çalışmada ise bazı insektisitlerin değişik subletal dozlarının böceğin besin alma davranışını negatif veya pozitif yönde etkileyebildiği belirtilmiştir [100]. Örneğin demethylchlordimeform, *Phormia regina* Meigen (Diptera: Calliphoridae)'da besin alımını arttırmaktadır [47]. Bizim çalışmamızda cypermethrin nörotoksik etkisine ilaveten besin kalitesini düşürmektedir. 10 ppm'lik cypermethrin uygulamasında ergin hayat uzunluğunda kontrole göre meydana gelen önemsiz artma, parazitoit türünün kendi neslinin devamı için gerçekleştirdiği bir adaptasyon sonucu olabilir. Doz arttırıldığında ise besin kalitesinin azalmasına ilaveten cypermethrinin nörotoksik etkilerinin artması, ergin yaşam süresinde meydana gelen kademeli azalmanın nedeni olabilir.

Uygulanan farklı cypermethrin dozlarına bağlı olarak, doz arttırıldıkça dişi ve erkek ergin boy uzunluklarında önemsiz azalmalar tespit edildi. Parazitlenmiş konak larvalarına besin içinde verilen farklı dozlarda cypermethrin besin kalitesini değiştirdiğinden dolayı larvaların yeterli derecede beslenememesi, dişi ve erkek ergin

boy uzunluklarında saptanan bu önemsiz değişikliklerin sebebi olabilir. *A. galleriae* ile yapılan bir çalışmada, doğal besin kalitesinin değişmesi, ergin boy uzunluğunun kılmasına neden olmuş, bunun nedeninin besin kalitesinin değişmesinden dolayı larval gelişim evresindeki besin alımı olduğu belirtilmiştir [70]. Lepidopter böcek türleri ile yapılan duyarlılık çalışmalarında, larva evresinin ergin evreye göre insektisit (cypermethrin ve permethrin) uygulamalarına karşı daha duyarlı olduğu gösterilmiştir [101]. Cypermethrin uygulamasının larva evresini diğer evrelere göre daha fazla etkilemesi, sonraki gelişim safhalarında böceğin gelişimini ve morfolojisini etkileyebilir. Yapılan farklı bir çalışmada ise, böcek gelişim regülatörlerinin parazitoitin endokrin sistemiyle direkt etki yaparak çeşitli subletal etkilerde bulunabileceği, bu etkilerden birinde morfolojideki değişim olduğu belirtilmiştir [88]. Böcek gelişim regülatörlerinin formülasyonu piretroitlerden farklı olsa da ,her iki grupta sentetik insektisitlerden olduğu için parazitoitin morfolojisinde benzer bir etki yapmaları beklenebilir. Cypermethrinin parazitoit *A. galleriae*'nin ergin boy uzunluğuna ve morfolojisine etkilerinin belirlenebilmesi için farklı dozlarla yapılan daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak konağa farklı dozlarda cypermethrin uygulanmasının *A. galleriae*'nin ergin çıkış süresi, toplam verim, ergin hayat uzunluğu ve ergin boy uzunluğunda olumsuz etkileri olduğu tespit edildi. Parazitoitin dişi eşey oranındaki değişimlerin ise cypermethrinin toksik etkisinden kaynaklandığını söylemek zordur. Cypermethrinin ve diğer insektisitlerin parazitoitler üzerindeki toksik etkilerinin belirlenmesi, parazitoitin biyolojik kontrol programlarındaki etkinliği ve gelecekteki kullanılabilirlikleri açısından oldukça önemlidir. Ayrıca bu olumsuz etkiler kalıtılarak böceğin gelecek jenerasyonlarında da ortaya çıkabilir ve parazitoitin zararlılara karşı etkinliğini azaltabilir. Bu durum zararlı populasyonunda artışa neden olarak zararlının verdiği ekonomik zararda artmaya neden olacaktır. Bu nedenle cypermethrinin *A. galleriae* üzerindeki etkilerinin bilinmesinin, parazitoitin biyolojik kontrol çalışmalarında ve IPM programlarında kullanılmasında faydalı olacağı kanısındayız.

5. KAYNAKLAR

- [1] Greathead, D.J. and Waage, J.K., "Opportunities for biological control of agricultural pests in developing countries", World Bank Technical Paper, Number 11, The World Bank, Washington, D.C., U.S.A., (1983) 1.
- [2] Andow, D.A., Ragsdale, D.W. and Nyvall, R.F., "Ecological interactions and biological control", Westview Press, Colorado, (1997).
- [3] Vural, N., "Toksikoloji", Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:56, Ankara, (1984) s. 416.
- [4] Kerns, D. and Gaylor, M.J., "Induction of cotton aphid outbreaks by insecticides in cotton." Crop Prot. 12, 387- 393.
- [5] Cox, C., "Insecticide Factsheet. Cypermethrin", *Journal of Pesticide Reform*, 16 (2), (1996) 15- 20.
- [6] Erol, T. ve Kılınçer, N., "Bazı insektisitlerin pupa asalağı *Pimpla turionellae* L. (Hym: Ichneumonidae)'ye etkileri üzerine araştırmalar", Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, Adana, (1986), 123- 137.
- [7] Takada, Y., Kawamura, S. and Tanaka, T., "Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)", *J. Econ. Entomol.* , 94 (6), (2001) 1340- 1343.
- [8] Xu, J., Shelton, A.M. and Cheng, X., "Variation in susceptibility of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to permethrin", *J. Econ. Entomol.*, 94 (2), (2001) 541-546.
- [9] Hillocks, R.J., "Integrated management of insect pests, diseases and weeds of cotton in Africa", *Integrated Pest Management Reviews*, 1, (1995) 31- 47.
- [10] Edge, J.M., Benedict, J.H., Carroll, J.P. and Reading, H.K., "Bollgard Cotton: An assesment of global economic, environmental and social benefits", *The Journal of Cotton Science*, 5, (2001) 121-136.
- [11] Harris, M.K., "Integrated pest management of pecans", *Ann. Rev. Entomol.*, 28, (1983) 291.

- [12] Gülel, A., "Çiftleşmenin *Dibrachys boarmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) erkeklerinin hayat süresine ve eşey oranına etkileri", *Doğa Zooloji Dergisi*, 12 (3), (1988), 225- 233.
- [13] Xu, J., Shelton, A.M. and Cheng, X., "Comparison of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Microplitis plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) as biological control agents of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) : field parasitism, insecticide susceptibility and host searching", *J. Econ. Entomol.*, 94 (1), (2001a) 14-20.
- [14] Uçkan, F. and Gülel, A., "Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hym. ;Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym. ; Pteromalidae)", *J. Appl. Ent.*, 126 (10), (2002) 534- 537.
- [15] Driesche, R.G., "Field measurement of population recruitment of *Apanteles glomeratus* (L.) (Hymenoptera;Braconidae), a parasitoid of *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera ; Pieridae) and factors influencing adult parasitoid foraging success in Kale", *Bull. Ent. Res.*, 78, (1988) 199.
- [16] Faulds, W., "Spread of *Bracon phylacteophagus*, a biocontrol agent of *Phylacteophaga froggatti*, and impact on host", *New Zealand Journal of Forestry Science*, 21 (2\3), (1991) 185.
- [17] Hassel, M.P. and Waage, J.K., "Host-parasitoid population interactions", *Ann.Rev.Entomol.*, 28, (1984) 89.
- [18] Vinson, S.B., *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, ed.Vinson, S.B., 9, Pergamon Press, New York, (1985), p. 417.
- [19] Doutt, R.L., "The biology of parasitic hymenoptera", *Ann. Rev. Entomol.*,4, (1959) 161.
- [20] Vinson, S.B. and Iwantsch, G.F., "Host suitability for insect parasitoids", *Ann. Rev. Entomol.*, 25, (1980) 397.
- [21] Godfray, H.C.J., *Parasitoids-Behavioral and Evolutionary Ecology*, Princeton University Press, New Jersey, (1994).
- [22] Wharton, R.A., "Bionomics of the Braconidae", *Ann. Rev. Entomol.*, 38, (1993) 121.

- [23] Hirashima, Y., Miura, K., Miura, T. and Matsuda, S., "Studies on the biological control of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus), functional responses of the egg-parasitoids *Trichogramma ostrinae* to host densities", *Sci. Bull. Fac. Agr.*, Kyushu Univ., (1990) 89.
- [24] Gülel, A., "Studies on the biology of the *Dibrachys boarmiae* (Walker) (Hymenoptera;Pteromalidae), parasitic on *Galleriae mellonella* (L.)", *Z. Ang. Ent.*, 94, (1982) 138.
- [25] Melton, C.W. and Browning, H.W., "Life history and reproductive biology of *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera;Braconidae), a parasite imported for release against *Eoreuma loftini* (Lepidoptera;Pyralidae)", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 79 (3), (1986) 402.
- [26] Vinson, S.B., "Host selection by insect parasitoids", *Ann. Rev. Entomol.*, 21, (1976) 109.
- [27] Van Alphen, J.J.M. and Visser, M.E., "Superparasitism as an adaptive strategy for insect parasitoids", *Ann. Rev. Entomol.*, 35,(1990) 59.
- [28] Tumlinson, J.H., Lewis, W.J. and Vet L.E.M., "How parasitic wasps find their hosts", *Scientific Am.*, (1993) 46.
- [29] Gülel, A., "*Dibrachys boarmiae* (Hymenoptera; Pteromalidae)'de superparazitizmin etkileri", *Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Dergisi*, 1 (1), (1987) 13.
- [30] Hegazi, E.M., Shaaban, M.A. and El-Singaby, N.R., "Development of *Microplitis rufiventris* (Hymenoptera; Braconidae) in superparasitized *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera; Noctuidae)", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 84 (6), (1991) 571.
- [31] Ueno, T., "Multiparasitism and host feeding by solitary parasitoid wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae) based on the pay-off from parasitized hosts", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 92 (4), (1999a) 601-608.
- [32] Bin, F., Vinson, S.B., Strand, M.R., Calazza, S. and Jones, W.A., "Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalus*, a parasitoid of *Nezera viridula*", *Physiological Entomology*, 18, (1983) 7.
- [33] Brower, J.H. and Press, J.W., "Interactions between the egg parasite *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera;Trichogrammatidae) and a predator, *Xyloris flavipes* (Hemiptera; Anthocoridae) of the Almond moth, *Carda cautella* (Lepidoptera; Pyralidae)", *J. Entomol. Sci*, 23 (4), (1988) 342.

- [34] Brower, J.H. and Pres, J.W., "Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera; Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera; Trichogrammatidae) in suppressing stored-product moth populations in small inshell peanut storages", *J. Eco. Entomol.*, 83 (3), (1990) 1096.
- [35] Nealis, V. and Frankenhyzen, K.V., "Interactions between *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Apanteles fumiferanae* Vier. (Hymenoptera; Braconidae), a parasitoid of the Spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera; Tortricidae)", *The Canadian Entomologist*, 122 (7\8), (1990) 588.
- [36] Obrycki, J.J., Tauber, M.J. and Tauber, C.A., "*Perilitus coccinellae* (Hymenoptera; Braconidae) parasitization and development in relation to host-stage attacked", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 78(6), (1985) 852.
- [37] Riechert, S.E., and Lockley, T., "Spiders as biological control agents", *Ann. Rev. Entomol.*, 29, (1984) 299.
- [38] Kakko, I., "Toxic mechanisms of pyrethroids studied in vitro", *Acta Universitatis Tamperensis*, 1018, 2004.
- [39] Simmonds, M.S.J., Manlove, J.D., Blaney, W.W. and Khambay, B.P.S., "Effects of selected botanical insecticides on the behaviour and mortality of the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*", *Entomol. Exp. Appl.*, 102, (2002) 39-47.
- [40] Wells, M.L., Mcpherson, R.M., Ruberson, J.R. and Herzog, G.A., "Coccinellids in cotton : population response to pesticide application and feeding response to cotton aphids (Homoptera: Aphididae)", *Environ. Entomol.*, 30 (4), (2001) 785-793.
- [41] Mansfield, S. and Mills, N.J., "Host egg characteristics, physiological host range, and parasitism following inundative releases of *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in walnut orchards", *Environ. Entomol.*, 31(4), (2002) 723-731.
- [42] Charlet, L.D., "Parasitization of the red sunflower seed weevil (Coleoptera: Curculionidae) by its larval parasitoid *Triaspis aequoris* (Hymenoptera: Braconidae) in cultivated sunflower", *Environ. Entomol.*, 31 (5), (2002) 844-851.
- [43] Chen, Y.H. and Welter, S.C., "Abundance of a native moth *Homoeosoma electellum* (Lepidoptera: Pyralidae) and activity of indigenous parasitoids in native and agricultural sunflower habitats", *Environ. Entomol.*, 31 (4) (2002) 626-636.

- [44] Tomberlin, J.K., Sheppard, D.C. and Joyce, J.A., "Susceptibility of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae and adults to four insecticides", *J. Econ. Entomol.*, 95 (3), (2002) 598-602.
- [45] Willrich, M.M. and Boethel, D.J., "Effects of diflubenzuron on *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoid *Copidosoma floridanum* (Hymenoptera: Encyrtidae)", *Environ., Entomol.*, 30 (4), (2001) 794-797.
- [46] Özkan, A. ve Yanıkoğlu, A., "Effects of 2,4-D and maleic hydrazide on the glycogen level in the embryonic development of *Pimpla turionellae* (L.) (Hym., Ichneumonidae)", *J. Appl. Ent.*, 123 (4), (1999) 211-216.
- [47] Özkan, F. ve Emre, İ., "Oral yolla alınan organofosfatlı insektisit malathionun *Pimpla turionellae* L. dişilerinin yaşam süresi, yumurta verimi ve açılımına etkisi", *Tr. J. of Zoology*, 21, (1997) 309-313.
- [48] Suh, C.P.C., Orr, D.B. and Van Duyn, J.W., "Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival", *J. Econ. Entomol.*, 93 (3), (2000) 577-583.
- [49] Nowak, J.T., McCravy, K.W., Fettig, C.J. and Berisford, C.W., "Susceptibility of adult hymenopteran parasitoids of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) to broad spectrum and biorational insecticides in a laboratory study", *J. Econ. Entomol.*, 94 (5), (2001) 1122-1129.
- [50] Whitehead, R., *The UK. Pesticide Guide*, CAB International & BCPC., (1995).
- [51] Lee, C.Y., Yap, H.H. and Chong, N.L., "Insecticide resistance and synergism in field collected German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) in Peninsular Malaysia", *Bull. ent. Res.*, 86, (1996) 675-682.
- [52] Shukla, Y., Yadav, A. and Arora, A., "Carcinogenic and cocarcinogenic potential of cypermethrin on mouse skin", *Cancer Letters*, 182, (2002) 33-41.
- [53] Miadokova, E., Vickova, V., Trebaticka, M., Garajova, L., Grolmus, J., Podstavkova, S. and Vieck, D., "Effects of supercypermethrin, a synthetic development pyrethroid on four biological test systems", *Mutat. Res.*, 280, (1992) 161-168.
- [54] Liu, M.Y., Bull, D.L. and Plapp Jr, F.W., "Effects of exposure to cypermethrin on saxitoxin binding in susceptible and pyrethroid resistant houseflies", *Arch. Insect. Biochem. Physiol.*, 37, (1998) 73-79.

- [55] Kamrin, M.A., Pesticide Profiles. Toxicity, environmental impact and fate, CRC Press, New York, (1997), p.676.
- [56] Öncüler, C., Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları, Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, 13, Aydın, (2000), 379 s.
- [57] T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları, Ankara, (1999), 279 s.
- [58] Tomlin, C.D.S., "The e- Pesticide Manual: cypermethrin", The British Crop Protection Council, (2000).
- [59] Tillman, P.G. and Mulrooney, J.E., "Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocaris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps* and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton", *J. Econ. Entomol.*, 93 (6), (2000) 1638-1643.
- [60] Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., "Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology", 12, Pergamon Pres, New York (1985), p. 805.
- [61] Vijverberg, H.P.M. and J.van den Bercken, "Neurotoxicological effects and the mode of action of pyrethroid insecticides", *Crit. Rev. Toxicol.*, 21, (1990), 105-126.
- [62] Ramadan, A. A. "Action of pyrethroids on K⁺- simulated calcium uptake by, and [3H] nimodipine binding to, rat brain synaptosomes", *Pest. Biochem. Physiol.*, 32, (1988) 97-105.
- [63] Shimamori, K., "On the biology of *Apanteles galleriae*, a parasite of the two species of wax moths", *Honeybee Science*, 8 (3), (1987) 107.
- [64] Whitfield, J.B., Cameron, S.A., Ramirez S.R., Roesch K., Messinger, S., Taylor, O.M., Cole, D., "Review of the *Apanteles* species (Hymenoptera: Braconidae) attacking Lepidoptera in *Bombus* (*Fervidobombus*) (Hymenoptera : Apidae) colonies in the New World, with description of a new species from South America", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 94 (6), (2001) 851 - 857.
- [65] Watanabe, C., "Occurrence of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera; Braconidae), parasite of wax moth, in Japan", *Kontyu*, 55 (1), (1987) 165.
- [66] Uçkan, F. and Gülel, A., "*Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri", *Tr. J. of Zoology*, 24 (Ek Sayı), (2000) 105 - 113.

- [67] Uçkan, F., “Erken evre larva endoparazitoiti *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae)’nin iki konak Lepidoptera türü ile etkileşimleri, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Samsun, (1996).
- [68] Uçkan, F. ve Gülel, A., “*Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae)’un verim ve eşey oranına parazitoit dişi eşdeğeri konak sayısındaki artışın etkileri”, *BAÜ Fen Bil. Enst. Derg.*, 1 (1), (1999) 16.
- [69] Verma, S.C., Raj, D., Devi, N., Srivastava, S., “Biology of *Apanteles galleriae* Wilkinson parasitising larvae of wax moths (*Galleria mellonella* Linn. and *Achroia grisella* Fabr.)”, *J. Ent. Res.*, 21 (4), (1997) 361.
- [70] Uçkan, F. and Ergin, E., “Effects of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity, and size of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae)”, *Environ. Entomol.*, 31 (1), (2002) 168-171.
- [71] Uçkan, F. and Ergin, E., “Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae)”, *Environ. Entomol.*, 32 (3), (2003) 441-446.
- [72] Uçkan, F., Ergin, E., Ayaz, F., “Modelling age – and density – structured reproductive biology and seasonal survival of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae)”, *J. App. Entomol.*, 128 (6), (2004) 407-413.
- [73] Nurullahoğlu, Z.Ü., Uçkan, F., Sak, O., Ergin, E., “Total lipid and fatty acid composition of *Apanteles galleriae* and its parasitized host”, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97 (5), Baskıda (2004).
- [74] Demirsoy, A., “Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar\ Böcekler, Entomoloji”, II (II), Meteksan A.Ş., Ankara, 1992, s. 839.
- [75] Hilszczański, J., “The effect of pesticides applied aurally to forest stands on four species of native hymenopterous parasitoids”, Proceedings: Population Dynamics, Impacts and Integrated Management of Forest Defoliating Insects, USDA Forest Service General Technical Report NE- 247, (1998) 116-121.
- [76] McCravy, K.W., Dalusky, M.J. and Berisford, C.W., “Effects of a broad spectrum and biorational insecticides on parasitoids of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera:Tortricidae)”, *J. Econ. Entomol.*, 94 (1), (2001) 112-115.

- [77] Sak, O., Uçkan, F., Ergin, E., "Effects of cypermethrin on *Galleria mellonella* pupation and total protein of *Pimpla turionellae*", 5th International Congress of Turkish Society of Toxicology, October 30 - November 2, (2003), sf.148.
- [78] Bronskill, J.F., "A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae)", *J. Lep. Soc.*, 15 (2), (1961) 102-104.
- [79] SPSS Inc., SPSS 10.0 Statistics SPSS, Chicago, IL, (1999).
- [80] Moriarty, F., "The sublethal effects of synthetic insecticides on insects", *Biological Review*, 44, (1969) 321-357.
- [81] Johnson, M.W., Toscano, N.C., Reynolds, H.T., Sylvester, E.S., Kido, K. and Natwick, E.T., "Whiteflies cause problems for Southern California cotton growers", *Calif. Agric.*, 36, (1982) 24-26.
- [82] Gaaboub, I.A., el-Helaly, M.S. and Moustafa, S.M., "Food utilization, rate of larval growth and fecundity of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) fed mulberry leaves treated with methoprene, triprene and diflubenzuron", *J. Econ. Entomol.*, 78, (1985) 1182-1186.
- [83] Biddinger, D.J. and Hull, L.A., "Sublethal effects of selected insecticides on growth and reproduction of a laboratory susceptible strain of tufted apple bud moth (Lepidoptera: Tortricidae)", *J. Econ. Entomol.*, 92 (2), (1999) 314- 324.
- [84] Kaya, B. ve Yanıkoğlu, A., "2,4-D ve 4-CPA'nın *Drosophila melanogaster*'in F₁, F₂ ve F₃ kuşaklarında gelişim süresi ve ergin birey sayısına etkileri", *Tr. J. of Zoology*, 23 (Ek Sayı 1), (1999) 297-301.
- [85] Eischen, F. and Dietz, A., "Growth and survival of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larva fed diets containing honey bee- collected plant resins", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 80, (1987) 74-74.
- [86] Gülel, A., "Doğal besin kalitesindeki değişikliklerin parazitoit *Dibrachys boarmiae*'nin verim ve ergin boyuna etkileri", *Tr. J. Zool.*, 15 ,(1991) 289-295.
- [87] Hagley, E.A.C., Barber D.R., "Effect of food sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hymenoptera; Braconidae)", *Can. Entomol.*, 124, (1992) 341-346.
- [88] Croft, B.A., "Arthropod biological control agents and pesticides", Wiley, New York, (1990)

- [89] Marston, N., Ertle, L.R., "Host influence on the bionomics of *Trichogramma minutum*", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 66, (1973) 1155-1162.
- [90] Waage, J.K., Ming, N.S., "The reproductive strategy of a parasitic wasp. I. Optimal progeny and sex allocation in *Trichogramma evanescens*", *J. Anim. Ecol.*, 53, (1984) 401-415.
- [91] Peter, C. and David, B.V., "Biology of *Apanteles machaeralis* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae) a parasite of *Diaphania indica* (Saunders) (Lepidoptera; Pyralidae)", *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.)*, 99 (5), (1990) 353.
- [92] Ueno, T. and Tanaka, T., "Comparative biology of six polyphagous solitary pupal endoparasitoids (Hymenoptera; Ichneumonidae): Differential host suitability and sex allocation", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 87 (5), (1994) 592.
- [93] Tillman, P.G. and Cate, J.R., "Effect of host size on adult size and sex ratio of *Bracon mellitor* (Hymenoptera; Braconidae)", *Environ. Entomol.*, 22 (5), (1993) 1161.
- [94] Ortel, J., "Metal-supplemented diets alter carbohydrate levels in tissue and hemolymph of gypsy moth larvae (*Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepidoptera)", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15 (7), (1996a) 1171-1176.
- [95] Nealis, V.G. and Fraser, S., "Rate of development, reproduction and mass rearing of *Apanteles fumiferanae* Vier. (Hymenoptera; Braconidae) under controlled conditions", *Can. Ent.*, 120 (3), (1988) 197.
- [96] Gülel, A., "Parazitoit *Agrothereutes adustus* (Hymenoptera; Ichneumonidae)'un türeme biyolojisi", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi*, 1(2), (1988) 17.
- [97] Hailemichael, Y. and Smith, J.W., "Development and longevity of *Xanthopimpla stemmator* (Hymenoptera; Ichneumonidae) at constant temperatures", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 87 (6), (1994) 874.
- [98] Senrayan, R., Velayudhan, R., Rajadurai, S., "Reproductive strategies of an egg parasitoid, *Trissolcus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) on two different hosts", *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.)*, 97, (1988) 455-461.
- [99] Pettitt, F.L., Wietlisbach, D.O., "Effects of host instar and size on parasitization efficiency and life history parameters of *Ofius dissitus*", *Entomol. Exp. Appl.*, 66, (1993) 227-236.

[100] Haynes, K.F., “Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behaviour”, *Ann. Rev. Entomol.*, 33, (1988) 149-168.

[101] Usmani, K.A. and Knowles, C.O., “Toxicity of pyrethroids and effect of synergists to larval and adult *Helicoverpa zea*, *Spodoptera frugiperda* and *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae)”, *J. Econ. Entomol.*, 94 (4), (2001) 868-873.

[102] Wheelock, C.E., Nakagawa, Y., Akamatsu, M., Hammock, B.D., “Use of classical and 3-D QSAR to examine the hydration state of juvenile hormone esterase inhibitors”, *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 11, (2003) 5101 – 5116.

[103] Sak, O., “Cypermethrinin *Pimpla turionellae* L. (Hym.; Ichneumonidae), toplam protein, lipit ve karbohidrat miktarı ile hemositlerine etkisi”, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, (2004).

[104] Daniel, S.H., Smith, R.H., “Functional anatomy of the egg pore in *Callosobruchus maculatus*: a trade – off between gas – exchange and protective function”, *Physiol. Entomol.*, 19 (1), (1994) 30 – 38.