

149857

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

CYPERMETHRİNİN *Pimpla turionellae* L.  
(Hym.; Ichneumonidae), TOPLAM PROTEİN, LİPİT ve  
KARBOHİDRAT MİKTARI İLE HEMOSİTLERİNE  
ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Olga SAK

149857

Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN

Balıkesir, Haziran - 2004

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

**CYPERMETHRİNİN *Pimpla turionellae* L.  
(Hym.; Ichneumonidae), TOPLAM PROTEİN, LİPİT ve  
KARBOHİDRAT MİKTARI İLE HEMOSİTLERİNE  
ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Olga SAK

Balıkesir, Haziran - 2004

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

**CYPERMETHRİN'İN *Pimpla turionellae* L.  
(Hym.; Ichneumonidae), TOPLAM PROTEİN, LİPİT ve  
KARBOHİDRAT MİKTARI İLE HEMOSİTLERİNE  
ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Olga SAK

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN

Sınav Tarihi: 10.06.2004

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Oktay ARSLAN (BAÜ)

Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU (AKDÜ)

Yrd. Doç. Dr. Ülya NURULLAHOĞLU (SÜ)

Yrd. Doç. Dr. Hatice TORCU KOÇ (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN (Danışman-BAÜ)

Balıkesir, Haziran – 2004

## ÖZET

### CYPERMETHRİNİN *Pimpla turionellae* L. (Hym.; Ichneumonidae), TOPLAM PROTEİN, LİPİT ve KARBOHİDRAT MİKTARI İLE HEMOSİTLERİNE ETKİSİ

Olga SAK

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı

(Doktora Tezi / Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN)

Balıkesir, 2004

İdiobiont, soliter ve pupal endoparazitoit *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın yetiştirilmesinde konak tür olarak Büyük Balmumu Güvesi, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) kullanıldı. *G. mellonella* son evre larvalarına besin içinde verilen cypermethrinin konağın puplaşmasına, *P. turionellae*'nin toplam vücut ağırlığına, metabolit miktarlarına ve hemositleri üzerine etkileri 25 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 5 nispi nem ve 12:12 (Aydınlık: Karanlık) fotoperiyot uygulanan laboratuvar şartlarında incelendi.

Konağa verilen cypermethrinin dozu arttıkça larval gelişim ve puplaşma süresi gecikti, puplaşma yüzdesi azaldı. Ortalama Puplaşma Doz Değeri (PD<sub>50</sub>), probit analizine göre 176 ppm olarak belirlendi. *P. turionellae* ile yapılan bütün deneylerde cypermethrin PD<sub>50</sub> değerinin altında, dört farklı dozda (20, 50, 100 ve 150 ppm) konak son evre larvalarına besin içinde verildi. Cypermethrinli ortamda yetiştirilen konak larvalarından elde edilen puplar *P. turionellae* dişileri tarafından parazitletildi. Parazitoite ait son evre larva, pup, ergin erkek ve dişi bireyler tartıldıktan sonra toplam glikojen, protein ve lipit miktarları belirlendi. Hemosit çalışmalarında ise parazitoite ait son evre larvalar kullanıldı.

*P. turionellae*'da cypermethrin uygulaması yüksek dozlarda erkek ve dişiler hariç larva ve pup evrelerinde vücut ağırlığını önemli oranda azalttı. Cypermethrin glikojen değerlerinde sadece dişilerde, lipit ve protein değerlerinde ise sadece larva evresinde önemli oranda azalmaya neden oldu. Metabolitlerde görülen azalma evre/eşeye göre; glikojen, protein ve lipit için sırasıyla dişi>pup>erkek>larva, larva>erkek>pup>dişi ve larva>pup>ergin şeklindeydi. Cypermethrin uygulaması hemositlerde mitotik aktivitede azalma, apoptozis ve mikroçekirdek oluşumunda ise artmaya neden oldu. Ancak, mikroçekirdek oluşumunda görülen artma istatistiksel olarak anlamlı değildi. Cypermethrin ve diğer insektisitlerin parazitoitler üzerindeki fizyolojik etkilerinin belirlenmesi parazitoitin biyolojik kontrol çalışmalarındaki etkinliğini arttıracaktır. Bununla birlikte sonuçlarımız biyolojik kontrol uygulamaları, çevre ve insan sağlığı araştırmalarına katkıda bulunacaktır.

**ANAHTAR KELİMELER:** *Pimpla turionellae* / cypermethrin / protein / glikojen / lipit / hemosit.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF CYPERMETHRIN ON TOTAL PROTEIN, LIPID, CARBOHYDRATE CONTENT AND HEMOCYTE OF *Pimpla turionellae* L. (Hym.; Ichneumonidae)

Olga SAK

Balikesir University, Institute of Science, Department of Biology

(Ph. D. Thesis / Supervisor: Ass. Prof. Dr. Fevzi UÇKAN)

Balikesir-Turkey, 2004

Idiobiont, solitary, and pupal endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) was reared on greater wax moth, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). The effects of cypermethrin applied to host last instars via diet on the pupation of *G. mellonella* and total body weight, metabolite content and hemocyte of *P. turionellae* were investigated at  $25 \pm 2$  °C,  $60 \pm 5$  % relative humidity and a photoperiod of 12:12 h (Light: Dark).

Developmental and pupation time of host larvae delayed and percent pupation decreased gradually with increasing doses of cypermethrin. The median pupation dose (PD<sub>50</sub>) of cypermethrin was calculated as 176 ppm according to probit analysis. *G. mellonella* last instars were exposed to four different doses (20, 50, 100, and 150 ppm) of cypermethrin below PD<sub>50</sub> value to evaluate the effect of insecticide on *P. turionellae*. Larvae exposed to cypermethrin were removed from the diet and those pupated were parasitized by *P. turionellae* females. Parasitoid last instars, pupae, and adult males and females maintained from parasitized host pupae were fresh-weighted and used in glycogen, protein, and lipid analyses. Parasitoid last instars were used in hemocyte investigations.

Cypermethrin treatment significantly reduced body weight of larvae and pupae but not males and females of *P. turionellae* at higher doses. Females showed a significant decrease in only glycogen content whereas the decline in protein and lipid content was only significant in larvae. The decline in metabolites was stage/sex-wise in the order; female>pupa>male>larva for glycogen, larva>male>pupa>female for protein, and larva>pupa>adults for lipid. Cypermethrin exposure reduced mitotic activity whereas increased apoptosis and micronuclei formation in hemocytes. However, the increase in micronuclei formation was not significant. The assessment of physiological effects that cypermethrin and other insecticides have on natural enemies will determine the effectiveness of parasitoids in biological control programs. Moreover, our results will also contribute to biological control applications, environmental and human health studies.

**KEY WORDS:** *Pimpla turionellae* / cypermethrin / protein / glycogen / lipid / hemocyte.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET, ANAHTAR KELİMELER</b>	ii
<b>ABSTRACT, KEY WORDS</b>	iii
<b>İÇİNDEKİLER</b>	iv
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	vi
<b>TABLO LİSTESİ</b>	viii
<b>ÖNSÖZ</b>	x
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. MATERYAL VE METOT</b>	17
2.1 Konak Kültürleri	17
2.2 Parazitoit Kültürleri	18
2.3 Cypermethrin	19
2.4 Toksik Etki	19
2.5 Örneklerin Toplanması	21
2.6 Glikojen	21
2.6.1 Glikojen Özütlemesi	21
2.6.2 Toplam Glikojen Miktarı	22
2.7 Protein	23
2.7.1 Protein Özütlemesi	23
2.7.2 Toplam Protein Miktarı	23
2.8 Lipit	24
2.8.1 Lipit Özütlemesi ve Toplam Lipit Miktarı	24
2.9 Hemolenf	25
2.9.1 Örnek Alma	25
2.9.2 Toksik Etki	25
2.9.3 Hemositlerin Boyanması	26
2.9.4 Mikroskopik İnceleme	26
2.10 İstatistik	26
<b>3. BULGULAR</b>	28
3.1 Toksik Etki	28
3.1.1 % 25 Cypermethrin	28
3.1.2 Birinci Grup Larvalar	28
3.1.3 İkinci Grup Larvalar	29
3.1.4 PD <sub>50</sub> Değeri	32
3.2 Toplam Vücut Ağırlığı	32
3.3 Metabolitler	36

3.3.1 Glikojen Miktarı	36
3.3.2 Protein Miktarı	40
3.3.3 Lipit Miktarı	45
3.3.4 Toplam Glikojen, Protein ve Lipit Verilerinin Karşılaştırılması	50
3.4 Hemolenf Hücreleri	57
3.4.1 Cypermethrin-MAM Etkileşimi	58
3.4.2 Mitoz	58
3.4.3 Apoptozis	60
3.4.4 Mikroçekirdek	62
3.4.5 Mitoz, Apoptozis ve Mikroçekirdek Sonuçlarının Karşılaştırılması	63
<b>4. TARTIŞMA VE SONUÇ</b>	<b>67</b>
<b>5. KAYNAKLAR</b>	<b>81</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 2.1	Protein (BSA) derişimi ile absoransı arasındaki doğrusal ilişki	24
Şekil 3.2	<i>G. mellonella</i> son evre larvalarında 30 günlük süre sonunda cypermethrin konsantrasyonuna bağı beklenen yüzde ve probit puplaşma değerleri	32
Şekil 3.3	Evre/eşeye göre değışik cypermethrin konsantrasyonlarının <i>P. turionellae</i> toplam vücut ağırlığı üzerindeki etkileri	35
Şekil 3.4	Değışik cypermethrin konsantrasyonlarında, <i>P. turionellae</i> evre/eşyelerinin toplam vücut ağırlıkları	35
Şekil 3.5	Evre/eşeye göre değışik cypermethrin konsantrasyonlarının <i>P. turionellae</i> yüzde glikojen değerlerine etkileri	39
Şekil 3.6	Değışik cypermethrin konsantrasyonlarında, <i>P. turionellae</i> evre/eşyelerinin yüzde glikojen değerleri	40
Şekil 3.7	Evre/eşeye göre değışik cypermethrin konsantrasyonlarının <i>P. turionellae</i> yüzde protein değerlerine etkileri	44
Şekil 3.8	Değışik cypermethrin konsantrasyonlarında, <i>P. turionellae</i> evre/eşyelerinin yüzde protein değerleri	45
Şekil 3.9	Evre/eşeye göre değışik cypermethrin konsantrasyonlarının <i>P. turionellae</i> yüzde lipit değerlerine etkileri	49
Şekil 3.10	Değışik cypermethrin konsantrasyonlarında, <i>P. turionellae</i> evre/eşyelerinin yüzde lipit değerleri	50
Şekil 3.11	<i>P. turionellae</i> larvasında değışik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri	53
Şekil 3.12	<i>P. turionellae</i> pupunda değışik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri	53
Şekil 3.13	Erkek <i>P. turionellae</i> 'da değışik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri	54



Şekil 3.14	Dişi <i>P. turionellae</i> 'da değişik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri	54
Şekil 3.15	<i>P. turionellae</i> 'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarının evre/eşeye göre yüzde glikojen, protein ve lipit miktarları üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması	56
Şekil 3.16	<i>P. turionellae</i> 'da hemositlerin genel görünümü	57
Şekil 3.17	<i>P. turionellae</i> 'da mitoz bölünme geçiren hemositler	59
Şekil 3.18	<i>P. turionellae</i> hemositlerinde cypermethrin uygulamasına bağlı mitotik aktivitedeki değişimler	60
Şekil 3.19	<i>P. turionellae</i> 'da apoptozis görülen hemositler	61
Şekil 3. 20	<i>P. turionellae</i> hemositlerinde cypermethrin uygulamasına bağlı apoptotik hücre sayısındaki değişimler	61
Şekil 3. 21	<i>P. turionellae</i> 'da normal ve mikroçekirdek görülen hemositler	62
Şekil 3. 22	<i>P. turionellae</i> hemositlerinde cypermethrin uygulamasına bağlı mikroçekirdek sayısındaki değişimler	63
Şekil 3. 23	<i>P. turionellae</i> 'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarının mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerleri üzerindeki etkileri	64
Şekil 3. 24	<i>P. turionellae</i> 'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarında mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerleri	65
Şekil 3.25	<i>P. turionellae</i> 'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarında mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerlerinin karşılaştırılması	66

## TABLO LİSTESİ

Tablo Numarası	Adı	Sayfa
Tablo 2.1	Bronskill tarafından <i>G. mellonella</i> için önerilen besin içeriği ve içerikte değişiklik yapılarak kullanılan besin	18
Tablo 3.2	Birinci ve İkinci Grup <i>G. mellonella</i> son evre larvaları üzerine % 25 cypermethrinin etkisi	28
Tablo 3.3	% 25 cypermethrinin Birinci Grup <i>G. mellonella</i> son evre larvalarında puplaşma ve ölüm üzerine etkisi	30
Tablo 3.4	% 25 cypermethrinin İkinci Grup <i>G. mellonella</i> son evre larvalarında puplaşma ve ölüm üzerine etkisi	31
Tablo 3.5	Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı <i>P. turionellae</i> toplam vücut ağırlığı ANOVA sonuçları	33
Tablo 3.6	<i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı toplam vücut ağırlığındaki (mg) değişiklikler	34
Tablo 3.7	Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı <i>P. turionellae</i> glikojen miktarı ANOVA sonuçları	36
Tablo 3.8	<i>P. turionellae</i> larvalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı glikojen miktarları	37
Tablo 3.9	<i>P. turionellae</i> puplarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı glikojen miktarları	37
Tablo 3.10	Erkek <i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı glikojen miktarları	38
Tablo 3.11	Dişi <i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı glikojen miktarları	38
Tablo 3.12	Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı <i>P. turionellae</i> protein miktarı ANOVA sonuçları	41
Tablo 3.13	<i>P. turionellae</i> larvalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları	42
Tablo 3.14	<i>P. turionellae</i> puplarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları	42

Tablo 3.15	Erkek <i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları	43
Tablo 3.16	Dişi <i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları	43
Tablo 3.17	Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeeye bağlı <i>P. turionellae</i> lipit miktarı ANOVA sonuçları	46
Tablo 3.18	<i>P. turionellae</i> larvalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı lipit miktarları	47
Tablo 3.19	<i>P. turionellae</i> puplarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı lipit miktarları	47
Tablo 3.20	Erkek <i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı lipit miktarları	48
Tablo 3.21	Dişi <i>P. turionellae</i> 'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı lipit miktarları	48
Tablo 3.22	<i>P. turionellae</i> 'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarında toplam ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ yaş ağırlık) ve yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri	52
Tablo 3.23	Cypermethrin konsantrasyonu ve MAM'a bağlı <i>P. turionellae</i> 'da sitolojik değişikliklerin ANOVA sonuçları	58
Tablo 3.24	<i>P. turionellae</i> 'da 1000 hücrede cypermethrin konsantrasyonuna bağlı mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerleri	64

## ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinden yazımına kadar her türlü sorunumla ilgilenen, umutsuzluğa düştüğüm her an sabırla yanımda olan çok değerli Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tez izleme raporlarına özveriyle katılarak değerli görüşlerini bizimle paylaşan sayın jüri üyeleri, Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Ülya NURULLAHOĞLU ve Balıkesir Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Mehmet KORKMAZ'a teşekkürlerimi sunarım. Araştırmalarım esnasında yakın ilgilerini gördüğüm Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Elemanlarına, zor günümde mikropipetini kullandıran ve sorumluluğundaki mikroskobu kullanmam sırasında yakın ilgisini gördüğüm sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Dilek AZAZ'a ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm sevgili arkadaşım Arş. Gör. Selma ÖZNUR'a ve değerli öğrencim Mehtap KESKİN'e teşekkür gönül borcumdur. Lipit analizi ile ilgili çalışmalarımda yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Halil İbrahim UĞRAŞ, Arş. Gör. İbrahim ŞAHİN ve laborant Mevlüt ALNIAÇIK'a teşekkür ederim. Ayrıca, tezimin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımını gördüğüm ve gece gündüz demeden her zaman sabırla sorunlarıma çözüm bulan değerli çalışma arkadaşım Ekrem ERGİN'e sonsuz teşekkürler.

Çalışmalarımın kimyasal analiz kısmına yardımcı olan ve imkanlarını hiç esirgmeden kullanmama izin veren Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kubilay METİN'e ve yardımlarını gördüğüm sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Burcu BAKIR, Arş. Gör. Aziz AVCI ve Arş. Gör. Burcu İŞMAN'a ve Aydın'da kaldığım süre içinde beni hiç yalnız bırakmayan, destekleri ile her zaman moral ve güç veren canım arkadaşlarım Arş. Gör. Nazan ÜZÜM ve Arş. Gör. Barış ÜZÜM'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine bu çalışmaya (Proje No: 2001-9) verdiği destekten dolayı teşekkür ederim.

Hayatım boyunca hep yanımda olan, yaptığım her işte güvenini benden hiç esirgemeyen ve her şeyi başarabileceğime inanan sevgili aileme ve Balıkesir'e geldiğim ilk günden beri beni hiç yalnız bırakmayan canım anneme yürekten minnettar olduğumu belirtmek isterim. Son olarak, çalışmalarım süresince değerli vaktini bana ayıran ve her zaman yanımda olan, gösterdiği sabır ve destek için sevgili eşim Serdar SAK'a sonsuz teşekkürler...

## 1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar kimyasal maddelerin oluşturduğu bir okyanus içinde yaşamaktadır. Bilinçsiz ve kontrolsüz uygulanan kimyasal mücadele kanserojen, teratojen ve mutajen kimyasalların [1-3] bu okyanustaki birikim hızını arttırmaktadır. Zararlı kontrolünde kimyasal maddelere ağırlık verilmesi önceden beklenenin aksine birçok problemin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aşırı ve denetimsiz kullanım, zararlının direnç kazanmasına neden olmakta ve bu durum dozun ya her geçen gün daha da arttırılmasını ya da kimyasalın değiştirilmesini gerektirmektedir [4-9]. Buna bağlı olarak hem çevre kirlenmesi hızlanmakta hem de ekonomik kayıp artmaktadır. Kimyasal kontrol sonucu oluşan zararlı etkiler, zamanla insan ve çevre sağlığını da tehdit edecek boyutlara ulaşmaktadır. Örneğin, kullanılan kimyasal maddeler hava, su ve toprakta birikmekte ve besin zinciri yoluyla canlıların değişik dokularına (yağ, kas, karaciğer, dalak gibi) geçmektedir [10].

Doğal dengenin özüne ters olan kimyasal kontrol yönteminin ortaya çıkardığı sorunlar karşısında, diğer mücadele metotlarına yönelme zorunluluğu doğmuş ve “Birleşik Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management)” (IPM) denilen yöntem geliştirilmiştir [11-15]. Bu yöntemde amaç, pestisit kullanımını en aza indirmek, bütün kontrol olanaklarını araştırmak ve zararlıların doğal düşmanlarından en üst düzeyde yararlanmaktır [11, 16-21]. IPM programı çerçevesinde en önemli hedeflerden biri de çevre direncinin arttırılmasıdır. Çevre direncinin arttırılmasında zararlılara dayanıklı bitki türlerinin yetiştirilmesinin yanı sıra doğal düşman popülasyonlarının arttırılması ve bunlardan yararlanılması da IPM programlarının bel kemiğini oluşturmaktadır [22]. Bu yeni yöntem içerisinde doğal dengenin korunmasını sağlayan “Biyolojik Kontrol” önemli bir yer tutmaktadır [11, 14, 22-24]. Bunun için, canlı veya cansız ortama hiçbir zararı olmayan, çevre kirliliğine yol açmayan ve ekolojik dengenin korunması veya düzelmesine katkı sağlayan biyolojik kontrol yöntemlerinin kullanımı daha da hız kazanmıştır [11, 17, 22, 24-33].

Biyolojik kontrol ajanı olarak değişik predatörler [17, 21, 23], örümcekler [34], parazitoitler [24-28, 31-33, 35-39], parazitler [23], patojenler [23, 30, 40], antagonistler [23] ve yabancı ot kontrolü için böcekler [23] kullanılabilir. Ekosistemin korunmasındaki katkıları ve bu yolla insanlara olan yararları düşünöldüğünde biyolojik kontrolde kullanılan ajanlar içinde belki de en uygunu, en az risk taşıyan ve en çok spesifik etki yapanı parazitoitlerdir [23, 31]. Bu nedenle parazitoitler gizli ekolojik can sınıtları olarak ifade edilmiştir [37]. Parazitoitlerin çoğalması konağa bağlı olduğundan, konak sayısındaki artış parazitoit sayısını arttırmakta, konak sayısındaki azalma ise parazitoit sayısını azaltmaktadır [26, 41]. Bu şekilde konak ve parazitoit arasında belli bir denge kurulmaktadır.

Parazitoit terimi ilk olarak bu organizmaları tipik parazitlerden ayırmak için 1913'de O. Reuter tarafından kullanılmıştır [42]. R. Doult 1959'da parazitoitlerin biyolojik özelliklerinin parazitlerden farklı olduğunu ifade etmiştir [42]. Parazitoitler biyolojik özelliklerine göre değişik şekillerde sınıflandırılabilirler. Larvalarının beslenme davranışına göre parazitoitler, endo ve ektoparazitoitler olarak iki sınıfa ayrılırlar [22, 43]. Ovipozisyondan sonra konağın gelişimine izin veren parazitoitler koinobiont; ovipozisyondan evvel konağı öldüren veya felç edenler ise idiobiont olarak tanımlanmıştır [43]. Parazitoitler, yumurta bıraktıkları konak evresine göre yumurta, larva, pup ve ergin parazitoitleri olarak da ayrılabilirler [43]. Bir diğer sınıflandırma şeklinde ise bir konaktan elde edilen ergin parazitoit sayısı dikkate alınmıştır [42, 43]. Buna göre, aynı konağa dişi parazitoit tarafından birden fazla yumurta bırakıldığında, bunlardan sadece bir tanesi ergin evreye ulaşabiliyorsa soliter, çok sayıda larva ergin evreye ulaşabiliyorsa gregar parazitoitlerden söz edilir [42, 43]. Yeterli miktarda konak bulunmadığında, aynı türe ait dişi parazitoitlerin aynı konak üzerine yumurta bırakmaları superparazitizm olarak tanımlanır [22, 43, 44]. Eğer bir dişi parazitoit daha önce farklı bir türden dişi tarafından parazitlenmiş konağa yumurta bırakırsa iki farklı durum oluşabilir. Farklı iki türe ait larva, konağı besin kaynağı olarak kullanımda birbiri ile rekabete girerse, multiparazitizm meydana gelir [45]. İkinci türe ait larvanın konağı değil de, konakta bulunan diğer türe ait larvayı besin kaynağı olarak kullanması durumu ise hiperparazitizm olarak adlandırılmıştır [42, 43]. Ayrıca hiperparazitizm fakültatif ve zorunlu hiperparazitizm olarak da ayrılabilir [43]. Fakültatif hiperparazitoitler,



parazitlenmemiş konakları direkt olarak parazitleyebilirler ve sadece daha önceden parazitlenmiş bir konağa yumurta bırakıldığında hiperparazitoit olarak gelişirler [43]. Aksine, zorunlu hiperparazitoitler ancak parazitoitin parazitoiti olarak gelişebilirler [43]. Kleptoparazitizm ise ender olarak görülen bir parazitizm tipidir [43]. Bir kleptoparazitoit zorunlu olarak başka türden bir parazitoitin varlığına ihtiyaç duymaktadır. Ancak, bu tipte parazitoite olan gereksinim hiperparazitizmde olduğu gibi, beslenme amaçlı değildir. Bu zorunluluk, sadece kleptoparazitoit ovipozitörden yoksun olduğundan ve yumurta bırakmak için konağın daha önceden başka bir tür tarafından ovipozisyon için delinmesi gerektiğinden ortaya çıkmaktadır [42, 43].

Zararlıların parazitoitlerle biyolojik mücadelesinde konak-parazitoit ilişkisinin bilinmesi yapılacak mücadelenin başarısı için önemli bir unsurdur [17, 24, 32, 33]. Çünkü, bir parazitoitin ergin öncesi ve sonrası hayatı konağından kaynaklanan faktörlerden etkilenmektedir [37, 38, 41, 46-50]. Çevrede konağı etkileyebilecek her türlü olumsuz koşul, yaşamı konağına bağlı olan parazitoiti de etkilemektedir. Bu nedenle doğada tarımsal zararlılara karşı kullanılan pestisitler sadece zararlıları değil, doğal düşmanları (parazitoitler ve predatörler gibi) ve ekosistemdeki diğer canlıları da olumsuz yönde etkilemektedir [31, 51-53]. Pestisitler etkiledikleri canlı grubuna göre genel olarak herbisitler, insektisitler ve fungusitler olmak üzere üçe ayrılırlar [54]. Bunlar doğal maddelerden izole edilebilecekleri gibi ticari olarak da sentez edilebilirler. Pestisitlerin izole edildikleri doğal maddelerin en yaygın olanları bitkilerdir [54]. Çevre sağlığı açısından pestisitlerin yapılarında bulunan etken madde önemli olmaktadır. Çünkü canlılarda akut veya kronik etki eden ve onların ölümüne neden olan pestisit yapısındaki etken maddedir [1, 55, 56].

Sentetik organik insektisitlerden, piretroitler grubunda yer alan cypermethrin [14, 54] temas ve beslenmeye bağlı etki gösteren sistemik olmayan bir insektisittir [54, 57]. Memelilerde oral yolla alındıklarında insektisitlerin meydana getirdiği etki temas toksisitesinden daha fazla olmasına karşın, böceklerde her iki yolla oluşan etki hemen hemen eşdeğerdir [16, 58]. Piretroit grubunda yer alan diğer birçok insektisit gibi cypermethrin oldukça kompleks bir molekül olup sekiz farklı izomerden oluşmaktadır [51, 54]. Zehirlilik sınıfı iki (zehirli) veya üçtür (orta derecede zehirli) [14, 54]. Emülsiyon konsantre (EC), ıslanabilir toz (WP), granül (GR) ve çok düşük

hacimli sıvı (UL-ULV) olmak üzere dört formu vardır [57]. Pestisitler en çok emülsiyon konsantre formunda kullanılmaktadır [14]. İkinci Dünya Savaşı sırasında üretilen sentetik piretroitler [54], dünya çapında geniş bir kullanım yelpazesine sahiptirler[3, 51]. Cypermethrin, dünyada meyve ağaçları, üzüm asmaı, sebzeler, tahıllar, orman ağaçları vs.'de yaşıyan özellikle Lepidopterler başta olmak üzere Coleoptera, Diptera, Hemiptera ve diğere böcek ordolarına ait çok sayıda zararlının kontrolünde kullanılmaktadır [51, 57]. Ülkemizde cypermethrinin meyve, sebze, hububat, endüstri ve süs bitkileri zararlıları başta olmak üzere çok geniş bir uygulama alanı vardır [59].

Cypermethrin diğere sentetik piretroitler gibi sinir sisteminin normal işleyiş mekanizmasını bozarak etkili olur [51]. Örneğinin, sodyum girişine izin veren kanalların geç kapanmasına ve çok sayıda sinir impulsunun oluşmasına yol açar [51]. Bu yolla piretroitler beyinde değışik merkezleri etkileyerek anormal davranışlara neden olurlar [60]. Cypermethrinin insanlar, sıçanlar ve fareler üzerinde akut ve kronik toksik etkilerinin olduğu belirlenmiştir [51]. Laboratuar deneyleri, hamilelik süresince uygulanan cypermethrinin yavruları olumsuz olarak etkilediğini göstermiştir [51]. Örneğinin, hamile tavşanlara cypermethrinli besin verildiğinde yavruların organ sayısında artma ve iskelet sisteminde bazı anormallikler belirlenmiştir [51]. Sıçanların yavrularında ise dişlerin geç çıkması ve gözlerin geç açılması gibi bazı gelişim bozuklukları görülmüştür [51]. Ayrıca, farelere yüksek dozlarda uygulandığında genetik materyale zarar verdiği [51] ve deride tümör başlangıcına neden olduğu [3] tespit edilmiştir. Sindirim veya deri yoluyla alındığında farelerde kemik iliğı hücrelerinde ve insanda kan hücrelerinde mikroçekirdek sayısını artırmıştır [51]. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Kurumu (US Environmental Protection Agency) (EPA), cypermethrini dişi farelerin akciğerinde tümör oluşumuna yol açması nedeniyle, insanlar için muhtemel kanser ajanı olarak sınıflandırmıştır [51].

Cypermethrin etki alanı oldukça geniş bir insektisittir. Hedef böceklerin öldürülmesinin yanı sıra parazitoit türler, arılar, predatörler, vb. hedef olmayan türlerin popülasyonlarının da azalmasına neden olmaktadır [51, 54]. Parazitoit ve predatör türler ile yapılan çalışmalarda cypermethrin uygulaması sonucu ölüm



oranlarında artma meydana geldiği tespit edilmiştir [61, 62]. Örneğin, değişik insektisitler (cypermethrin, lambda-cyhalothrin, thiodicarb, profenophos, spinosad, methoxyfenozide, tebufenozide) yumurta parazitoiti, *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatiade)'un farklı gelişim safhalarına uygulanarak konaktan çıkış oranları ve yaşam süresi üzerindeki etkileri araştırılmıştır [61]. Genel olarak uygulanan insektisitlerin parazitoitin ölümüne yol açarak çıkış oranlarını olumsuz etkilediği ve yaşam süresini azalttığı belirlenmiştir [61]. % 25'lik cypermethrin EC ve mikrokapsülasyon ile zehir etkisi azaltılmış şekliyle predatör tür, *Amblyseius fallacis* (Garman)'in ergin bireylerine yaprak diskleri üzerinde verilmiştir [62]. Uygulama sonucunda cypermethrinin her iki durumda da predatör türde önemli oranda ölüme neden olduğu ancak EC formunda görülen ölüm oranlarının diğerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir [62].

IPM programlarında her ne kadar kimyasal madde kullanımı en son çare ise de bazı durumlarda biyolojik ve kimyasal mücadele yöntemlerinin uygun olarak birlikte kullanılması gerekebilir. Zararlı populasyon yoğunluğunun baskılanmasında doğal düşman ve ona zararlı olmayan bir insektisit birlikte kullanılması etkili olabilir. Bu nedenle, pestisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki potansiyel etkilerinin belirlenmesi IPM programlarının önemli bir bölümünü oluşturur [63]. Son yıllarda zararlılarla mücadelede insektisitlerin kullanımı [64-66] ve bu maddelerin zararlı tür üzerindeki etkileri ile ilgili [5-8, 16, 67-73] çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte insektistlerin biyolojik kontrol ajanları üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmaların çoğunun bu maddelerin parazitoitin biyolojik özelliklerini nasıl etkilediği konusuna yoğunlaştığı görülmektedir [16, 19, 58, 61, 74-80]. İnsektisitler parazitoitlerin populasyonlarında [19, 31, 48, 53, 58, 61, 74, 77] ve üreme aktivitesinde azalma [18, 61, 74, 78], fizyolojik değişiklikler [81], verimde artma veya azalma [63] ve davranış bozukluklarına [18] neden olmaktadır. İnsektisitler bu etkilerini biyolojik kontrol ajanlarını doğrudan öldürmek veya konaklarını öldürerek besinsiz kalmalarına neden olmak üzere hem doğrudan hem de dolaylı olarak meydana getirirler [14, 17, 48, 58, 61, 63, 74, 75, 77, 78]. Örneğin, çam sürgün güvesinin dört parazitoitinde değişik insektisitlerin (permethrin, lambda-cyhalothrin, spinosad, indoxacarb) akut toksik etkileri (24 saatlik) araştırılmıştır. Indoxacarbın en düşük toksik etkiye sahip olduğu, permethrin, lambda-cyhalothrin ve spinosad'da ise ölüm oranının önemli oranda

arttığı tespit edilmiştir [77]. Bir başka çalışmada, lambda-cyhalothrin, spinosad ve S-1812'nin parazitoit türler *Bracon mellitor* Say, *Cardiochiles nigriceps* Viereck ve *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae)'de türe ve insektisit çeşidine bağlı olarak ölüm oranlarını farklı oranlarda arttırdığı belirlenmiştir [58].

Yüksek organizasyonlu hayvanlarda olduğu gibi böceklerde de temel metabolitlerin gelişim süresince böcek vücudundaki değişimi önemli olmaktadır. Holometabol böceklerde metamorfoz süresince enerji tüketiminin metamorfozun ilk safhalarında daha yüksek olduğu, pup evrelerinin ortalarına doğru azaldığı ve erginleşmeye doğru arttığı bilinmektedir [82]. Enerji tüketimine bağlı olarak glikojen, lipit ve proteinlerin metamorfoz süresince böcek vücudundaki dağılımı da farklılık göstermektedir [82]. Lipidlerin (temelde triaçilgliseroller) ve karbohidratların (özellikle glikojen ve trehaloz) metamorfoz süresince temel enerji kaynakları oldukları genel olarak kabul edilmiş olsa da [83-85] bu metabolitlerin kullanımlarındaki farklılıklar ile ilgili bilinenler çok azdır [82]. Böcek ordolarına dahil değişik türlerin nimf veya larva, prepup, pup ve ergin gibi farklı evrelerinde glikojen [82, 86-89], lipit [82, 86, 89, 90, 91] ve protein [67, 82, 89, 92] miktarındaki değişimleri belirleyen çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu böceklerin çeşitli evrelerinde söz konusu metabolitlerin sentez ve yıkımı büyük ölçüde aydınlatılmıştır. Örneğin, Akdeniz meyve sineği, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)'da metamorfoz boyunca temel metabolitlerin değişimi değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Çalışmalarda, sinekte larva evresinin sonuna kadar lipit birikiminin devam ettiği [82] ancak glikojen [82, 88] ve protein miktarlarının [82, 92] önemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir. Ayrıca larva evresinin sonu ile pup evresinin başlangıcı arasında lipitlerin az oranda harcandığı, protein miktarında ise etkili bir düşüş olduğu görülmüştür [82, 90, 91]. Bununla beraber, pup evresinin sonlarına doğru protein sentezinin [82, 92] ve glikojen miktarının [82] arttığı ifade edilmiştir. *C. capitata*'da ergin safhanın ilk yarısında lipit miktarında az oranda düşüş gözlenirken, glikojen önemli oranda artmış protein miktarı ise sabit kalmıştır [82]. Ancak, ergin safhanın ikinci yarısı ile erginleşinceye kadar lipit ve glikojen miktarının önemli ölçüde tüketildiği [82] ve yeni çıkmış erginlerde glikojen miktarının düşük olduğu belirlenmiştir [93]. *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera : Lymantriidae) larvaları, ikinci evre larvanın ilk gününden dördüncü evre larvanın

üçüncü gününe kadar değişik konsantrasyonlarda ağır metal eklenmiş besin ile beslenmiş ve larvaların tüm vücut ve hemolenfinde karbohidrat ve lipit değişimleri araştırılmıştır [86, 87]. Larvalara uygulanan ağır metallerin (kadmiyum, kurşun, bakır, çinko) deney gruplarının çoğunda hemolenf ve tüm vücutta toplam glikojen seviyelerini azalttığı, lipit seviyelerini ise ya hiç etkilemediği ya da belirli oranlarda azalttığı belirlenmiştir [86, 87]. Bir başka çalışmada, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) beşinci evre larvalarında, organik fosforlu insektisitlerin (fenitrothion ve ethion) hemolenf ve yağ dokusunda protein metabolizması üzerine etkileri araştırılmıştır [67]. Larvalar koza örene kadar insektisit eklenmiş besin ile beslenmiş ve daha sonra hemolenf ve yağ doku örnekleri alınmıştır. Araştırma sonunda insektisitlerin letal ve subletal dozlarında, hemolenf ve yağ dokudaki toplam protein içeriğinin önemli oranda azaldığı, serbest aminoasitler, proteaz, alanin ve aspartat aminotransferaz, glutamat dehidrogenaz enzim aktivitelerinin ise arttığı belirlenmiştir [67]. Çalışmada protein miktarındaki azalmanın proteaz enzim aktivitesinin artması ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir [67]. Choi ve arkadaşları [89], *Chironomus riparius* Mg. (Diptera: Chironomidae) dördüncü evre larvalarında, kısa süreli (24 saat) uygulanan dört stres faktörünün (hipoksik, hiperoksik, potasyum dikromat, fenitrothion) Elektron Taşıma Sistemi (ETS) aktivitesi ile toplam lipit, glikojen ve protein içeriklerine etkilerini araştırmışlardır. Hipoksik ve hiperoksik koşullarda ETS aktivitesi ve protein içeriğinde artma, hipoksik koşullar altında glikojen içeriğinde ise azalma olduğu belirlenmiştir. Larvalar potasyum dikromat veya fenitrothiona maruz kaldıklarında lipit ve glikojen içerikleri azalmış, ETS aktivitesi fenitrothion dozuna bağlı olarak azalmış veya artmıştır. Araştırmacılar, ETS aktivitesi ile glikojen ve lipit gibi enerji metabolizması ile ilgili bazı parametrelerin *C. riparius* larvalarının çevresel dağılımında belirleyici özellik olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir [89].

Parazitoit hymenopter türlerin çeşitli evrelerindeki glikojen, lipit ve protein seviyelerini inceleyen çalışmalar oldukça azdır [81, 94-99]. Ortel [94], *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ergin dişi ve erkeklerini ağır metalli besin ile besleyerek metallerin toplam lipit, protein ve karbohidrat seviyelerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Kadmiyum ve kurşun kirliliğine bağlı olarak, toplam karbohidrat içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığını, özellikle kadmiyumlu

gruplarda toplam protein ve lipit seviyelerinde ise önemli oranda azalma meydana geldiğini belirlemiştir. Karbohidrat miktarı etkilenmezken lipit miktarındaki azalmanın ağır metal stresinden dolayı enerji metabolizmasının lipit katabolizması yönünde değişmesi ile meydana gelmiş olabileceği ifade edilmiştir [94]. Ayrıca, protein miktarındaki azalma, lipit-karbohidrat katabolizmasının protein katabolizması yönünde değişmesine bağlanmıştır [94]. Aynı tür ile yapılan bir başka çalışmada, ergin dişilerde açlık, beslenme, yaşlılık ve parazitlemenin toplam glikojen seviyelerine etkileri araştırılmıştır [98]. Parazitoit glikojen miktarının, açlık, yaşlanma ve parazitlemeye bağlı olarak azaldığı, % 30'luk bal ile beslendiğinde ise arttığı belirlenmiştir [98]. *P. turionellae*'nın ergin dişilerinde 22 karbohidratın toplam glikojen ve protein miktarına etkileri [97] ve erkek larvalarında besinsel inorganik tuzlardaki değişimin toplam protein miktarına kalitatif ve kantitatif etkileri de [95] araştırılmıştır. Özalp ve Emre [97], besin içinde verdikleri 22 karbohidrattan ksilozun ergin dişilerin toplam protein miktarını arttırdığını, glukozun ise azalttığını, diğer karbohidratların ise önemli bir etki yapmadığını belirlemiştir. Ksiloz, riboz, ramnoz, mannoz, maltoz, sellobioz, melezitoz, raffinoz, glikojen, dulsitol ve mannitolün toplam glikojen miktarını önemli oranda azalttığı, sorbozun arttırdığı, diğerlerinin ise etkilemediği belirlenmiştir [97]. *P. turionellae* larvalarının besinindeki inorganik tuzlar ise, besinden ayrı ayrı çıkartıldığında kobalt klorür ( $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) hariç diğerlerinin sentezlenen protein yüzdesini önemli oranda azalttığı belirlenmiştir [95]. Ayrıca, kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) ve demir klorür ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )'den herhangi birinin kontrol besinindeki miktarının % 25 ve  $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 'ün % 50 oranında artırılması sentezlenen protein miktarını arttırmıştır [95]. Bir başka çalışmada ise, *P. turionellae*'nın dişi pup ve erginlerinin toplam lipit, yağ asidi ve yağ asidi bileşimine 3, 7, 15, 30, 45 ve 60 günlük sürelerle uygulanan düşük sıcaklığın (+4 °C) etkileri araştırılmıştır [96]. Uzun süreli düşük sıcaklık uygulaması dişi pup ve erginlerde ağırlık kaybına neden olmuş fakat toplam lipit yüzdelerini etkilememiştir. Toplam yağ asidi yüzdeleri ergin dişilerde önemli bir değişiklik göstermemiş, dişi puplarda ise 15 ve 30 günlük uygulamalarda önemli derecede azalmıştır [96]. Pupilarda düşük sıcaklığa bağlı olarak doymamış yağ asitlerinin yüzdesi azalırken, kısa süreli uygulamalarda doymuş yağ asitleri, uzun süreli uygulamalarda ise aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdeleri artmıştır. Erginlerde ise süreye bağlı olarak doymuş, doymamış ve aşırı doymamış yağ asidi

yüzdelerinde uyumlu bir değişim gözlenmemiştir [96]. *Macrocentrus grandii* (Goidanich) (Hymenoptera: Braconidae)'nin erkek ve dişi bireylerinde, aç bırakılma ve sükröz ile beslemenin karbohidrat ve lipit metabolizması üzerindeki etkileri araştırılmıştır [99]. Çalışmada, vücuttaki basit depo şekerlerinin (özellikle trehaloz) ve glikojenin açlık durumunda düşük düzeyde, sükröz ile beslemede ise yüksek seviyelerde olduğu, lipit depolarında ise sükröz ile beslemenin açlık durumuna göre fark yaratmadığı bulunmuştur. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara göre, diyetteki sükrözün trehaloz ve glikojen sentezinde kullanıldığını, lipit sentezinde ise kullanılmadığını ileri sürmüşlerdir [99].

Böceklerde metamorfoz süresince metabolitlerin gerekli yerlere taşınması ve depolanmasında şüphesiz hemolenfin çok önemli bir işlevi vardır [100]. Böcek hemolenfi genellikle renksiz veya bazı pigmentlerden dolayı çok az yeşil veya sarı renkli bir sıvıdır. Böcek türüne göre vücut ağırlığının yaklaşık % 5-% 40'nı hemolenf oluşturmaktadır. Omurgalılarda olduğu gibi böcek kanı da sıvı kısım (plazma) ve hücresel kısım (hemositler) olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır [100, 101]. Çeşitli böcek ordolarına ait türlerde hemositler ışık mikroskobu, faz-kontrast ve elektron mikroskobunda incelenerek bunların yapıları ve tipleri hakkında birçok bilgi elde edilmiştir [101-115]. Fakat yine de hemositlerin yapılarına göre sınıflandırılmasının tam olarak kesinlik kazandığı söylenemez. Birçok araştırmacı Jones [116] tarafından yapılan sınıflandırmayı kabul etse de böceklerin genelinde ve Hymenoptera ordosunda yapısal olarak temelde yedi tip hücreden (prohemosit, plasmatosit, granülosit, sferül hücre, adipohemosit, önositoid ve koagulosit) söz edilir [101].

Hemositlerin fagositoz, kapsül oluşumu, pıhtılaşma, nodül oluşumu, yaraların iyileştirilmesi, zehirli maddelerin detoksifikasyonu, besin maddelerinin taşınması, depolanması ve parçalanan dokuların uzaklaştırılması vb. gibi çok farklı işlevlere katıldıkları bilinmektedir [100, 101, 113, 114, 117-122]. Bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sırasında hemositlerde ve hemolenfte meydana gelen biyokimyasal değişiklikler büyük oranda incelenmiştir [120, 123-127]. Kanost ve arkadaşları [126], *Manduca sexta* L. beşinci evre larvalarının hemolenfinden in vitro koşullarda hemositlerin bir araya toplanmasına engel olan bir protein izole etmiş ve hemosit



toplanmasını inhibe eden protein (HAIP) olarak isimlendirmişlerdir. Bu proteinin aynı şekilde hemositlerin toplanmasına neden olan hemolin proteininden [125] sekonder yapı olarak farklı olduğu belirlenmiştir. Bu proteinin diğer lepidopter türlerinde de olduğu gösterilmiştir [126]. Araştırmacılar, HAIP ve hemolinin bu tip bir aktivite ile hemositlerin yapışıcı özelliklerini değiştirerek hemosöldeki yabancı materyallere karşı nodül oluşum boyutunu ve kapsül oluşumunu etkileyebileceklerini ifade ederek bu proteinlerin in vivo önemlerini de ortaya koymuşlardır [126]. Yapılan bir başka çalışmada ise, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) beşinci evre larvalarında Apolipophorin-III denilen bir proteinin hemositlerin lam üzerine yapışma özelliklerini azalttığı belirlenmiştir [127]. Bu proteinin de hemolin ve HAIP gibi nodül oluşumu [125, 126] ve/veya fagositoz özelliklerini kontrol edebileceği de ifade edilmiştir [127]. *Melanoplus sanguinipes* (F.) (Orthoptera: Acrididae) erginlerinde hemolenfin kimyası ve hemositlerin morfolojik ve sitokimyasal özellikleri araştırılmıştır [123]. *M. sanguinipes* hemositlerinin, çekirgenin biyolojik kontrolünde kullanılan patojen bir mantara karşı immün sistemde bir rolü olduğu belirlenmiştir. Mantarın konidiaları ergin çekirgelere enjekte edildiğinde 10 dakika içinde granülositlerin bu konidialara yapıştığı ve granülositlerden mukopolisakkarit bir yapının dışı doğru uzandığı tespit edilmiştir [123]. Bu yapının konidiaları çevreleyebileceği ve bu yolla organizmanın yabancı materyallere karşı bir savunma geliştirilebileceği ifade edilmiştir [123].

Parazitleme sonucu konak hemolenfinde ve hemosit faaliyetlerinde meydana gelen biyokimyasal değişiklikler araştırılmıştır. Strand ve Noda [124], soliter braconid parazitoit *Microplitis demolitor* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae)'un konağı, *Pseudoplusia includens* (Walker)'i parazitlemesi sonucu konak hemositlerinde meydana gelen değişiklikleri araştırmışlardır. Çalışmada, parazitleme sonucu konak hemositlerinin toplam sayısının arttığı, plasmatosit ve granülositlerin yayılma davranışlarının değiştiği, hemolenf fenoloksidaz aktivitesinin azaldığı ve kapsül oluşumunun baskılandığı belirlenmiştir. Bu etkilere parazitoite ait kaliks sıvısı ve içindeki virüsün neden olduğu, ayrıca parazitoit zehiri tek başına verildiğinde hemositlerde bu tip bir davranış değişikliğine neden olmadığı belirlenmiştir [124]. Ancak, parazitoit zehiri kaliks sıvısı ile birlikte verildiğinde, hemositlerdeki bu değişikliğin kaliks sıvısının tek başına verilmesine göre daha da fazla olduğu ve

zehirin sinerjistik bir etki gösterdiği bulunmuştur [124]. Bir başka çalışmada, endoparazitoit *Venturia canescens* Gravenhorst (Hymenoptera: Ichneumonidae)'in parazitletiği konağının immün sistemine karşı kendini nasıl koruduğu in vitro koşullarda araştırılmıştır [120]. Konak içinde parazitoite ait yumurtaların konağın pıhtılaşma faaliyeti ile etkisiz hale getirilmemesi için, parazitoit yumurtaları ve larvalarının yüzeyinde hemomusun denilen bir yüzey musini olduğu belirlenmiştir. Daha önce *Drosophila*'da tanımlanmış olan hemomusine benzeyen bu proteinin, lipophorin ve konak hemolenfindeki diğer proteinlerle birleşerek parazitoit yumurtaları ve larvalarının etrafında konak hemolenfine karşı koruyucu bir tabaka oluşturabileceği ifade edilmiştir [120].

Farklı gelişim safhaları ve eşeylere göre hemolenfte meydana gelen kimyasal değişiklikler [123, 128-133] bir çok böcek ordosunda ayrıntılarıyla çalışılmış ancak Hymenoptera ordosunda hemolenf ile ilgili çalışmalar belirli türlerle sınırlı kalmıştır [134-136]. Örneğin, birçok böcek ordosunda farklı türlerin hemolenf ve diğer dokularında antibakteriyal proteinler değişik araştırmacılar tarafından belirlenmiş ancak Hymenoptera ordosundan sadece *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) ve *P. turionellae*'da bu konuda çalışma yapılmıştır [135]. Araştırmada *Apis mellifera*'da antibakteriyal proteinlerin olduğu, *P. turionellae*'da ise yeteri kadar hemolenf elde edilemediği için antibakteriyal aktivitenin sadece bazı bireylerde tespit edilebildiği ifade edilmiştir [135]. Başka bir çalışmada, ergin işçi arılarda ayın hareketlerine bağlı olarak oluşan günlük ritimlerin hemolenf lipit içeriğini nasıl etkilediği araştırılmıştır [136]. Triaçilgliseroller ve steroidlerin 29.5 (dolunay ritmi), yağ asitleri ve fosfolipitlerin 7.4 (çeyrek ay ritmi) ve 1,3 diaçilgliserollerin ise 14.8 (yarımay ritmi) günlük ritimlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiş ancak ritimler ile lipit değişiklikleri arasında nasıl bir ilişki olduğu açıklanamamıştır [136]. Punzo [134] yaban arısı, *Pepsis formosa* (Say) (Hymenoptera: Pompilidae) dişilerinde hemolenfin organik ve inorganik bileşiklerini belirlemiştir. Çalışmada, hemolenfin % 47,1'nin aminoasitler, % 5,1'nin lipitler, osmotik maddelerin % 1,2'sinin  $Na^+$  ve % 5,6'sının  $Cl^-$  iyonlarından meydana geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler diğer böcek türleri ile karşılaştırıldığında hemolenf içeriklerinde farklılıklar olduğu görülmüştür [134]. Hemolenf içeriği ile ilgili bilgilerin, farklı türler arasında değişiklik gösterse de, özellikle osmotik olaylar açısından homeostasisin devamlılığında önemli olduğu

ve değişik Arthropod türleri arasındaki filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde kullanılabileceği ifade edilmiştir [134].

Çevresel kirlenmeye neden olan değişik maddelerin omurgasız canlılarda hemositler ve diğer doku hücreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır [137-141]. Ancak, pestisite maruz kalmış böceklerde hemositlerde meydana gelen sitolojik değişiklikler çok iyi bilinmemektedir. Hemositlerin çok sayıda fonksiyonda rol oynaması, bunları çevresel faktörlere karşı diğer hücelere göre daha duyarlı hale getirmektedir [137]. Bu nedenle hemositler, zehirli maddelerin sitogenetik zararlarını ortaya koyarken rutin olarak kullanılmaktadır [137]. Yapılan çalışmalarda, canlılarda çevre kirliliğine bağlı olarak meydana gelen stres koşullarında öncelikli olarak DNA'da meydana gelen bozukluklar araştırılmaktadır [137-139]. Stres koşulları altında DNA'da görülen zararlardan biri mikroçekirdek oluşumudur. Mikroçekirdekler hücre bölünmesi sırasında kromozomlardan kopan parçalardan veya anafaz evresinde kutuplara çekilmeyip geride kalan kromozomlardan oluşan küçük yapıdaki çekirdek dışı sitoplazmik kromatin yığınlarıdır [142, 143]. Ayrıca hemositlerde, yabancı organizmalara veya toksik maddelere karşı immün tepkilerini ortaya koyarken programlanmış hücre ölümlerinin meydana geldiği [140, 141, 144, 145], hemosit şekillerinde ve mitotik indekste farklılaşmalar olduğu [101] da belirlenmiştir. Apoptozis geçiren hemositlerde tipik olarak hücrede küçülme, membranda kabarcıklaşma, kromatinde yoğunlaşma ve DNA'nın parçalanması dikkat çekmektedir [144, 146].

Böcek hemositleri ile ilgili çalışmaların çoğunda açlık, enfeksiyon ve yaralanma gibi durumlarda hemosit miktarındaki değişikler [40, 101, 147], mitoz bölünme, hemositlerin farklılaşması [148], gelişimin farklı evrelerinde mitoz bölünme geçiren hemosit sayıları [149] ve hemosit fonksiyonları sırasında görülen apoptozis olayı [144, 145] araştırılmıştır. Bununla beraber hemolenf ile ilgili toksikolojik çalışmaların çoğunda insektisitlerin böcek hemolenfinde meydana getirdiği kimyasal değişiklikler ele alınmıştır [67, 150, 151]. Örneğin, Jabbar ve Strang [150], çekirge ve hamamböceklerinde kimyasal ve fiziksel stres durumlarında hemolenf ve sinir dokuda meydana gelen kimyasal değişiklikleri araştırmışlardır. Çalışmada, ergin böceklere değişik insektisitler şırınga edilerek kimyasal stres ve 8-



24 saat yürümeye zorlanarak fiziksel stres uygulanmıştır. Stres sonucu hem hemolenf hem de sinir dokuda, incelenen amino bileşiklerinden taurin miktarının iki katına çıktığı, prolin konsantrasyonunun ise önemli oranda azaldığı, diğer aminoasitlerdeki artış oranının ise istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir [150]. Ayrıca, böceklerden izole edilen sinirler üzerinde yapılan elektrofizyolojik deneyler ile taurinin normal aktiviteleri inhibe ettiği ve in vivoda bu etkinin konsantrasyona bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir [150]. Bir diğer çalışmada, beşinci evre *G. mellonella* larvaları değişik mantar türleri ile enfekte edildiğinde, larvalara deltamethrin topik olarak uygulandığında ve kütikulaya mekanik zarar verildiğinde hemolenfte toplam esteraz aktivitesinin arttığı ve farklı esteraz aktivitelerinin meydana geldiği belirlenmiştir [151].

İnsektisitlerin böcek hemolenfinde meydana getirdiği kimyasal değişikliklerle ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen, çevresel faktörlerin böcek hemositleri üzerindeki etkileri konusunda yapılan çalışmalar oldukça azdır [116, 152]. Jones [116] yaptığı bir araştırmada, böcek hemosit çalışmalarında kullanılan teknikleri ve hemositlerin yapıları ve fonksiyonları ile ilgili çalışmaları derlemiştir. Araştırmanın hemositlerin fonksiyonları ile ilgili bölümünde, böceklerin DDT gibi zehirli maddelere maruz kaldıklarında toplam hemosit sayısının değişebileceği ve ayrıca zehirli maddeler karşısında hemositlerin parçalanıp sonuçta böceğin ölümüne neden olabileceği ifade edilmiştir [116]. Mathova [152], *G. mellonella* larvalarına besin ile ağır metal (kadmium) uygulayarak yumurta açılımı ve protein özelliklerindeki değişiklikler ile uygulamanın hemolenf ve hemosit üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Larvalara 50 ve 100 ppm kadmium verilmesi, yumurta açılım oranlarında düşmeye, hemolenf ve hemosit lizatta alkalın fosfataz aktivitesinde azalmaya, kontrole göre hemolenfte asit fosfataz aktivitesi değişmezken hemosit lizatta artmaya neden olmuştur [152]. Ayrıca, uygulamanın hemosit lizatta 70 kd bir protein oluşumuna neden olduğu da belirlenmiştir [152].

Parazitoidlerin biyolojik mücadeledeki önemleri nedeniyle temel biyolojik özelliklerinin [39, 153-164] ve besinsel gereksinimlerinin [47, 157, 165-169] bilinmesinin yanı sıra konaklarıyla etkileşimlerinin de çok iyi bilinmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır [18, 24-27, 35, 41, 48, 170, 171]. Bu etkileşim içinde çoğunlukla

biyolojik özelliklerin nasıl etkilendiği [25, 27, 35, 37, 38, 153, 158, 170], parazitlemenin konak ve parazitoit türlerin tüm vücut ve hemolenfinde meydana getirdiği biyokimyasal değişiklikler [50, 124, 172-179] ve parazitlenme sonucu konak hemositlerinde ortaya çıkan morfolojik, sayısal ve işlevsel değişiklikler [145, 180-183] araştırılmıştır. Bununla beraber, konak-parazitoit ilişkisi içinde insektisitlerin etkileri ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır [48, 61, 63, 78]. Bu tip çalışmaların çoğunda kimyasal madde konak ve parazitoite ayrı olarak uygulanıp hangisinin daha duyarlı olduğuna [16, 18, 53] ve parazitlenmiş konaklar insektisit çözeltilerine daldırılıp [18, 61, 63] veya insektisitli besin ile beslenip [48] parazitoit çıkış oranlarına etkilerine bakılmıştır.

Parazitoitlerin önemli bir kısmını bulunduran hymenoptera ordusu biyolojik kontrolde oldukça önemli bir yer tutmaktadır [25-27, 42, 153-160, 184]. Bu ordunun familyalarından özellikle Ichneumonidae familyası çok sayıda pup parazitoiti içermektedir. Endoparazitoit bir tür olan *P. turionellae* değişik lepidopter türlerine ait pupaları parazitleyen yüksek derecede polifaj bir türdür [153]. Diğer parazitoitler gibi konaklarını öldüren [46] *P. turionellae* önemli bir biyolojik kontrol ajanıdır. *P. turionellae*'nin biyolojisi [153, 185-187], üreme özellikleri [169], yetiştirilebileceği besin ortamı ve besin ile ilgili özellikler [167-169, 188], yağ asidi bileşimi [189], glikojen miktarındaki değişimler [190], genital yardımcı bezler ve salgıları [191, 192], anal salgıların kimyası ve fizyolojik etkileri [193] ve zehir bezi ile zehir kimyası [194-196] araştırılmıştır. Ayrıca besindeki değişikliklerin *P. turionellae*'da yaşam ve gelişmeye [95, 197-201], yağ asidi bileşimi [188], glikojen sentezi [97, 98, 198, 202] ve protein miktarına [95, 97, 197, 198, 203, 204] etkileri ile düşük sıcaklığın ergin dişi ve pupalarda meydana getirdiği fizyolojik ve biyolojik etkiler [96, 205-207] de belirlenmiştir. Yapılan toksikolojik çalışmalarda ise değişik ağır metallerin [94, 208, 209], çeşitli insektisit [74, 210] ve herbisitlerin [81, 211, 212] *P. turionellae* üzerindeki etkileri değişik araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. Söz konusu çalışmalarda, pestisitler *P. turionellae*'ya çoğunlukla ya ergin bireye oral yolla verilerek ya da parazitoitin yumurtaları bu pestisitlerin sıvı çözeltileri içine alınarak yumurta verimi ve açılımına, gelişme ve eşey oranı gibi biyolojik özelliklere ve glikojen seviyelerine etkileri [74, 81, 211, 212] incelenmiştir veya bu maddelerin temas ve kalıntı etkileri [210] araştırılmıştır. Bununla beraber, cypermethrinin *P.*

*turionellae*'daki fizyolojik etkileri (glikojen, lipit, protein ve hemolenfteki değişimler) ile ilgili kapsamlı bir çalışmanın yapılmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, *P. turionellae*'da herhangi bir insektisitın hemositler üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmanın olmaması da dikkat çekicidir. Parazitik hymenopterler hayat devirlerinin bir bölümünde bir konağı besin kaynağı olarak kullandıkları için, konak bünyesinde bulunan insektisitın parazitoiti beslenme nedeni ile etkilemesi doğaldır. Ayrıca, ergin parazitoitler doğada meyve özleri ile de beslenirler. Bu nedenle parazitoitler gelişimlerinin her evresinde beslenme nedeni ile pestisitlerle karşı karşıyadırlar. Bu nedenle konağa verilen cypermethrinin parazitoit üzerindeki etkilerinin bilinmesi önemli olacaktır. Bununla birlikte konağa verilen insektisitlerin parazitoitler üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır [48].

Fizyolojik strese neden olan fiziksel ve kimyasal faktörler, hücresel olarak moleküler düzeyde etkilere, doku seviyesinde organik değişikliklere ve sonuçta bireyleri etkileyerek populasyon seviyesinde ölümlere neden olabilmektedirler [10]. Ayrıca pestisitlerin devamlı veya belirli aralıklarla uygulanması hedef olamayan organizmaların enerji bütçelerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Toksik maddeye maruz kalan canlılar maddeden uzaklaşmak, vücudundan atılımını sağlamak veya toksik maddenin neden olduğu zararları ve buna bağlı olarak ortaya çıkabilecek patalojik etkileri onarmak için doğrudan enerjisini kullanabilirler. Normal yaşamda kullanılmak üzere biriktirilen enerjinin bu şekilde kullanılarak harcanması karşılaşılan diğer stres durumlarında ölüm olasılığını arttıracaktır [52]. Bu nedenle *P. turionellae*'nın farklı evre/eşeylerine (bu noktadan itibaren aksi belirtilmedikçe larva, pup, erkek, dişiye tanımlamaktadır) uygulanan cypermethrinin çalıştığımız metabolit miktarlarında yaptığı değişiklikler ile ilgili elde edeceğimiz bilgiler biyolojik kontrol uygulamalarında büyük öneme sahip olacaktır. Bununla beraber, doğada canlıların maddelerin letal dozları ile karşılaşması daha zor olduğu için ve letal dozun konak larvalarını öldürmesi nedeniyle parazitoitteki kimyasal değişim gözlenemeyeceğinden çalışmamızda, cypermethrinin subletal dozlarının *P. turionellae* üzerindeki etkileri araştırıldı. Ayrıca pestisitlerin bir böcek türü üzerindeki toplam etkilerini belirleyebilmek için mutlaka birden fazla gelişim safhası incelenmelidir [213]. Bu amaçla, Ortalama Puplaşma Doz Değerinin (PD<sub>50</sub>) altında konağa uygulanan dört farklı cypermethrin dozunun *P. turionellae*'nın son evre

larva, pup ve erginlerinde toplam glikojen, protein ve lipit miktarına etkileri ve cypermethrin kullanımına bağlı olarak son evre larvaların hemositlerinde ortaya çıkabilecek değişiklikler incelendi. Konak-parazitoit ilişkisini gösteren böyle bir yapay model içerisinde, cypermethrinin fizyolojik etkilerinin incelenmesi doğada benzer ilişkiler içerisinde insektisitlerin verebileceği zararları da görmemizi sağlayacaktır. Parazitoitlerin biyolojik kontrol çalışmalarında kullanılmak üzere doğaya salındıklarında zararlılara uygulanmış olan insektisitlerin parazitoitleri de etkileyebileceği düşünüldüğünde bulgularımızın ne kadar önem taşıdığı ortadadır. Ayrıca, hedef canlıya karşı uygulanan pestisitlerin sadece zararlı böceği değil yararlı böcekleri de ne derecede veya daha fazla etkileyebileceği ve bu etkileşim sürecinde biyolojik kontrolün önemi de ortaya konmaya çalışılacaktır. Bulgularımızın pestisitlerin biyolojik kontrol ajanları üzerindeki etkileri ile ilgili literatüre, fizyolojik, biyokimyasal, davranış ve filogenetik çalışmalara ve biyolojik kontrol uygulamalarına önemli katkılar yapacağı düşüncesindeyiz.

## 2. MATERYAL VE METOT

Pestisit uygulanmayan gruplar için 1,55x2,92x3,20 metre ve pestisit uygulanan gruplar için 1,32x2,63x2,10 metre boyutlarında birbirinden farklı iki oda laboratuvar olarak kullanıldı. Bütün deneyler süresince her iki laboratuvarında,  $25 \pm 2$  °C sıcaklık,  $\% 60 \pm 5$  nispi nem ve 12:12 saat (Aydınlık: Karanlık) fotoperiyot şartları devam ettirildi. Odalarda sıcaklık 9000 BTU klima ve termostatlı radyatör kullanılarak, nispi nem ise radyatörün her iki yanına asılan içi su dolu plastik kaplarla ve gerektiğinde laboratuvarların zeminine su serpilerek sağlandı. Laboratuvarlara ait sıcaklık ve nem değerleri maksimum-minimum termometre, higrometre ve termohigrografla devamlı olarak takip edildi. Aydınlık ve karanlık süresi fotoperiyot cihazları ile ayarlandı.

### 2.1 Konak Kültürleri

Deneylerde konak olarak Büyük Balmumu Güvesi, *G. mellonella* kullanıldı. *G. mellonella*'nın laboratuvar süksesif kültürlerinin kaynağını Balıkesir civarından getirilen peteklerden çıkan ergin *G. mellonella* dişi ve erkek bireyleri oluşturdu. Konak stok kültürü Bronskill [214]'den yararlanılarak petek, kepek, bal, gliserin ve su karışımından oluşan besin ortamında devam ettirildi. Bronskill [214]'e göre hazırlanan besin nem oranının yüksek olmasına bağlı olarak larvaların iyi gelişemediği tespit edildi. Bu nedenle besin içerisindeki kepek oranında değişiklik yapıldı. Bronskill [214]'in önerdiği ve kullandığımız besin içerikleri Tablo 2.1'de verilmektedir.

Konak süksesif kültürlerini oluşturmak için, belli aralıklarla stok kültürden alınan üçer tane en çok iki gün yaşlı dişi ve erkek *G. mellonella* ergini, içerisinde besin bulunan bir litrelik cam kavanozlara bırakıldı. Kavanozların ağzı hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ve üstüne yaklaşık 50 kadar ince delikler

açılmış orijinal kapakları (larvaların bezi delip kaçmalarını önlemek için) ile kapatıldı. Populasyon yoğunluğuna bağlı olarak, azalan konak besinini karşılamak üzere kavanozlara zaman zaman yeterli miktarda besin ilave edildi. Bu şekilde elde edilen konak larva ve pupları, parazitoit ve konak kültürlerinin sürdürülmesinde ve pestisit çalışmalarında kullanıldı. Pestisitli gruplarda kullanılan besinde sadece saf su yerine değişik oranlarda hazırlanan pestisit çözeltileri kullanıldı. Gerekliğinde konak kültürlerinin hızlı bir şekilde üretilmesi ve pup eldesi için 30-35°C'ye ayarlanmış etüvler kullanıldı.

**Tablo 2.1** Bronskill tarafından *G. mellonella* için önerilen besin içeriği ve içerikte değişiklik yapılarak kullanılan besin.

	Bronskill Besini	Kullanılan Besin
Ufalanmış petek	200 g	200 g
<b>Kepek</b>	<b>500 g</b>	<b>860 g</b>
Süzme Bal	150 ml	150 ml
Gliserin	300 ml	300 ml
Saf su	150 ml	150 ml

## 2.2 Parazitoit Kültürleri

Deneylerde parazitoit olarak idiobiont, soliter ve pup endoparazitoiti *P. turionellae* kullanıldı. *P. turionellae* stok kültürünün özünü, kendi laboratuvarımızda yetiştirilmekte olan *P. turionellae* erginleri oluşturdu. Ergin bireyler 20x23x21 cm boyutlarındaki tel kafeslerde tutuldu. Parazitoit süksesif kültürünü oluşturmak için 10-40 gün yaşlı dişi ve erkek *P. turionellae* erginleri kullanıldı. *P. turionellae* stok kültürünün hazırlanması ve pestisit çalışmaları için konak larvaları son evreye doğru kültürden alınıp içinde katlanmış kağıt bulunan bir litrelik cam kavanozlara bırakıldı ve puplaşmaları sağlandı. Elde edilen pupların haftada iki gün ve her parazitoite beş konak pupu düşecek şekilde parazitoitler tarafından parazitlenmeleri sağlandı. Bu şekilde parazitoit kültürleri oluşturuldu ve deneyler boyunca devam ettirildi. *P. turionellae* erginleri her gün üç saat % 30 bal çözeltisi ile beslendi ve haftada bir kez



parazitlemeyi takiben protein ihtiyaçlarını karşılamak için parazitoit başına bir pup verildi.

### 2.3 Cypermethrin

*P. turionellae* erginleri doğada özellikle meyve ağaçlarının bulunduğu bölgeleri tercih etmektedir. Bu nedenle öncelikle farklı meyve ağaçlarındaki zararlılara karşı kullanılan insektisitler araştırıldı [14, 54, 59, 215]. Balıkesir Tarım ve Kyüşleri Bitki Koruma Bölümü, İzmir Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü ve zirai mücadele ilaçları satan değişik kişilerle grüşölerek Balıkesir yöresinde meyve ağaçları ve bağ zararlılarına karşı en çok kullanılan üç insektisit (cypermethrin, deltamethrin ve malathion) belirlendi. Bu üç insektisitten cypermethrinin bölgede daha çok kullanılıyor olması çalışmaların cypermethrinle yapılmasında etken oldu. Çalışmamızda kullandığımız % 25'lik cypermethrin, litresinde 250 gram aktif madde ile çözücüler ve emülgatörler içeren emülsiyon konsantre formunda bir kimyasaldır. Kimyasal adı ( $\pm$ )  $\alpha$ -cyano-3-phenoxybenzyl ( $\pm$ ) cis, trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate ve ticari adı Emperor'dur. Cypermethrin (250 g/lt EC) tüm deneylerde aktif madde miktarına göre saf su ile ppm düzeyinde seyreltilerek farklı konsantrasyonlarda zeltiller hazırlandı ve besin suyu yerine kullanıldı.

### 2.4 Toksik Etki

*P. turionellae*'da cypermethrine bağlı olarak toplam metabolit miktarları ve hemositlerdeki değişimi gözleyebilmek için doz aralığı belirleme n çalışmaları yapıldı. Pestisite dirençte larva ağırlığının etkili olup olmadığını araştırmak üzere iki ayrı deney grubu oluşturuldu. Birinci Grup deneylerde ağırlıkları 0,10-0,15, İkinci Grup deneylerde ise 0,15-0,18 gram arasında değişen *G. mellonella* son evre larvaları kullanıldı. Deney gruplarında % 25'lik cypermethrin doğrudan yada değişik oranlarda seyreltilerek besin içine saf su oranı kadar ilave edilerek kullanıldı. Hazırlanan besinler (10 gram) 80 mililitrelik cam kavanozlara kondu ve ilerine 10

adet *G. mellonella* son evre larvası bırakıldı. Kavanozların ağzı hava sirkulasyonunu önlemeyecek şekilde delikli kapaklar ile kapatıldı.

Birinci ve İkinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarının cypermethrine olan dayanıklılıklarını ölçmek amacıyla % 25'lik cypermethrin doğrudan besin içinde verildi. Bu deneylerde yüksek düzeyde toksik etki gözlendikten sonra her iki grupta değişik ppm değerlerinde daha seyreltik çözeltiler ile çalışıldı. Birinci grup için 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 ve 4000 ppm cypermethrinin konak larvalarında puplaşma ve ölüm oranları üzerindeki etkileri araştırıldı. Birinci Grup'ta 5-40 ppm aralığında puplaşma oranlarının etkilenmediği görüldü. Puplaşma açısından 50 ve 500 ppm arasındaki değişimi daha iyi gözleyebilmek için İkinci Grup deneylerde 5, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 ve 1000 ppm olmak üzere dokuz ayrı deney serisi düzenlendi ve cypermethrinin puplaşma ve ölüm oranları üzerindeki etkileri araştırıldı. Bütün bireyler puplaşmaya ya da ölene kadar 30 gün boyunca cypermethrinli ortamda tutuldu. Pup yapanlar ve ölenler ortamdaki uzaklaştırıldı. Pup yapanların kaçınıcı gün puplaştıkları kaydedildi. Her bir deney serisi dört kez tekrarlandı. Tekrar gruplarında kullanılan bireylerin farklı zaman ve farklı süksesif kültürlerden alınmasına özen gösterildi.

Cypermethrin uygulamasına bağılı olarak puplaşmada Birinci ve İkinci Grup deneyler arasında önemli bir fark görülmedi. Ayrıca büyük konak puplarından elde edilecek *P. turionellae* bireylerinin daha büyük olacağı ve çalışmaları kolaylaştıracağı düşünüldü. Bu nedenle PD<sub>50</sub> değerinin belirlenmesinde ve kimyasal analiz çalışmaları İkinci Grup larvalar kullanıldı. PD<sub>50</sub> değeri 30 günlük toplam puplaşma yüzdeleri kullanılarak probit analizine göre hesaplandı. Bunun için cypermethrin konsantrasyonunun logaritmasına karşı yüzde puplaşma değerlerinin ve cypermethrin konsantrasyonunun logaritmasına karşı probit puplaşma değerlerinin grafikleri çizildi [216].



## 2.5 Örneklerin Toplanması

Cypermethrinin *P. turionellae* evre/eşeylerinde toplam glikojen, protein ve lipit miktarlarına etkisi için PD<sub>50</sub> değerinin altında dört farklı ppm (20, 50, 100 ve 150 ppm) değeri çalışıldı. Bunun için 50 gram besine saf su oranı kadar cypermethrin eklenerek hazırlanan besin bir litrelik cam kavanozlara kondu ve ağzları hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde delikli kapaklar ile kapatıldı. 50 adet 0,15-0,18 gram *G. mellonella* son evre larvası bu şekilde hazırlanan cypermethrinli ortamda yedi gün süre ile tutuldu. Larvalar yedi günün sonunda pup yapmak üzere içerisinde katlanmış kağıt bulunan kavanozlara alındı. Elde edilen puplar *P. turionellae* ergin dişileri tarafından parazitletildi. Parazitlenen *G. mellonella* puplarındaki parazitoite ait son evre larva, pup ve 0-1 günlük erginler  $1 \times 10^{-4}$  g hassasiyette tartılarak kimyasal analizler için toplandı. Tartılan bireyler toplam protein ve glikojen analizi için 5 ml % 10'luk soğuk TCA (Trikloroasetik asit- Merck) çözeltisi içine alındı ve analizleri yapılana kadar +4 °C'de tutuldu. Toplam lipit analizi için örnekler tartıldıktan sonra 2:1 oranında kloroform: metanol (v/v) (Merck) karışımına alındı ve analizleri yapılana kadar -20 °C'de bekletildi. Bir deney serisinin her bir tekrarında on birey olacak şekilde deneyler değişik zamanlarda üç kez tekrar edildi. Pestisit deneylerinde kullanılan *G. mellonella* son evre larvalarının farklı zaman ve farklı süksesif kültürlerden alınmasına özen gösterildi. *P. turionellae*'da cypermethrinin toplam vücut ağırlığı üzerindeki etkilerini belirlemek için, glikojen, protein ve lipit analizinde kullanılan bireylerin ortalama ağırlık değerleri kullanıldı (her tekrarda 10 birey olan altı tekrarlı sonuçlar).

## 2.6 Glikojen

### 2.6.1 Glikojen Özütlemesi

*P. turionellae* örneklerinden glikojen özütlenmesinde Roe ve arkadaşları [217] tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı. Bunun için 5 ml % 10'luk soğuk TCA içine alınarak buzdolabında +4 °C'de bekletilen örnekler buzlu ortamda IKA T25 marka homojenizatörde 24 000 devir/dakikada beş dakika süre ile homojenize edildi. Elde

edilen sulu homojenat, protein analizi için 0,5 ml ayrıldıktan sonra, Whatman No:41 filtre kağıdından huni yardımıyla 25 mililitrelik mezüre süzüldü ve glikojen içerikli süzüntünün toplam hacmi saptandı. Glikojen analizi için uygun hacimlerde (1 ml) alınan süzüntü üç ayrı tüpe aktarılarak üzerlerine beş kat % 95'lik etil alkol (Merck) ilave edildi. Glikojenin çökmesi için tüplerin ağızları parafilm ile kapatıldıktan sonra 35-40 °C'de sıcak su banyosunda bir gece bekletildi. Bu süre sonunda tüplerin, ağırlığı fazla olan tüpe göre diğerlerine % 95'lik etil alkol eklenerek terazide ağırlıkları eşitlendi. Sonra 3500 devir/dakikada 15 dakika santrüflendi ve çöken glikojen süpernatanttan uzaklaştırıldı. Glikojen, tüplerin dip kısmında beyazımsı bir çökelek halinde belirdi. Daha sonra tüpler aşırı sıcak olmayan etüve (40 °C) konularak tüp içindeki alkolün tamamen buharlaşması sağlandı.

### 2.6.2 Toplam Glikojen Miktarı

Glikojen miktar tayini Carroll ve arkadaşlarının [218] geliştirdiği Anthron yöntemine göre yapıldı. Elde edilen glikojen özütleri 2 ml saf su içinde çözüldü. Bu örnek tüpleri ile birlikte bir kör bir de standart tüp hazırlandı. Kör tüpe 2 ml saf su, standart tüpe ise 2 mililitresinde 0,1 mg glukoz (Merck) bulunan çözelti kondu. Bu şekilde hazırlanan bütün tüplerin üzerine 10 ml Antron belirteci (Merck) eklenerek 80 °C sıcak su banyosunda 30 dakika bekletildi. Süre sonunda tüpler soğuk su içerisine alınarak oda sıcaklığına gelmeleri sağlandı. Oda sıcaklığına gelen örneklerin ışık absorpsiyon değerleri UV-1601 Shimadzu marka spektrofotometrede 620 nm dalga boyunda okundu. Okuma işlemi her örnek için üç paralel test tüpü üzerinden yapıldı. Elde edilen verilerden örneğin yaş ağırlığına göre, 100 mg'ındaki glikojenin mg cinsinden değeri aşağıdaki formüle göre hesaplandı [218]:

$$\text{100 mg Dokuda Glikojen Miktarı} = \frac{\text{Bilinmeyen Absorbansı}}{\text{Standartın Absorbansı}} \times 0.1 \times \frac{\text{Ekstrakt Hacmi} \times 100 \times 0.9}{\text{Doku Ağırlığı (mg)}}$$

0.1: 2 ml standart çözeltideki glukoz miktarı

0.9: Glukoz miktarının glikojen miktarına dönüşüm sabitesi

## 2.7 Protein

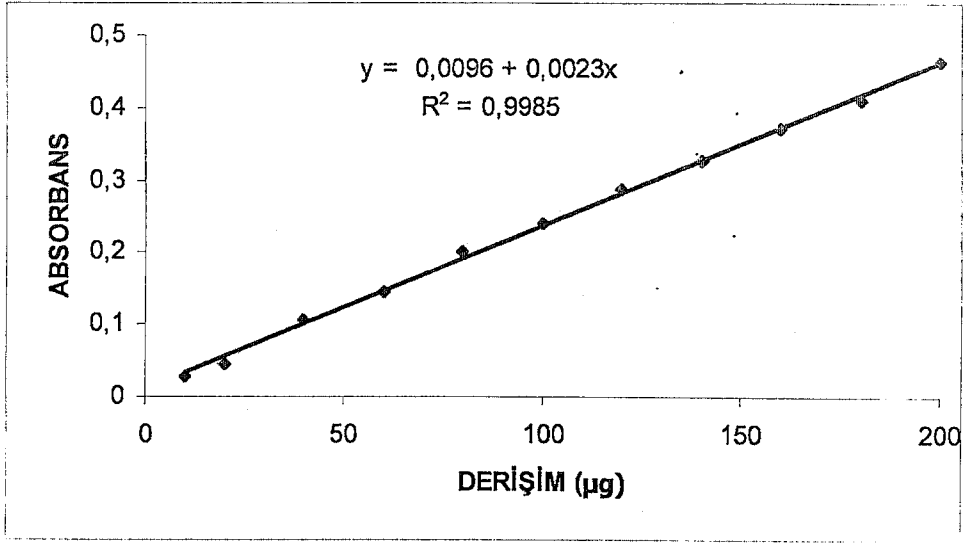
### 2.7.1 Protein Özütleme

Glikojen özütleme sırasında 0,5 ml ayrılan ve analizleri yapılana kadar -10 °C'de tutulan protein içerikli örnekler, dondurucudan çıkarılıp bir müddet oda sıcaklığında bekletildi. Örnekler Universal 32R soğutmalı santrifüjde +4 °C'de 1840 g'de 15 dakika santrifüj edildi ve supernatant uzaklaştırıldı. Altta kalan protein içerikli özüt üzerine 1 ml fizyolojik su ilave edilerek IKA marka teflon başlıklı homojenizatörde 2000 devir/dakikada yaklaşık bir dakika süre ile homojenize edildi. Elde edilen protein içerikli örnekler spektrofotometrik yöntemler uygulanıncaya kadar +4 °C'de tutuldu.

### 2.7.2 Toplam Protein Miktarı

Örneklerdeki toplam protein miktarının tayinine geçmeden önce standart çözeltiler hazırlandı. Bunun için mililitresinde 1000 µg (1 mg) saf bovine serum albumin (BSA) (Merck) içeren bir stok çözelti hazırlandı. Bu çözeltilerden seyreltme yöntemi ile 10, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 ve 200 µg/ml BSA içeren standart çözeltiler elde edildi. Her bir standart çözeltiliye Lowry yöntemi [219] uygulandı, UV-1601 Shimadzu marka spektrofotometrede 660 nm'de ışık absorpsiyon değerleri okundu. Verilerden  $y = 0,0096 + 0,0023x$  regresyon doğrusu elde edildi (Şekil 2.1).

Protein miktar tayini için dolaptan çıkarılan örnekler vorteksle karıştırılıp homojen hale getirildikten sonra Lowry yöntemi uygulandı ve ışık absorpsiyon değerleri spektrofotometrede 660 nm dalga boyunda okundu [219]. Okuma işlemi her örnek için üç paralel test tüpü üzerinden yapıldı. Elde edilen ışık absorpsiyon değerleri regresyon doğrusu denkleminde yerine konularak bir deney serisinin bir tekrarındaki tüm bireylerin toplam protein miktarı hesaplandı. Bu değer birey sayısına bölünerek birey başına düşen ortalama protein miktarı belirlendi.



Şekil 2.1 Protein (BSA) derişimi ile absorbansı arasındaki doğrusal ilişki.

## 2.8 Lipit

### 2.8.1 Lipit Özütlemesi ve Toplam Lipit Miktarı

Örneklerden lipit özütlenmesi ve lipit miktar tayini Folch ve arkadaşlarına [220] göre yapıldı. 2:1 kloroform: metanol (v/v) karışımında -20 °C'de bekletilen lipit örnekleri buzlu ortamda, Art-Micra D-8 marka homojenizatörde 26 000 devir/dakikada beş dakika süre ile homojenize edildi. Elde edilen sulu ham özüt Whatman No: 41 filitre kağıdından süzüldü. Süzüntü içindeki çözücüler döner buharlaştırıcı (Rotary Evaporatör) ile hafif vakumda uçuruldu. Kalan kısım 15 ml hekzan (Merck) ile ayırma hunisine alındı. Hekzanlı faz ayırma hunisinde beş kez 10 ml saf su ile yıkandı. Hekzanlı karışım tekrar buharlaştırılarak çözücü uçuruldu. Örnekler çözücününün tam olarak uçması için 40 °C'lik etüvde bir gece bekletildi. Geri kalan kısım vakumlu desikatörde sabit tartıma gelene kadar bekletildi. Sabit tartıma ulaşan örnek toplam lipit miktarı olarak kaydedildi. Böylece bir deney serisinin bir tekrarındaki tüm bireylerin toplam lipit miktarı belirlendi. Bu değer birey sayısına bölünerek birey başına düşen ortalama lipit miktarı belirlendi.

Her örnek grubunda üç tekrar için mg olarak elde edilen ortalama metabolit miktarları toplanıp üçe bölünerek ortalama yaş ağırlığına göre, ortalama metabolit miktarları tespit edildi. Ortalama metabolit miktarlarından yararlanılarak yüzde değerler hesaplandı ve istatistikleri yapıldı.

## 2.9 Hemolenf

### 2.9.1 Örnek Alma

*P. turionellae*'da hemositler üzerinde cypermethrinin etkilerini araştırmak amacıyla larva, pup ve ergin dişi bireylerden öncelikle örnek alma çalışmaları yapıldı. *P. turionellae* dişileri tarafından parazitlenen *G. mellonella* pupları belli günlerde açılarak *P. turionellae* son evre larva ve pupları elde edildi. Son evre larva ve puplar abdomen kısımlarından bir iğne yardımı ile delinip hemolenf elde edilmeye çalışıldı. Ergin *P. turionellae* dişilerinden hemolenf elde etmek için ise baş koparılıp toraks hafifçe sıkıştırıldı ya da ovipozitör çekilip bağırsakları ile birlikte dışarı çıkarılarak abdomene hafif bir basınç uygulandı. Ancak larvanın cypermethrin uygulamasından daha çok etkileneceği düşüncesi ile hemolenf çalışmalarının *P. turionellae* son evre larvaları ile yapılması kararlaştırıldı.

### 2.9.2 Toksik Etki

*P. turionellae* son evre larva hemositleri üzerine cypermethrinin etkisi dört konsantrasyonda (20, 50, 100 ve 150 ppm) çalışıldı. Daha önce anlatıldığı gibi (Bölüm 2.5) *G. mellonella* son evre larvaları, cypermethrinli ortamda yedi gün bekletildikten sonra puplaşmaları için içerisinde katlanmış kağıt bulunan kavanozlara alındı. Elde edilen puplar *P. turionellae* ergin dişileri tarafından parazitletildi. Parazitlenen *G. mellonella* puplarındaki parazitoite ait son evre larvalarından hemolenf örnekleri alındı.

### 2.9.3 Hemositlerin Boyanması

Alınan hemolenf örnekleri yayma preparat yöntemi ile hazırlanıp, Giemsa boyama tekniği ile boyandı. Bunun için, lam üzerine yayılan hemolenf örneklerinin havada iyice kuruması sağlandı. Daha sonra 1:3 glasiyel asetik asit: metanol (v/v) (Merck) karışımı ile 10 dakika süre ile tespit edildi. Tespit edilen hemositler uygun bir tampon çözelti (pH = 6,8) ile hazırlanan Giemsa çözeltisi (Merck) içinde beş dakika süre ile boyandı. Boyama işlemi sonunda, preparatlar önce saf su ile yıkandı, sonra tampon çözelti ile çalkalandı ve kuruduktan sonra ksilolden (Merck) geçirilip entellan (Merck) ile kapatıldı. Boyanan hemositler Olympus BX51 marka ışık mikroskopunda incelendi [110] ve fotoğraflar Olympus C-4000 200M marka dijital fotoğraf makinesi ile çekildi.

### 2.9.4 Mikroskopik İnceleme

Cypermethrin uygulamasına bağlı olarak hemositlerde mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek oluşumunda meydana gelen değişiklikler araştırıldı. Bunun için bir deney serisinin tüm tekrarlarında, her preparatta 1000 hücre olmak üzere iki preparat incelendi. 1000 hücrede mitoz, apoptozis ve mikroçekirdek oluşumu görülen hücre sayıları belirlendi ve istatistikleri yapıldı. Her bir deney serisi dört kez tekrar edildi. Membranda kabarcıklaşma ve kromatin yoğunlaşması görülen hücreler apoptotik hücre olarak değerlendirildi [144]. Ana çekirdek ile bağlantısı olmayan ve ondan daha küçük yapıdaki çekirdek parçaları ise mikroçekirdek olarak kabul edildi [137].

### 2.10 İstatistik

Bir deney serisinde elde edilen veriler kontrol grubu ve kendi aralarında karşılaştırılmak suretiyle değerlendirildi. *P. turionellae*'da toplam vücut ağırlığı, protein, glikojen ve lipit miktarları üzerine cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeyin etkilerini değerlendirmek için Çift Faktörlü Varyans Analizi (ANOVA)

yapıldı. Evre/eşeylerin her biri için, farklı cypermethrin konsantrasyonlarının etkileri Tek Yönlü Varyans Analizi Testi ile değerlendirildi. *P. turionellae* son evre larvalarında hemositlerde mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek oluşumu ile cypermethrin konsantrasyonu arasındaki ilişkiler Çift Faktörlü Varyans Analizi, mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek oluşumu üzerine değişik cypermethrin konsantrasyonlarının etkileri ise Tek Yönlü Varyans Analizi Testi ile değerlendirildi. Ortalamalar arası farkın önem kontrolünde Tukey HSD Testi kullanıldı [221]. Yüzde olarak belirlenen glikojen, protein ve lipit değerlerinin varyans analizinden önce arksinüs karekökleri alındı. Ancak sonuçlar yüzde olarak sunuldu. Değerlendirmede 0,05 güven sınırı esas alındı.



### 3. BULGULAR

#### 3.1 Toksik Etki

##### 3.1.1 % 25 Cypermethrin

Tablo 3.2’de % 25’lik cypermethrin uygulanan Birinci ve İkinci Grup *G. mellonella* son evre larvaları ile ilgili veriler verilmektedir. Tablo 3.2 incelendiğinde, dört tekrar sonucu hem Birinci Grup hem de İkinci Grup larvaların birinci gün içinde hiçbirinin ölmediği fakat ikinci günün sonunda tamamının öldüğü görülmektedir.

**Tablo 3.2** Birinci ve İkinci Grup *G. mellonella* son evre larvaları üzerine % 25 cypermethrinin etkisi.

Grup	No	n	GÜNLERE GÖRE ÖLÜM				TOPLAM ÖLÜM	
			1. gün		2. gün		Ö.L.S.	%
			Ö.L.S.	%	Ö.L.S.	%		
I		40	0	0	40	100	40	100
II		40	0	0	40	100	40	100

Deney grubu sonuçları her biri 10 larvadadan oluşan dört tekrara aittir. n; Birey sayısı, Ö.L.S.; Ölen larva sayısı.

##### 3.1.2 Birinci Grup Larvalar

Değişik konsantrasyonlar (5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 100, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 ve 4000 ppm) uygulanarak birinci grup larvalar ile yapılan deney verileri Tablo 3.3’de verilmektedir. 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 ppm değerlerinde ve kontrol grubunda yedinci günün sonunda larvalarda ölüm olmadığı ve tamamının puplaştığı görüldü (Tablo 3.3). İlk yedi gün içerisinde puplaşma oranının 50 ppm’de % 55 ve 100 ppm’de % 40 olduğu belirlendi. 500 ppm ve üstündeki değerlerde ise tek bir larvanın bile pup yapamadığı görüldü (Tablo 3.3).



Toplam puplaşma yüzdelerine bakıldığında 5-40 ppm değerlerinde ve kontrol grubunda larvaların tamamının puplaştığı, 50 ppm'den itibaren ise konsantrasyon arttıkça puplaşmanın geciktiği ve puplaşma yüzdesinin azaldığı görülmektedir (Tablo 3.3). 50, 100 ve 500 ppm'de 30 günün sonunda hem puplaşan hem de ölen bireylerin olduğu, 1000 ppm'den itibaren ise hiçbir larvanın pup yapamadığı ve tamamının öldüğü görülmektedir (Tablo 3.3). 50 ve 100 ppm'in toplam puplaşma yüzdeleri birbirine çok yakın olup sırasıyla % 92,5 ve % 87,5'di. 500 ppm'deki toplam puplaşma yüzdesi % 5 ile diğer gruplara göre çok düşüktü (Tablo 3.3). Toplam ölüm değerlerinde 50 ppm'e kadar kontrolde olduğu gibi larvaların hiç birinin ölmediği, 1000 ppm'den itibaren ise ölüm oranının % 100'e çıktığı görülmektedir. 500 ppm'de ölüm oranı % 95 olup, 50 ve 100 ppm'e göre oldukça yüksektir (Tablo 3.3).

### 3.1.3 İkinci Grup Larvalar

Değişik konsantrasyonlar (5, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 ve 1000 ppm) uygulanarak İkinci Grup larvalar ile yapılan deney verileri Tablo 3.4'de verilmektedir. Birinci Grup deneylerde olduğu gibi, İkinci Grup deneylerde de 5 ppm ve kontrol grubunda yedinci günün sonunda larvalarda ölüm olmadığı ve tamamının puplaştığı görülmektedir (Tablo 3.4). 50 ppm'den itibaren ilk yedi gün içerisinde puplaşma oranı ani bir düşüş göstermekte, 400 ve 500 ppm'de tek bir larva bile puplaşmamaktadır.

Toplam puplaşma yüzdelerine bakıldığında Birinci Grup deneylerde olduğu gibi 50 ppm'den itibaren konsantrasyon arttıkça puplaşmanın geciktiği ve puplaşma yüzdesinin azaldığı görülmektedir (Tablo 3.4). 50-500 ppm'de 30 günün sonunda hem puplaşan hem de ölen bireyler oldu, 1000 ppm'de ise hiçbir larvanın puplaşmadığı görüldü (Tablo 3.4). 50, 100 ve 150 ppm'in yüzde puplaşma değerleri birbirine çok yakın, ancak 500 ppm % 5'lik toplam puplaşma yüzdesi ile diğer gruplara oranla çok düşüktü (Tablo 3.4). Toplam ölüm oranlarına bakıldığında, 5 ppm ve kontrolde hiçbir larva ölmemekte ve tamamı puplaşmaktadır (Tablo 3.4). 400 ve 500 ppm'de ölüm oranları sırasıyla % 80 ve % 95 iken 1000 ppm'de ise % 100'e ulaşmaktadır (Tablo 3.4).

**Tablo 3.3** % 25 cypemethrinin Birinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarında puplaşma ve ölümlerine etkisi.

Ppm	n	PUPLAŞMA GÜN ARALIĞI												ÖLÜM	
		1-7		8-14		15-21		22-30		PUPLAŞMA		Ö.L.S.			
		Pup	%	Pup	%	Pup	%	Pup	%	P.L.S.	%	Ö.L.S.	%		
K	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
5	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
10	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
15	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
20	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
25	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
30	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
40	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
50	40	22	55	11	27,5	4	10	---	---	37	92,5	3	7,5		
100	40	16	40	18	45	---	---	1	2,5	35	87,5	5	12,5		
500	40	---	---	2	5	---	---	---	---	2	5	38	95		
1000	40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40	100		
1500	40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40	100		
2000	40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40	100		
3000	40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40	100		
4000	40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40	100		

Sonuçlar her biri 10 larvadan oluşan dört tekrara aittir. n; Birey sayısı, P.L.S.; Puplaşan larva sayısı, Ö.L.S.; Ölen larva sayısı, K; Kontrol.

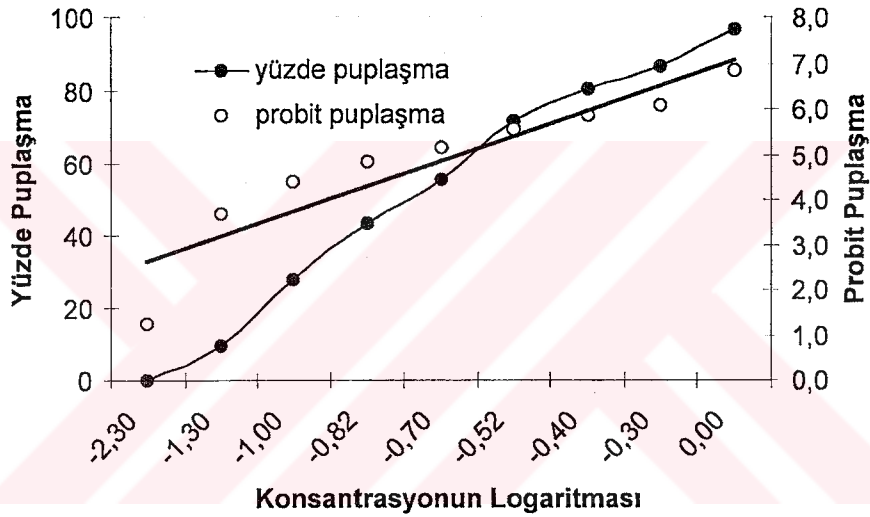
**Tablo 3.4** % 25 cipermetrinin İkinci Grup *G. mellonella* son evre larvalarında puplaşma ve ölüm üzerine etkisi.

Ppm	n	PUPLAŞMA GÜN ARALIĞI												ÖLÜM	
		1-7		8-14		15-21		22-30		PUPLAŞMA		ÖLÜM			
		Pup	%	Pup	%	Pup	%	Pup	%	P.L.S.	%	Ö.L.S.	%		
K	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
5	40	40	100	---	---	---	---	---	---	40	100	---	---		
50	40	17	42,5	17	42,5	2	5	1	2,5	37	92,5	3	7,5		
100	40	6	15	24	60	1	2,5	1	2,5	32	80	8	20		
150	40	7	17,5	19	47,5	3	7,5	---	---	29	72,5	11	27,5		
200	40	1	2,5	19	47,5	3	7,5	---	---	23	57,5	17	42,5		
300	40	3	7,5	9	22,5	2	2,5	---	---	14	35	26	65		
400	40	---	---	7	17,5	1	2,5	---	---	8	20	32	80		
500	40	---	---	2	5	---	---	---	---	2	5	38	95		
1000	40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40	100		

Sonuçlar her biri 10 larvadan oluşan dört tekrara aittir. n; Birey sayısı, P.L.S.; Puplaşan larva sayısı, Ö.L.S.; Ölen larva sayısı, K; Kontrol.

### 3.1.4 PD<sub>50</sub> Değeri

Ana deneylerin doz aralığını belirlemek ve PD<sub>50</sub> değerini hesaplamak için İkinci Grup deneylere ait 30 günlük toplam puplaşma yüzdeleri kullanıldı (Tablo 3.4). Probit analizine göre [216] cypermethrin konsantrasyonunun logaritmasına karşı yüzde puplaşma değerlerinin ve cypermethrin konsantrasyonunun logaritmasına karşı probit puplaşma değerlerinin grafiği çizildi (Şekil 3.2). Bu grafiğe göre PD<sub>50</sub> değeri  $176 \pm 0,007$  ppm olarak belirlendi.



Şekil 3.2 *G. mellonella* son evre larvalarında 30 günlük süre sonunda cypermethrin konsantrasyonuna bağlı beklenen yüzde ve probit puplaşma değerleri. Grafikteki her bir nokta 10 larvadan oluşan dört tekrarın ortalamasıdır.

### 3.2. Toplam Vücut Ağırlığı

Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı olarak *P. turionellae* toplam vücut ağırlığında görülen değişiklikler ANOVA Tablosunda verilmektedir (Tablo 3.5). Tablo 3.5 incelendiğinde cypermethrin konsantrasyonuna ( $P < 0,001$ ) ve evre/eşeye ( $P < 0,001$ ) bağlı olarak parazitoitin toplam vücut ağırlığında anlamlı derecede farklılık olduğu görülmektedir. Toplam vücut ağırlığında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı farklılığın, evre/eşeye bağlı olarak da değiştiği ( $P < 0,05$ ) belirlendi (Tablo 3.5). Toplam vücut ağırlığında, cypermethrin uygulanan gruplarda

20 ppm'den yüksek değerlerde kontrol grubuna göre belirlenen azalma anlamlıydı (Tukey HSD testi). Evre/eşeye göre larva, pup, dişi ve erkek şeklinde çoktan aza doğru olan sıralamanın anlamlı olduğu görüldü (Tukey HSD testi).

**Tablo 3.5** Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı *P. turionellae* toplam vücut ağırlığı ANOVA sonuçları ( $r^2 = 0,80$ ).

Kaynak	Sd	KO	F	P
Cypermethrin	4	240,037	13,191	0,000
Evre/eşey	3	1894,876	104,131	0,000
Cypermethrin* Evre/eşey	12	42,675	2,345	0,011
Hata	100	18,197		

Evre/eşeylerin her biri için farklı cypermethrin konsantrasyonlarının toplam ağırlık değerleri üzerindeki etkileri Tablo 3.6'da verilmektedir. Cypermethrin uygulaması larva ( $F= 4,62$ ;  $sd= 4, 25$ ;  $P<0,01$ ), pup ( $F= 7,47$ ;  $sd= 4, 25$ ;  $P<0,001$ ) ve dişilerde ( $F= 5,50$ ;  $sd= 4, 25$ ;  $P<0,01$ ) nemli, erkeklerde ( $F= 1,62$ ;  $sd= 4, 25$ ;  $P>0,05$ ) ise önemsiz farklılıklara neden oldu (Tablo 3.6). Larvada, kontrol grubuna göre deney gruplarında toplam vücut ağırlığının 100 ve 150 ppm'de, pupta ise 100 ppm'de önemli oranda azaldığı görülmektedir (Tablo 3.6). Erkek ve dişide (20 ppm hariç) ise kontrol grubuna göre pestisitli gruplarda belirgin bir azalma olsa da, farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildi. Deney gruplarını karşılaştırdığımızda, toplam vücut ağırlıkları larva hariç bütün evre/eşeylerde değişik oranlarda artma veya azalma gösterdi. Larvada ise, cypermethrin konsantrasyonu arttıķa vücut ağırlığında doğrusal bir azalma görüldü (Tablo 3.6). Larva ve erkekte, deney grupları arasındaki farklılıklar anlamlı değildi ( $P>0,05$ ). Ancak, pupta 20 ppm'e göre 50, 100 ve 150 ppm'deki, dişide 20 ppm'e göre 100 ve 150 ppm'deki azalma anlamlıydı ( $P<0,05$ ).

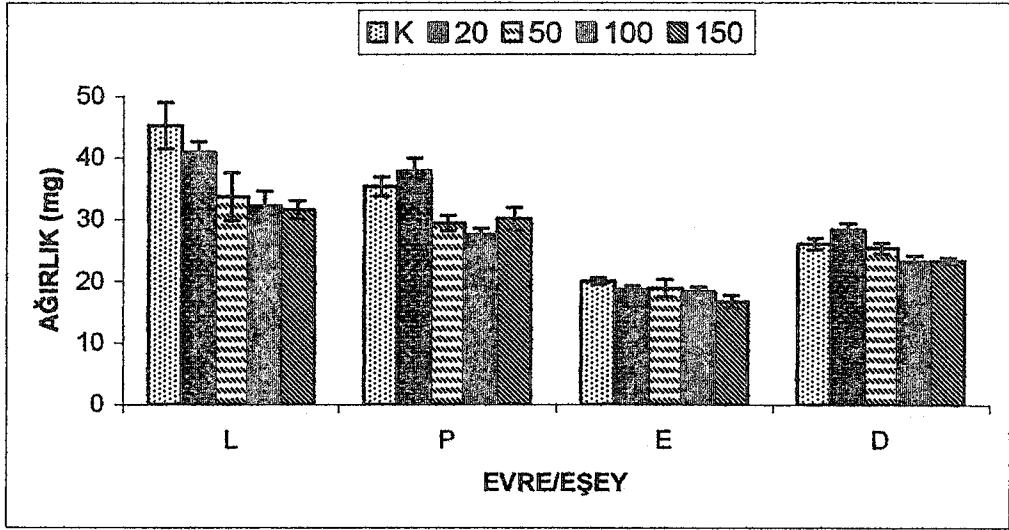
**Tablo 3.6** *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı toplam vücut ağırlığındaki (mg) değişiklikler.

ppm	Larva ( $\bar{x} \pm SH$ )	Pup ( $\bar{x} \pm SH$ )	Erkek ( $\bar{x} \pm SH$ )	Dişi ( $\bar{x} \pm SH$ )
K	45,29 $\pm$ 3,77a	35,39 $\pm$ 1,57ab	20,04 $\pm$ 0,52a	26,13 $\pm$ 0,97ab
20	40,99 $\pm$ 1,66ab	37,94 $\pm$ 2,06a	18,69 $\pm$ 0,66a	28,39 $\pm$ 1,10a
50	33,75 $\pm$ 3,87ab	29,48 $\pm$ 1,26bc	18,97 $\pm$ 1,37a	25,48 $\pm$ 0,89ab
100	32,21 $\pm$ 2,39b	27,64 $\pm$ 0,97c	18,40 $\pm$ 0,79a	23,39 $\pm$ 0,86b
150	31,62 $\pm$ 1,45b	30,13 $\pm$ 1,85bc	16,76 $\pm$ 1,08a	23,47 $\pm$ 0,50b

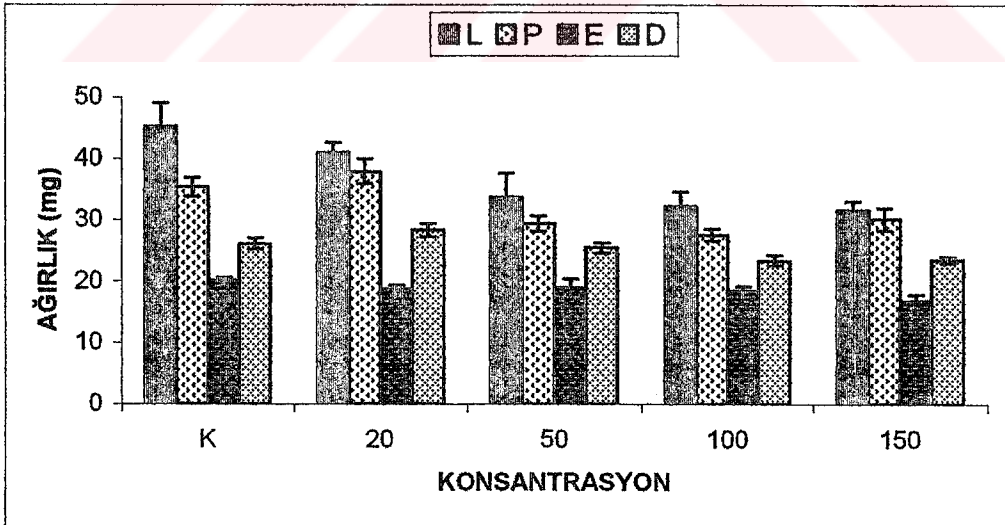
Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 6 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). SH; Standart hata, K; Kontrol.

Toplam vücut ağırlıkları ile ilgili veriler (Tablo 3.6) grafiğe dönüştürüldüğünde Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 elde edilir. Evre/eşeylerin toplam ağırlık değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında larva, pup ve dişide belirgin bir azalma görüldürken erkekteki azalma ise daha düşük oldu (Şekil 3.3). Larva ve erkekte kontrole göre 20 ppm'de azalma, pup ve dişide ise artma görüldü (Tablo 3.6, Şekil 3.3). Şekil 3.4'de farklı cypermethrin konsantrasyonlarının vücut ağırlıklarını nasıl etkilediği evre/eşeye göre karşılaştırılarak gösterilmektedir. Ağırlık değerleri evre/eşeye göre, hem kontrol hem de deney gruplarında larva, pup, dişi ve erkek şeklinde çoktan aza doğru sıralanmaktadır. Kontrol grubunda larvadan pupa ve puptan ergin evreye geçerken ağırlıkta görülen düşme oranı, pestisitli gruplarda daha düşüktü (Şekil 3.4).



Şekil 3.3 Evre/şeyeye göre değişik cypermethrin konsantrasyonlarının *P. turionellae* toplam vücut ağırlığı üzerindeki etkileri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.



Şekil 3.4 Değişik cypermethrin konsantrasyonlarında, *P. turionellae* evre/şeylerinin toplam vücut ağırlıkları. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.



### 3.3 Metabolitler

#### 3.3.1 Glikojen Miktarı

Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı olarak *P. turionellae* yüzde glikojen değerlerinde görülen değişiklikler ANOVA Tablosunda verilmektedir (Tablo 3.7). Cypermethrin konsantrasyonuna ( $P < 0,01$ ) ve evre/eşeye ( $P < 0,001$ ) bağlı olarak glikojen miktarında anlamlı derecede farklılık olduğu görüldü. Ancak, farklılık konsantrasyon-evre/eşeye bağlı değildi ( $P > 0,05$ ) (Tablo 3.7). Tukey HSD testine göre, glikojen miktarında, cypermethrin uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre belirlenen azalma anlamlıydı. Evre/eşeye göre glikojen miktarı erkek, pup, dişi ve larva şeklinde anlamlı olarak çoktan aza doğru sıralandı (Tukey HSD testi).

**Tablo 3.7** Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı *P. turionellae* glikojen miktarı ANOVA sonuçları ( $r^2 = 0,850$ ).

Kaynak	Sd	KO	F	P
Cypermethrin	4	$2,091 \times 10^{-4}$	5,906	0,001
Evre/eşey	3	$2,130 \times 10^{-3}$	60,15	0,000
Cypermethrin* Evre/eşey	12	$6,859 \times 10^{-5}$	1,937	0,059
Hata	40	$3,541 \times 10^{-5}$		

Evre/eşeylerin her bir grubu için farklı cypermethrin konsantrasyonlarının glikojen miktarları üzerindeki etkileri Tablo 3.8-3.11'de verilmektedir. Yüzde glikojen değerlerinde, kontrol grupları ile cypermethrin uygulanan gruplar arasında dişiler ( $F = 20,42$ ;  $sd = 4, 10$ ;  $P < 0,001$ ) hariç istatistiksel olarak önemli bir fark görülmedi (Tablo 3.8-3.11). Larvalarda ( $F = 0,11$ ;  $sd = 4, 10$ ;  $P > 0,05$ ), kontrol ve deney gruplarının glikojen değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olmadığı görülmektedir (Tablo 3.8). Pup ( $F = 3,18$ ;  $sd = 4, 10$ ;  $P > 0,05$ ) ve erkekte ( $F = 0,10$ ;  $sd = 4, 10$ ;  $P > 0,05$ ), kontrolle karşılaştırıldığında cypermethrin uygulanan gruplarda glikojen oranlarında belirgin bir azalma vardı

(Tablo 3.9, 3.10). Ancak, farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildi. Dişide, kontrole göre bütün deney gruplarında glikojen oranlarında görülen azalma anlamlıydı (Tablo 3.11). Larva, pup ve erkekte konsantrasyona bağlı önemli bir farklılık görülmedi. Dişide ise bu farklılık biraz daha belirgindi (Tablo 3.8-3.11, Şekil 3.5). Ancak, farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildi ( $P>0,05$ ).

**Tablo 3.8** *P. turionellae* larvalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı glikojen miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Glikojen	
		$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	% Glikojen
K	30	49,20 $\pm$ 0,08	0,080 $\pm$ 0,01	0,16a
20	30	42,15 $\pm$ 2,44	0,062 $\pm$ 0,00	0,15a
50	30	29,03 $\pm$ 4,77	0,042 $\pm$ 0,01	0,14a
100	30	30,41 $\pm$ 1,12	0,050 $\pm$ 0,01	0,16a
150	30	30,20 $\pm$ 2,84	0,046 $\pm$ 0,01	0,15a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P>0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

**Tablo 3.9** *P. turionellae* puplarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı glikojen miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Glikojen	
		$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	% Glikojen
K	30	37,05 $\pm$ 1,91	0,166 $\pm$ 0,01	0,45a
20	30	35,42 $\pm$ 2,95	0,123 $\pm$ 0,02	0,35a
50	30	28,22 $\pm$ 1,92	0,103 $\pm$ 0,01	0,37a
100	30	29,25 $\pm$ 1,06	0,101 $\pm$ 0,00	0,35a
150	30	29,09 $\pm$ 2,31	0,978 $\pm$ 0,00	0,34a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P>0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

**Tablo 3.10** Erkek *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağı glikojen miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Glikojen	
		$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	% Glikojen
K	30	20,85 ± 0,48	0,101 ± 0,01	0,48a
20	30	19,58 ± 0,77	0,085 ± 0,02	0,43a
50	30	21,21 ± 2,06	0,092 ± 0,02	0,43a
100	30	18,28 ± 1,38	0,083 ± 0,01	0,45a
150	30	17,19 ± 2,36	0,076 ± 0,01	0,44a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P>0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

**Tablo 3.11** Dişi *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağı glikojen miktarları.

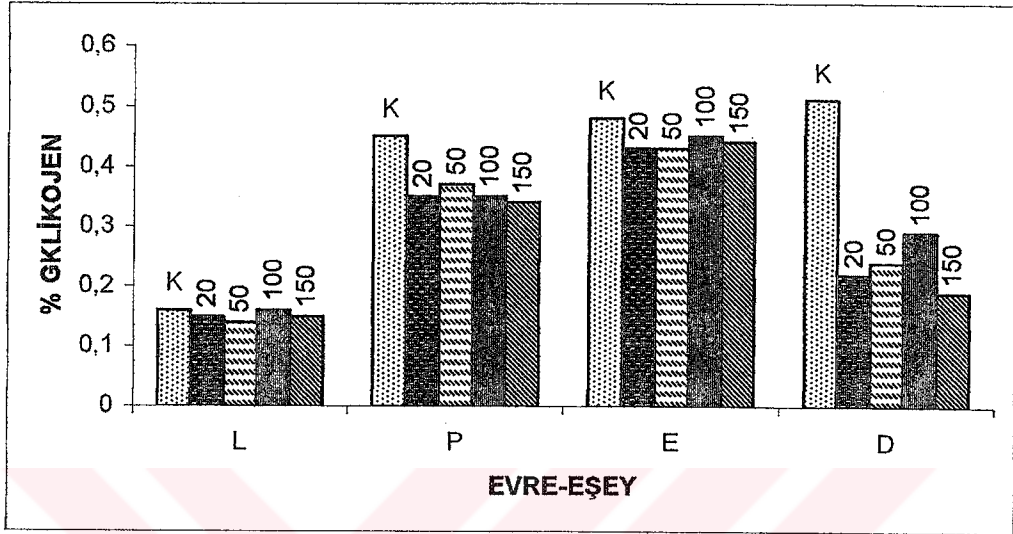
ppm	n	Ağırlık	Glikojen	
		$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	% Glikojen
K	30	25,61 ± 1,59	0,130 ± 0,00	0,51a
20	30	27,43 ± 0,72	0,061 ± 0,00	0,22b
50	30	26,25 ± 1,31	0,064 ± 0,00	0,24b
100	30	24,47 ± 1,43	0,071 ± 0,01	0,29b
150	30	23,82 ± 0,91	0,045 ± 0,00	0,19b

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P>0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

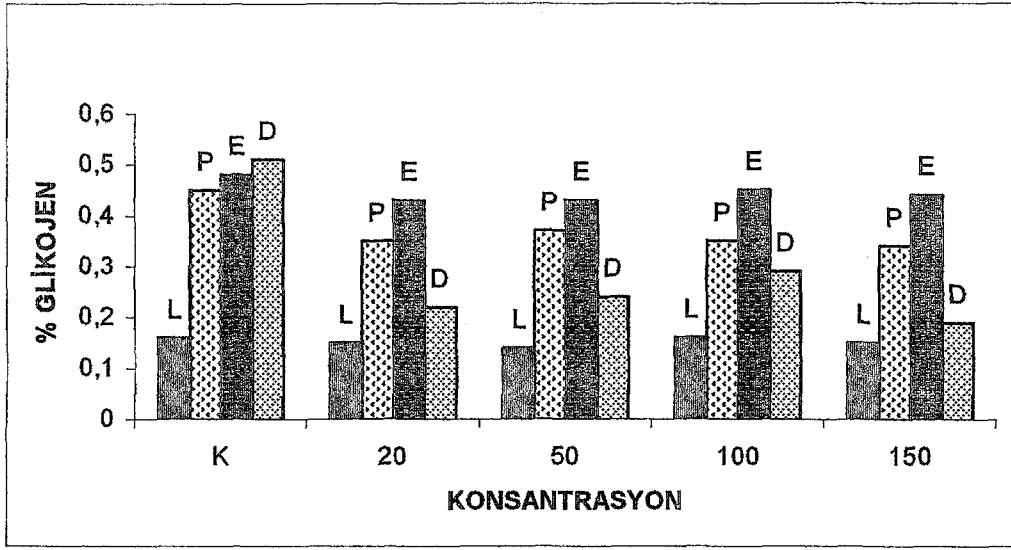
Tablo 3.8-3.11'deki yüzde glikojen değerleri ile ilgili veriler grafiğe dönüştürüldüğünde Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 elde edilir. Evre/eşeylerin glikojen değerlerinde, kontrol ile karşılaştırıldığında pup, erkek ve dişide bariz farklılıklar görülürken larvada belirgin bir farklılık görülmedi (Şekil 3.5). Kontrole göre cypermethrin uygulanan gruplarda, pufta glikojen miktarında dişideki kadar olmasa da belirgin bir azalma, erkekte pup ve dişidekine oranla daha düşük oranda bir

azalma görüldü (Şekil 3.5). Dişide bütün deney gruplarında glikojen oranlarında büyük oranda bir azalma görüldü (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Evre/eşeye göre değişik cypermethrin konsantrasyonlarının *P. turionellae* yüzde glikojen değerlerine etkileri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.

Şekil 3.6'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarının yüzde glikojen değerlerini nasıl etkilediği evre/eşeye göre karşılaştırılarak gösterilmektedir. Kontrol grubunda glikojen miktarının en düşük larvada, en yüksek ise dişide olduğu belirlendi. Ayrıca larvadan pupa geçerken glikojen miktarı hem kontrolde hem de deney gruplarında ani bir yükselme gösterdi. Ancak larva-pup geçişindeki glikojen artış oranı kontrole göre pestisitli gruplarda daha düşüktü. Glikojen miktarı evre/eşeye göre, kontrol grubunda larva, pup, erkek ve dişi şeklinde azdan çoğa doğru sıralanırken deney gruplarında larva, dişi, pup ve erkek şeklindeydi (Şekil 3.6). Glikojen miktarında pupa göre erkekte görülen artış oranı, deney gruplarında kontrole göre daha yüksekti. Ayrıca kontrolde, pupa göre dişinin glikojen oranının daha yüksek, deney gruplarında ise çok daha düşük olduğu görüldü (Şekil 3.6). Ergin kontrol grubunda dişinin glikojen oranı erkekten az bir farkla daha yüksek, cypermethrin uygulanan tüm gruplarda ise daha düşüktü (Şekil 3.6). Sonuç olarak cypermethrin uygulamasından en fazla dişilerin etkilendiği ve larva evresinin fazla etkilenmediği Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'dan açıkça görülmektedir.



Şekil 3.6 Değişik cypermethrin konsantrasyonlarında, *P. turionellae* evre/eşeylerinin yüzde glikojen değerleri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.

### 3.3.2 Protein Miktarı

Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı olarak *P. turionellae* yüzde protein değerlerinde görülen değişiklikler ANOVA Tablosunda verilmektedir (Tablo 3.12). Cypermethrin konsantrasyonuna ( $P < 0,001$ ) ve evre/eşeye ( $P < 0,01$ ) bağlı olarak protein miktarında anlamlı derecede farklılık olduğu görüldü. Ancak, farklılık konsantrasyon-evre/eşeye bağlı değildir ( $P > 0,05$ ) (Tablo 3.12). Protein miktarı, cypermethrin uygulanan gruplardan sadece 20 ve 150 ppm'de kontrol grubuna göre anlamlı derecede azalma gösterdi (Tukey HSD testi). Evre/eşeye göre, protein miktarında pup ve dişiyle karşılaştırıldığında larvada görülen azalma anlamlıydı. Matematiksel olarak sıralamanın çoktan aza doğru pup, dişi, erkek ve larva şeklinde olduğu belirlendi (Tukey HSD testi).

Tablo 3.12 Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı *P. turionellae* protein miktarı ANOVA sonuçları ( $r^2 = 0,554$ ).

Kaynak	Sd	KO	F	P
Cypermethrin	4	$1,419 \times 10^{-3}$	7,519	0,000
Evre/eşey	3	$8,602 \times 10^{-4}$	4,559	0,008
Cypermethrin* Evre/eşey	12	$9,468 \times 10^{-5}$	0,502	0,901
Hata	40	$1,887 \times 10^{-4}$		

Evre/eşeylerin her biri için farklı cypermethrin konsantrasyonlarının protein miktarları üzerindeki etkileri Tablo 3.13-3.16'da verilmektedir. Yüzde protein değerlerinde, kontrol grupları ile cypermethrin uygulanan gruplar arasında görülen fark erkek ( $F= 1,52$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P>0,05$ ) ve dişi ( $F= 0,45$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P>0,05$ ) hariç istatistiksel olarak önemliydi (Tablo 3.13-3.16). Larvada ( $F= 12,92$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P<0,001$ ), kontrol grubuna göre deney gruplarının protein oranlarında önemli bir azalma görülmektedir (Tablo 3.13). Pupa ( $F= 6,46$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P<0,01$ ), kontrole göre deney gruplarının protein değerlerinde değişik oranlarda azalmalar olsa da, bunlardan sadece 20 ppm'deki azalma anlamlıydı (Tablo 3.14). Erkek ve dişide, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında cypermethrin uygulanan bütün gruplarda yüzde protein oranlarında belirgin bir azalma görüldü (Tablo 3.15-3.16). Ancak, farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildi ( $P>0,05$ ). Deney gruplarını karşılaştırdığımızda, protein değerlerinin bütün evre/eşeylerde, azdan çoğa doğru 20, 150, 100 ve 50 ppm şeklinde sıralandığı görülmektedir (Tablo 3.13-3.16, Şekil 3.7). Ancak, larva, erkek ve dişide bu sıralanma istatistiksel olarak önemli değilken, pupa 50 ve 100 ppm'e göre 20 ppm'de görülen azalma anlamlıydı ( $P<0,05$ ). Bütün evre/eşeylerde yüzde protein oranı 20 ppm'de en düşük değere sahipti (Tablo 3.13-3.16). Sonuçta genel olarak tüm evre/eşeylerde 20 ppm hariç, cypermethrin konsantrasyonu arttıkça protein oranları azalmaktadır.

**Tablo 3.13** *P. turionellae* larvalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Protein	
		( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	% Protein
K	30	49,20 $\pm$ 0,08	0,644 $\pm$ 0,00	1,31a
20	30	42,15 $\pm$ 2,44	0,281 $\pm$ 0,01	0,67b
50	30	29,03 $\pm$ 4,77	0,256 $\pm$ 0,04	0,88b
100	30	30,41 $\pm$ 1,12	0,258 $\pm$ 0,02	0,85b
150	30	30,20 $\pm$ 2,84	0,252 $\pm$ 0,01	0,83b

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

**Tablo 3.14** *P. turionellae* puplarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Protein	
		( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	% Protein
K	30	37,05 $\pm$ 1,91	0,549 $\pm$ 0,05	1,48a
20	30	35,42 $\pm$ 2,95	0,271 $\pm$ 0,03	0,76b
50	30	28,22 $\pm$ 1,92	0,394 $\pm$ 0,01	1,40a
100	30	29,25 $\pm$ 1,06	0,401 $\pm$ 0,05	1,37a
150	30	29,09 $\pm$ 2,31	0,347 $\pm$ 0,03	1,19ab

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.



**Tablo 3.15** Erkek *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Protein	
		( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	% Protein
K	30	20,85 $\pm$ 0,48	0,329 $\pm$ 0,11	1,58a
20	30	19,58 $\pm$ 0,77	0,154 $\pm$ 0,03	0,79a
50	30	21,21 $\pm$ 2,06	0,266 $\pm$ 0,04	1,25a
100	30	18,28 $\pm$ 1,38	0,193 $\pm$ 0,02	1,06a
150	30	17,19 $\pm$ 2,36	0,146 $\pm$ 0,02	0,85a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

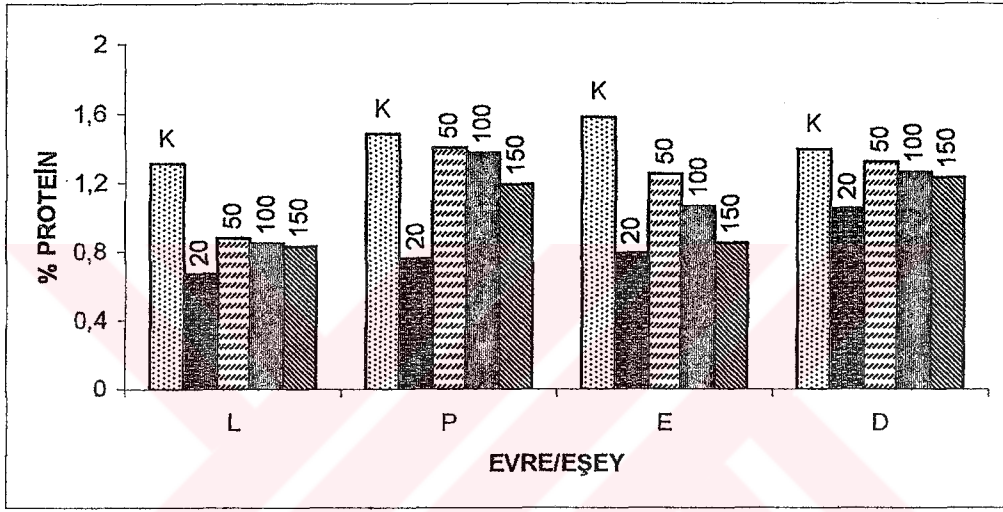
**Tablo 3.16** Dişı *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağlı protein miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Protein	
		( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	% Protein
K	30	25,61 $\pm$ 1,59	0,356 $\pm$ 0,01	1,39a
20	30	27,43 $\pm$ 0,72	0,289 $\pm$ 0,06	1,05a
50	30	26,25 $\pm$ 1,31	0,346 $\pm$ 0,06	1,32a
100	30	24,47 $\pm$ 1,43	0,308 $\pm$ 0,08	1,26a
150	30	23,82 $\pm$ 0,91	0,294 $\pm$ 0,05	1,23a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

Evre/eşeylerin yüzde protein değerleri ile ilgili veriler grafiğe dönüştürüldüğünde Şekil 3.7 ve Şekil 3.8 elde edilir. Yüzde protein değerlerinde, kontrol ile karşılaştırıldığında larva ve erkekte bariz farklılıklar görülürken pup ve dişide 20 ppm hariç önemli bir farklılık görülmedi (Şekil 3.7). Tüm evre/eşeylerde 20 ppm'de, protein oranları kontrole göre ani bir düşüş gösterdi (Şekil 3.7, 3.8). Cypermethrin uygulaması larva evresinin protein miktarında yüksek oranda bir

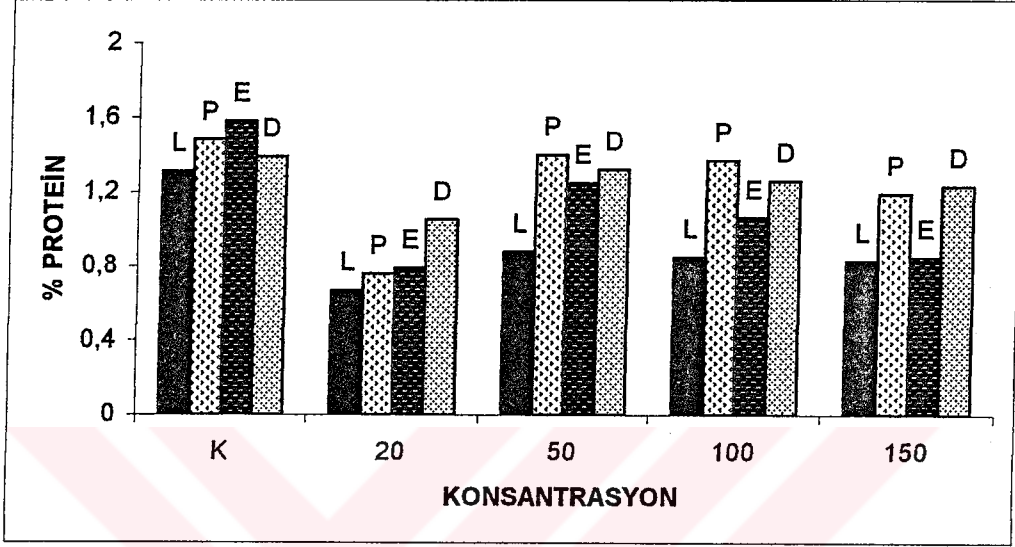
azalmaya neden oldu (Şekil 3.7). Benzer şekilde, larvadaki kadar olmasa da cypermethrin uygulaması erkek protein miktarını da azalttı (Şekil 3.7). Pup evresinde, 50 ve 100 ppm'deki protein miktarları dişide olduğu gibi birbirine çok yakındı. Buna karşın 150 ppm'de kontrole göre belirgin bir azalma görüldü (Şekil 3.7). Dişi proteini sadece 20 ppm'de belirgin bir azalma gösterdi, 50, 100 ve 150 ppm'deki azalma ise oldukça düşüktü (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Evre/eşeye göre değişik cypermethrin konsantrasyonlarının *P. turionellae* yüzde protein değerlerine etkileri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.

Şekil 3.8'de farklı cypermethrin konsantrasyonlarının yüzde protein değerlerini nasıl etkilediği evre/eşeye göre karşılaştırılarak gösterilmektedir. Kontrol grubunda protein miktarı en düşük larvada, en yüksek ise erkekte oldu. Ayrıca larvadan pupa ve puptan erkeğe geçerken protein miktarı kademe kademe artmaktadır. Ancak, dişideki protein oranı pup evresi ve erkeğe göre daha düşüktü (Şekil 3.8). Cypermethrin uygulanan tüm gruplarda larva evresinin kontrolde olduğu gibi en düşük protein miktarına sahip olduğu ve uygulamadan en fazla larva evresinin etkilendiği görülmektedir (Şekil 3.7, 3.8). 50, 100 ve 150 ppm'de larvadan pupa geçerken protein miktarında görülen artış oranı kontrol ve 20 ppm'e göre çok daha fazlaydı (Şekil 3.8). Ergin kontrol grubunda erkeğin protein oranı dişiden daha yüksek, cypermethrin uygulanan tüm gruplarda ise daha düşüktü (Şekil 3.8). 20

ppm'de erkek ve dişinin protein oranı pup evresinden daha fazla, 50 ve 100 ppm'de ise daha azdı. 150 ppm'de ise protein oranı pup evresine göre erkekte daha düşük, dişide ise daha yüksekti (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Değişik cypermethrin konsantrasyonlarında, *P. turionellae* evre/eşeylerinin yüzde protein değerleri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.

### 3.3.3 Lipit Miktarı

Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı olarak *P. turionellae* yüzde lipit değerlerinde görülen değişiklikler ANOVA Tablosunda verilmektedir (Tablo 3.17). Cypermethrin konsantrasyonuna ( $P<0,001$ ) ve evre/eşeye ( $P<0,001$ ) bağlı olarak lipit miktarında anlamlı derecede farklılık olduğu görülmektedir. Toplam lipit oranlarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı farklılığın evre/eşeye bağlı olarak da değiştiği ( $P<0,001$ ) belirlendi (Tablo 3.17). Tukey HSD testine göre, lipit miktarında, cypermethrin uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre belirlenen azalma anlamlıydı. Evre/eşeye göre toplam lipit miktarında, larva ve pupa göre ergin evrede, larvaya göre pupta görülen azalma anlamlıydı. Matematiksel olarak sıralamanın çoktan aza doğru larva, pup, dişi ve erkek şeklinde olduğu belirlendi (Tukey HSD testi).

**Tablo 3.17** Cypermethrin konsantrasyonu ve evre/eşeye bağlı *P. turionellae* lipit miktarı ANOVA sonuçları ( $r^2 = 0,931$ ).

Kaynak	Sd	KO	F	P
Cypermethrin	4	$3,336 \times 10^{-3}$	8,658	0,000
Evre/eşey	3	$5,913 \times 10^{-2}$	153,486	0,000
Cypermethrin* Evre/eşey	12	$1,545 \times 10^{-3}$	4,011	0,000
Hata	40	$3,853 \times 10^{-4}$		

Evre/eşeylerin her biri için farklı cypermethrin konsantrasyonlarının lipit miktarları üzerindeki etkileri Tablo 3.18-3.21'de verilmektedir. Yüzde lipit değerlerinde, kontrol grupları ile deney grupları arasında larvalar ( $F= 8,52$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P<0,01$ ) hariç istatistiksel olarak önemli bir fark görülmedi (Tablo 3.18-3.21). Larvada, kontrol grubuna göre deney gruplarının lipit oranlarında önemli bir azalma olduğu görülmektedir (Tablo 3.18). Cypermethrin uygulaması pup evresinde ( $F= 2,78$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P>0,05$ ) lipit oranlarını etkiledi fakat farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildi (Tablo 3.19). Erkeklerde ( $F= 3,47$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P>0,05$ ), lipit oranlarında istatistiksel olarak önemli olmasa da, 100 ve 150 ppm'de belirgin bir azalma, 20 ve 50 ppm'de ise çok az bir artış vardı (Tablo 3.20). Dişide ( $F= 2,63$ ;  $sd= 4, 10$ ;  $P>0,05$ ), 20 ppm'de yüzde lipit değeri kontrol ile yaklaşık aynı değere sahipti. 50, 100 ve 150 ppm'de ise kontrole göre çok az bir azalma görüldü. Ancak, farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildi (Tablo 3.21). Deney gruplarını karşılaştırdığımızda, yüzde lipit değerleri bütün evre/eşeylerde birbirine çok yakın olup aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmedi (Tablo 3.18-3.21).

**Tablo 3.18** *P. turionellae* larvalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağılı lipit miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Lipit	% Lipit
		( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	
K	30	41,38 $\pm$ 7,46	10,38 $\pm$ 1,47	25,09a
20	30	39,83 $\pm$ 2,54	6,95 $\pm$ 0,36	17,46b
50	30	38,47 $\pm$ 5,46	7,00 $\pm$ 0,66	18,20b
100	30	34,00 $\pm$ 4,91	6,66 $\pm$ 0,74	19,59b
150	30	33,03 $\pm$ 0,67	5,88 $\pm$ 0,34	17,81b

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

**Tablo 3.19** *P. turionellae* pupalarında cypermethrin konsantrasyonuna bağılı lipit miktarları.

ppm	n	Ağırlık	Lipit	% Lipit
		( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	( $\bar{x} \pm SH$ ) (mg)	
K	30	33,72 $\pm$ 2,44	4,75 $\pm$ 0,44	14,08a
20	30	40,47 $\pm$ 2,48	5,12 $\pm$ 0,23	12,64a
50	30	30,74 $\pm$ 1,61	3,84 $\pm$ 0,08	12,48a
100	30	26,02 $\pm$ 0,96	3,03 $\pm$ 0,05	11,62a
150	30	31,16 $\pm$ 3,27	3,92 $\pm$ 0,35	12,59a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

**Tablo 3.20** Erkek *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağı lipit miktarları.

ppm	n	Ağırlık		Lipit	
		$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	% Lipit
K	30	19,23 ± 0,67	2,02 ± 0,19	2,02 ± 0,19	10,48a
20	30	17,80 ± 0,89	2,08 ± 0,12	2,08 ± 0,12	11,66a
50	30	16,73 ± 0,29	2,03 ± 0,11	2,03 ± 0,11	12,12a
100	30	18,51 ± 1,10	1,60 ± 0,18	1,60 ± 0,18	8,66a
150	30	16,34 ± 0,16	1,46 ± 0,15	1,46 ± 0,15	8,92a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P>0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

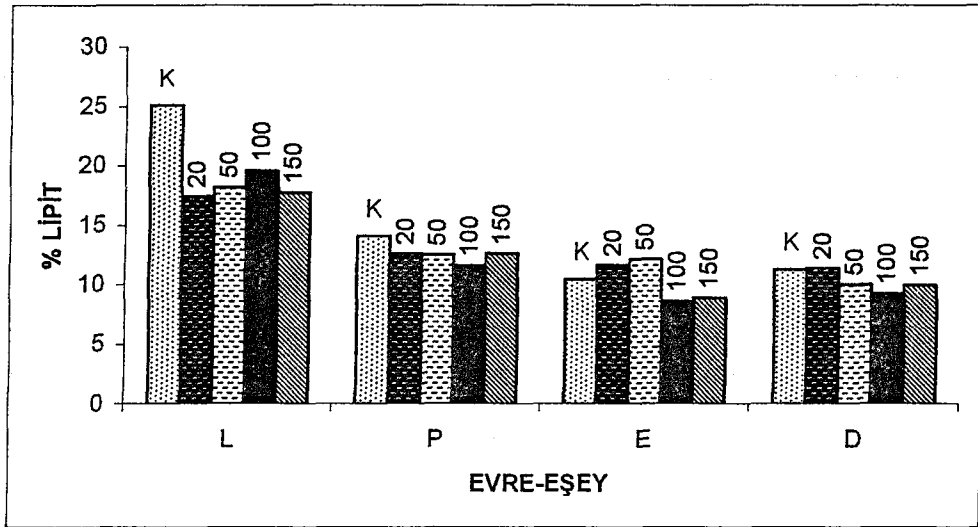
**Tablo 3.21** Dişi *P. turionellae*'da cypermethrin konsantrasyonuna bağı lipit miktarları.

ppm	n	Ağırlık		Lipit	
		$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	$(\bar{x} \pm SH)$ (mg)	% Lipit
K	30	26,64 ± 1,36	3,00 ± 0,27	3,00 ± 0,27	11,27a
20	30	29,35 ± 2,14	3,35 ± 0,14	3,35 ± 0,14	11,40a
50	30	24,70 ± 1,28	2,48 ± 0,17	2,48 ± 0,17	10,05a
100	30	22,32 ± 0,72	2,07 ± 0,14	2,07 ± 0,14	9,29a
150	30	23,12 ± 0,56	2,31 ± 0,06	2,31 ± 0,06	9,98a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

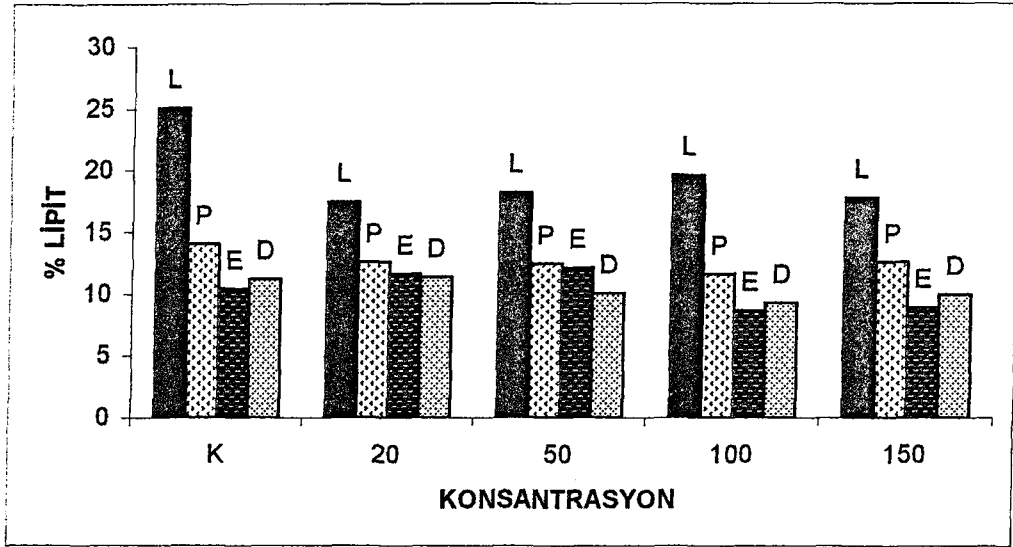
Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P>0,05$ , Tukey HSD testi). n; Birey sayısı, SH; Standart hata, K; Kontrol.

Yüzde lipit değerleri ile ilgili veriler grafiğe dönüştürüldüğünde Şekil 3.9 ve Şekil 3.10 elde edilir. Evre/eşeylerin lipit değerlerinde, kontrol ile karşılaştırıldığında pup, erkek ve dişide önemli bir farklılık görülmezken, larvada bütün deney gruplarında büyük oranda bir azalma olduğu görüldü (Şekil 3.9). Şekil 3.10'de farklı cypermethrin konsantrasyonlarının lipit değerlerini nasıl etkilediği evre/eşeye göre karşılaştırılarak gösterilmektedir. Kontrol ve cypermethrinli bütün gruplarda lipit miktarının en düşük erginde, en yüksek ise larva evresinde olduğu görüldü (Şekil 3.10). Ayrıca larvadan pupa geçerken lipit miktarı hem kontrol hem de deney gruplarında aniden düşmektedir. Ancak, puptan ergin evreye geçerken lipit oranında görülen azalma larvadan pupa geçerken görülen azalma kadar yüksek değildi (Şekil 3.10). Larva-pup değişiminde lipit miktarında görülen azalma oranı pestisitli gruplarda kontrole göre daha düşük oldu. Kontrol grubunda lipit miktarının, evre/eşeye göre larva, pup ve ergin olmak üzere çoktan aza doğru sıralandığı ve bu sıralamanın cypermethrin uygulanan gruplarda da değişmediği görüldü (Şekil 3.10). Hem kontrol hem de deney gruplarında, erkek ve dişi bireylerin lipit oranları arasında önemli bir fark görülmedi (Şekil 3.9, 3.10). Sonuç olarak, lipit miktarı açısından cypermethrin uygulamasından en fazla larva evresinin etkilendiği Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'dan açıkça görülmektedir.



Şekil 3.9 Evre/eşeye göre değişik cypermethrin konsantrasyonlarının *P. turionellae* yüzde lipit değerlerine etkileri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.





**Şekil 3.10** Değişik cypermethrin konsantrasyonlarında, *P. turionellae* evre/eşeylerinin yüzde lipit değerleri. K; Kontrol, L; Larva, P; Pup, E; Erkek, D; Dişi.

### 3.3.4 Toplam Glikojen, Protein ve Lipit Verilerinin Karşılaştırılması

Evre/eşeylerin her biri için farklı cypermethrin konsantrasyonlarının toplam ve yüzde; glikojen, protein ve lipit değerleri üzerindeki etkileri toplu olarak Tablo 3.22'de verilmektedir. Kontrol grupları ile cypermethrin uygulanan gruplar arasında yüzde glikojen değerlerinde sadece dişilerde, protein değerlerinde larva ve pup (sadece 20 ppm) evrelerinde ve lipit değerlerinde ise sadece larva evresinde görülen fark istatistiksel olarak önemliydi (Tablo 3.22). Larvada, kontrol ve deney gruplarının yüzde glikojen değerlerinin birbirine çok yakın olduğu ve aradaki farklılıkların önemli olmadığı ( $P > 0,05$ ), protein ve lipit oranlarının ise kontrole göre önemli oranda azaldığı ( $P < 0,05$ ) görülmektedir (Tablo 3.22). Pup evresinde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında cypermethrin uygulanan gruplarda glikojen ve lipit oranlarında istatistiksel olarak önemli olmasa da belirgin bir azalma vardı. Ayrıca yüzde protein miktarında değişik oranlarda azalmalar olsa da kontrole göre sadece 20 ppm'deki azalma anlamlıydı (Tablo 3.22). Erkeklerde, kontrole göre pestisitli gruplarda glikojen ve protein oranlarında belirli bir azalma, lipit değerlerinde ise hem azalma (100 ve 150 ppm) hem de artma (20 ve 50 ppm) olduğu görüldü. Ancak kontrol ve deney grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildi (Tablo 3.22). Dişide,

protein ve lipit oranlarında kontrole göre istatistiksel olarak önemsiz, glikojen değerlerinde ise önemli oranda bir azalma görüldü. Bütün evre/eşeylerde, genel olarak cypermethrin uygulanan gruplar arasında konsantrasyona bağlı istatistiksel olarak önemli bir fark görülmedi (Tablo 3.22).

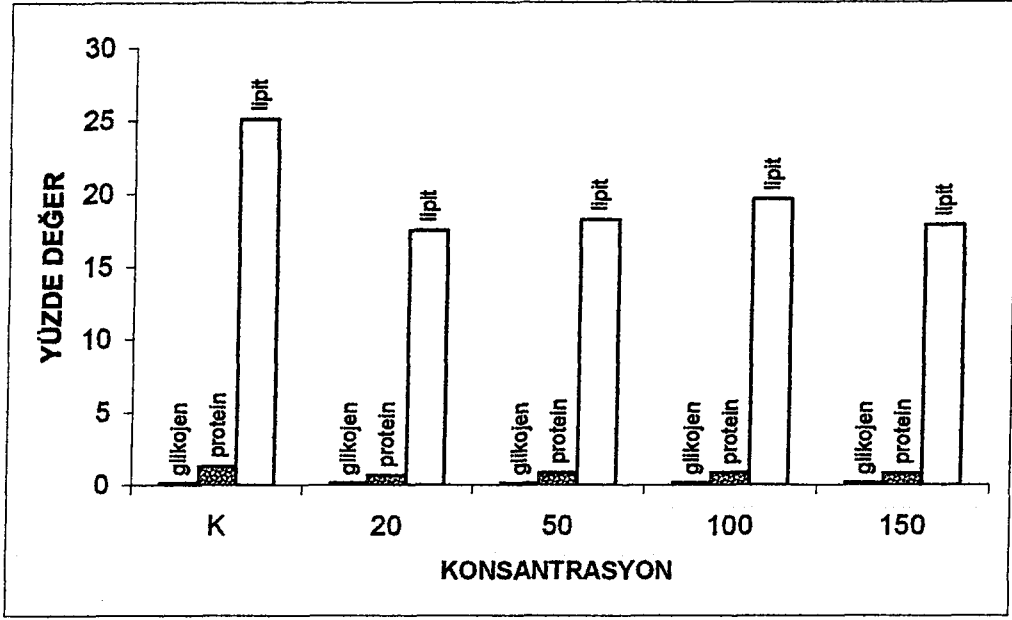
Tablo 3.22'deki yüzde değerler ile ilgili veriler grafiğe dönüştürüldüğünde Şekil 3.11-3.15'deki grafikler elde edilir. Şekil 3.11-3.14'deki grafiklerde her bir evre/eşey için değişik cypermethrin konsantrasyonlarının glikojen, protein ve lipit oranlarını nasıl etkilediği karşılaştırılarak verilmektedir. Bütün evre/eşeylerin kontrol gruplarında en yüksek oranda lipit, daha sonra protein en düşük oranda ise glikojen bulunmaktadır (Şekil 3.11-3.14). Grafikler incelendiğinde cypermethrin uygulanması sonucu yüzde glikojen, protein ve lipit değerlerinde genel olarak kontrole göre azalma olsa da kontrol grubunda görülen bu sıralamanın değişmediği görülmektedir (Şekil 3.11-3.14).

**Tablo 3.22** *P. turionellae*'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarında toplam ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  yaş ağırlık) ve yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri.

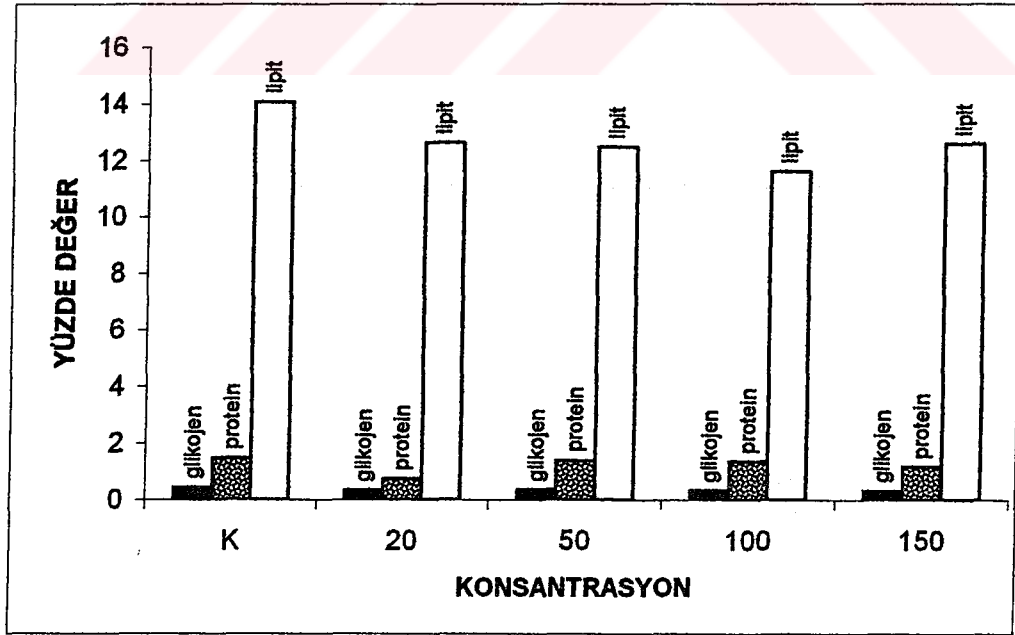
CYP	Larva		Pup		Erkek		Dişi		
	( $\bar{x} \pm \text{SH}$ )	%	( $\bar{x} \pm \text{SH}$ )	%	( $\bar{x} \pm \text{SH}$ )	%	( $\bar{x} \pm \text{SH}$ )	%	
Glikojen	K	1,63 $\pm$ 0,11	0,16a	4,52 $\pm$ 0,48	0,45a	4,84 $\pm$ 0,38	0,48a	5,10 $\pm$ 0,22	0,51a
	20	1,48 $\pm$ 0,01	0,15a	3,44 $\pm$ 0,16	0,35a	4,29 $\pm$ 0,76	0,43a	2,22 $\pm$ 0,16	0,22b
	50	1,50 $\pm$ 0,35	0,14a	3,66 $\pm$ 0,18	0,37a	4,53 $\pm$ 1,10	0,43a	2,45 $\pm$ 0,18	0,24b
	100	1,63 $\pm$ 0,16	0,16a	3,47 $\pm$ 0,19	0,35a	4,54 $\pm$ 0,32	0,45a	2,95 $\pm$ 0,45	0,29b
	150	1,57 $\pm$ 0,36	0,15a	3,39 $\pm$ 0,19	0,34a	4,47 $\pm$ 0,48	0,44a	1,88 $\pm$ 0,15	0,19b
Protein	K	13,10 $\pm$ 0,05	1,31a	14,85 $\pm$ 1,29	1,48a	15,59 $\pm$ 4,86	1,58a	13,93 $\pm$ 0,37	1,39a
	20	6,69 $\pm$ 0,26	0,67b	7,65 $\pm$ 0,56	0,76b	7,98 $\pm$ 1,59	0,79a	10,43 $\pm$ 1,90	1,05a
	50	8,79 $\pm$ 0,09	0,88b	14,16 $\pm$ 1,24	1,40a	12,45 $\pm$ 0,62	1,25a	13,12 $\pm$ 2,29	1,32a
	100	8,55 $\pm$ 0,95	0,85b	13,87 $\pm$ 2,04	1,37a	10,84 $\pm$ 1,93	1,06a	12,42 $\pm$ 2,70	1,26a
	150	8,50 $\pm$ 0,90	0,83b	11,91 $\pm$ 0,26	1,19ab	8,80 $\pm$ 1,58	0,85a	12,24 $\pm$ 1,99	1,23a
Lipit	K	254,25 $\pm$ 9,44	25,09a	140,32 $\pm$ 3,12	14,08a	104,34 $\pm$ 6,46	10,48a	112,25 $\pm$ 5,01	11,27a
	20	174,88 $\pm$ 2,68	17,46b	126,79 $\pm$ 3,86	12,64a	117,93 $\pm$ 12,83	11,66a	114,52 $\pm$ 3,51	11,40a
	50	185,30 $\pm$ 12,77	18,20b	125,83 $\pm$ 9,80	12,48a	121,14 $\pm$ 5,47	12,12a	100,48 $\pm$ 4,11	10,05a
	100	198,54 $\pm$ 10,97	19,59b	116,42 $\pm$ 2,40	11,62a	86,07 $\pm$ 5,47	8,66a	93,48 $\pm$ 9,07	9,29a
	150	178,68 $\pm$ 14,29	17,81b	126,38 $\pm$ 2,29	12,59a	89,12 $\pm$ 8,87	8,92a	99,84 $\pm$ 2,71	9,98a

Deney grubu sonuçları her biri 10 bireyden oluşan 3 tekrara aittir.

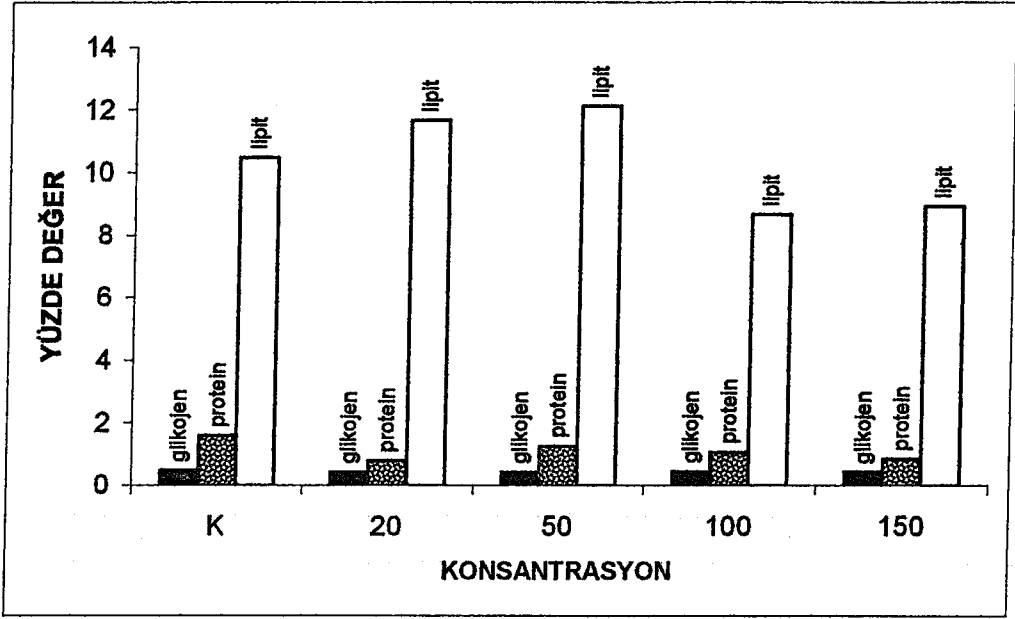
Her metabolit için aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). CYP; Cypermethrin konsantrasyonu (ppm), SH; Standart hata, K; Kontrol.



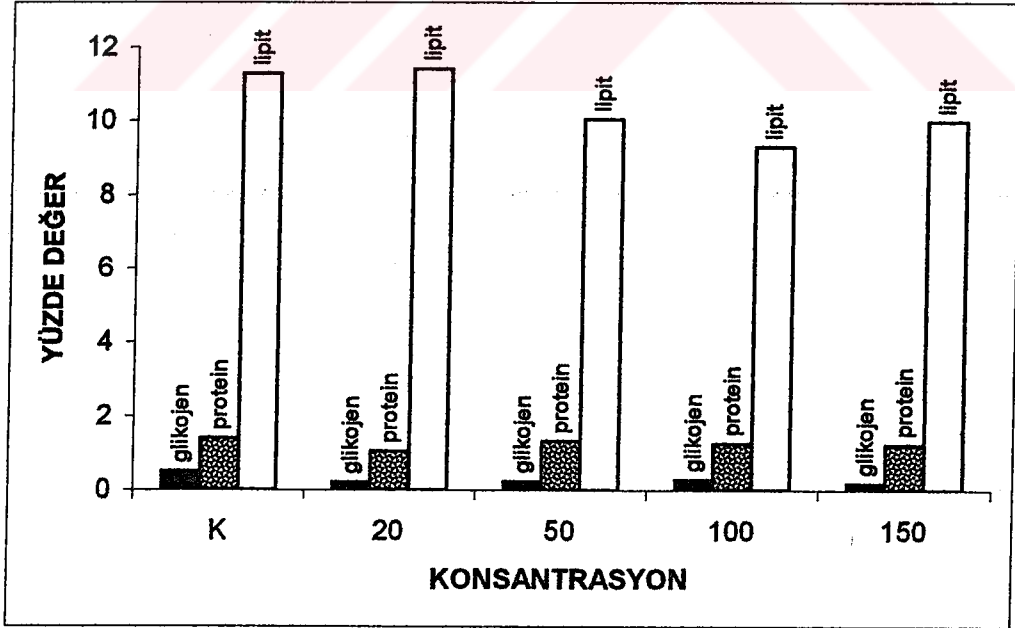
Şekil 3.11 *P. turionellae* larvasında değişik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri. K; Kontrol.



Şekil 3.12 *P. turionellae* pupunda değişik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri. K; Kontrol.



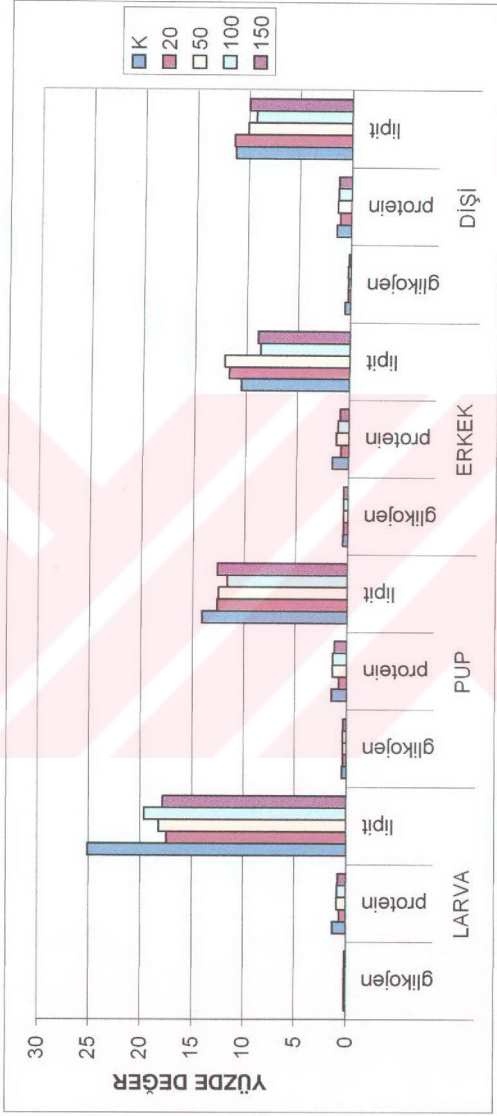
Şekil 3.13 Erkek *P. turionellae*'da değişik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri. K; Kontrol.



Şekil 3.14 Dişi *P. turionellae*'da değişik cypermethrin konsantrasyonlarında yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri. K; Kontrol.

Şekil 3.15’de değişik cypermethrin konsantrasyonlarının yüzde glikojen, protein ve lipit değerleri üzerindeki etkileri evre/eşeye göre karşılaştırılarak verilmektedir. Larva evresinde, cypermethrin uygulaması glikojen değerlerini etkilemedi, protein ve lipit değerlerini ise önemli oranda azalttı. Pupa ise, insektisit uygulaması protein ve lipit değerlerinde glikojene göre daha fazla bir azalmaya neden oldu. Erkeklerde, cypermethrin uygulaması, protein ve lipit değerlerini glikojene göre daha fazla etkiledi. Kontrolde deney gruplarının protein değerleri azalma gösterirken, lipit miktarları 20 ve 50 ppm’de artma 100 ve 150 ppm’de ise azalma gösterdi. Dişide, cypermethrin uygulanması pup ve erkeklerde olduğu gibi her üç metabolit üzerinde de etkili oldu. Ancak, kontrolde deney gruplarında glikojen miktarındaki azalma protein ve lipite göre daha fazlaydı. Dişi lipit değerleri 50, 100 ve 150 ppm’de kontrolde göre azalma gösterirken, 20 ppm’de çok az bir artış görüldü (Şekil 3.15).



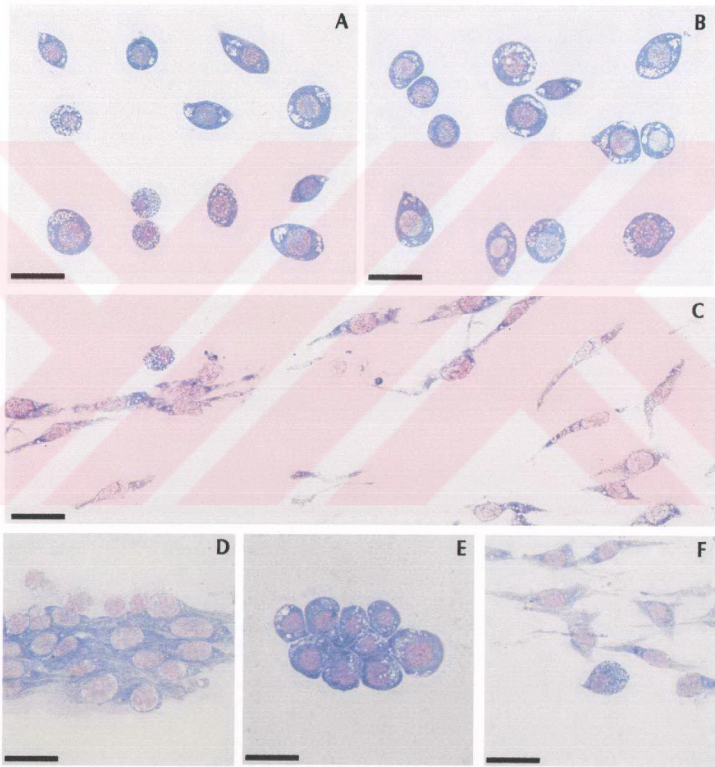


Şekil 3.15 *P. turionellae*'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarının evre/eşeye göre yüzde glüköjen, protein ve lipit miktarlarını üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. K; Kontrol.



### 3.4 Hemolenf Hücreleri

*P. turionellae* son evre larvalarının farklı tipteki hemositleri Giemsa ile boyandığında, çekirdekleri açık-koyu kırmızı, sitoplazmaları ise açık-koyu lacivert renkte boyanmaktadır (Şekil 3.16).



**Şekil 3.16** *P. turionellae*'da hemositlerin genel görünümü. (A-B) Yuvarlak ve oval görünümlü hemositler, (C, D, F) İğ şeklinde uzamış plasmatisitler, (E) Grup halinde plasmatisitler. Her bir ölçek 20  $\mu\text{m}$ 'yi göstermektedir.

### 3.4.1 Cypermethrin-MAM Etkileşimi

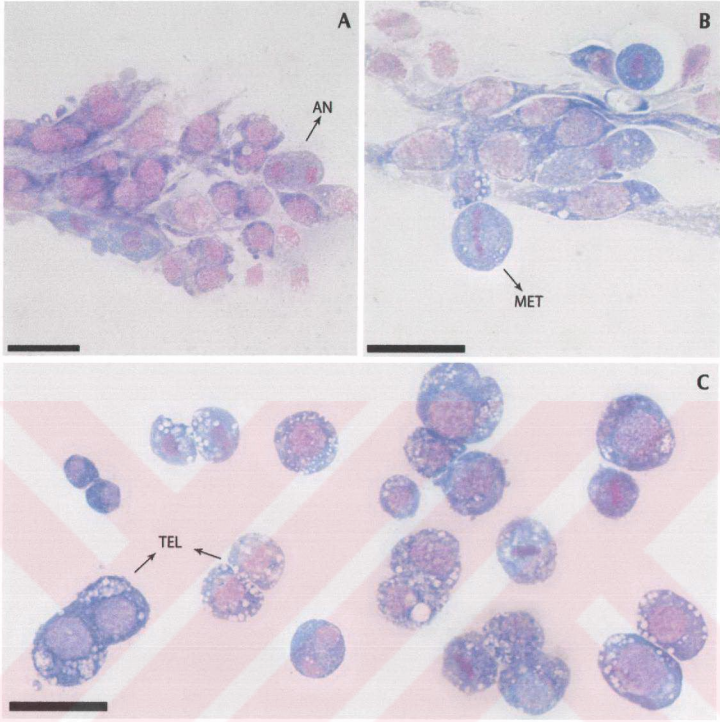
Cypermethrin konsantrasyonu ve mitoz-apoptozis-mikroçekirdek (MAM) etkileşimine bağlı olarak mitoz, apoptozis ve mikroçekirdek sayılarında görülen değişiklikler ANOVA Tablosunda verilmektedir (Tablo 3.23). Tablo 3.23 incelendiğinde cypermethrin konsantrasyonuna ( $P < 0,001$ ) ve MAM'a ( $P < 0,001$ ) bağlı olarak MAM sayılarında anlamlı derecede farklılık olduğu görülmektedir. Bu sayılarda cypermethrin konsantrasyonuna bağlı farklılık MAM'a bağlı olarak da değişmektedir ( $P < 0,001$ ) (Tablo 3.23). Tukey HSD testine göre, cypermethrin uygulamasının MAM'da en önemli etkiyi 150 ppm'de yaptığı belirlendi. Ayrıca, MAM sayılarına göre apoptozis, mitoz ve mikroçekirdek şeklinde çoktan aza doğru olan sıralamanın anlamlı olduğu görüldü (Tukey HSD testi).

**Tablo 3.23** Cypermethrin konsantrasyonu ve MAM'a bağlı *P. turionellae*'da sitolojik değişikliklerin ANOVA sonuçları ( $r^2 = 0,972$ ).

Kaynak	Sd	KO	F	P
Cypermethrin	4	1074,106	30,201	0,000
MAM	2	17139,833	481,927	0,000
Cypermethrin* MAM	8	2025,547	56,953	0,000
Hata	45	35,565		

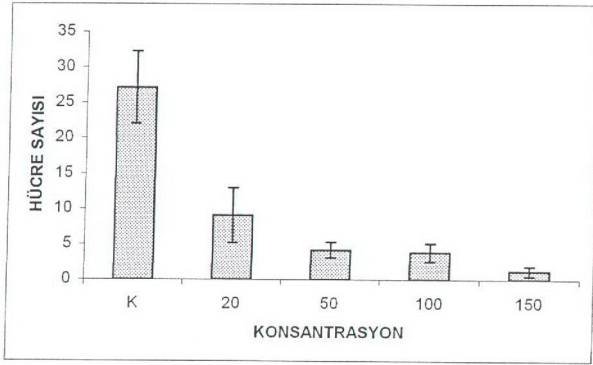
### 3.4.2 Mitoz

*P. turionellae*'da hemositlerin mitoz bölünmenin farklı evrelerindeki görüntüleri Şekil 3.17'de, cypermethrin uygulamasına bağlı olarak hemositlerde mitotik aktivitede meydana gelen değişiklikler Şekil 3.18'de görülmektedir.



**Şekil 3.17** *P. turionellae*'da mitoz bölünme geçiren hemositler (A-C). AN; Anafaz, MET; Metafaz, TEL; Telifaz. Her bir ölçek 20 µm'yi göstermektedir.

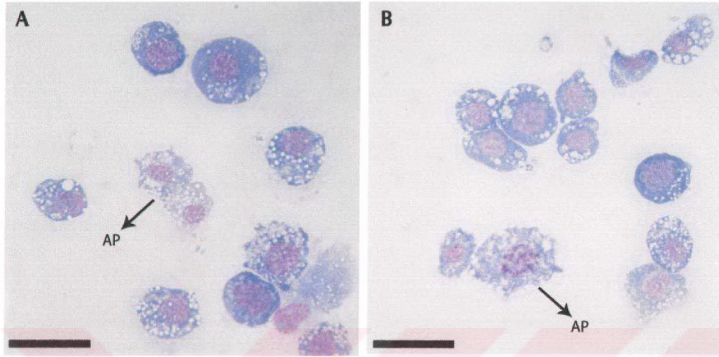
Şekil 3.18 incelendiğinde, kontrol de oldukça yüksek olan mitotik aktivitenin konsantrasyon arttıkça önemli oranda azaldığı görülmektedir. 50 ve 100 ppm'de mitoz sayılarının birbirine yakın olduğu, 150 ppm'de ise oldukça azaldığı tespit edildi (Şekil 3.18).



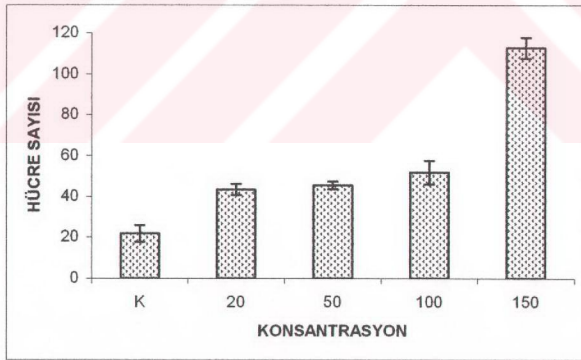
Şekil 3.18 *P. turionellae* hemositlerinde cypermethrin uygulamasına bağlı mitotik aktivitedeki değişimler. K; Kontrol.

### 3.4.3 Apoptozis

*P. turionellae*'da apoptotik hemositler Şekil 3.19'da, cypermethrin uygulamasına bağlı olarak apoptotik hemosit sayılarında meydana gelen değişiklikler Şekil 3.20'de verilmektedir. Kontrol de oldukça düşük olan apoptotik hücre sayısının konsantrasyon arttıkça büyük oranda arttığı görülmektedir (Tablo 3.20). Apoptozis üzerinde 20, 50 ve 100 ppm'in benzer bir etkiye sahip olduğu, 150 ppm'deki etkinin ise çok daha yüksek olduğu belirlendi (Şekil 3.20).



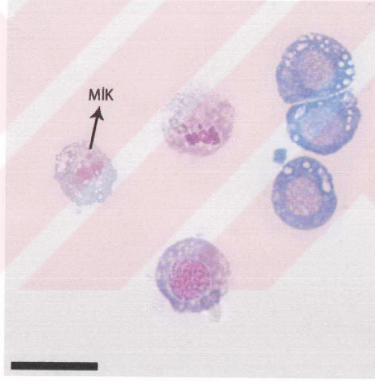
Şekil 3.19 *P. turionellae*'da apoptozis görülen hemositler (A-B). AP; Apoptozis. Her bir ölçek 20  $\mu$ m'yi göstermektedir..



Şekil 3.20 *P. turionellae* hemositlerinde cypermethrin uygulamasına bağlı apoptotik hücre sayısındaki değişimler. K; Kontrol.

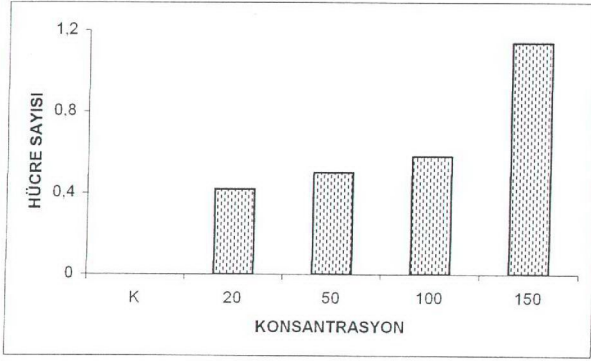
### 3.4.4 Mikroçekirdek

*P. turionellae* son evre larvalarında mikroçekirdek görülen hemositler Şekil 3.21'de, cypermethrin uygulamasına bağlı olarak mikroçekirdek görülen hemosit sayılarında meydana gelen değişiklikler Şekil 3.22'de verilmektedir. Şekil 3.22 incelendiğinde, kontrolde mikroçekirdek oluşumunun görülmediği ve cypermethrin uygulamasının hemositlerde mikroçekirdek oluşumuna neden olduğu görülmektedir. Mikroçekirdek oluşumu üzerinde 20 ve 50 ppm'in hemen hemen aynı etkiye sahip olduğu, 150 ppm'deki etkinin ise 20, 50 ve 100 ppm'e göre çok daha fazla olduğu belirlendi (Şekil 3.22).



**Şekil 3.21** *P. turionellae*'da normal ve mikroçekirdek görülen hemositler. MİK; Mikroçekirdek. Ölçek 20  $\mu\text{m}$ 'yi göstermektedir.





Şekil 3.22 *P. turionellae* hemositlerinde cypermethrin uygulamasına bağlı mikroçekerdek sayılarındaki değişimler. K; Kontrol.

#### 3.4.5 Mitoz, Apoptozis ve Mikroçekerdek Sonuçlarının Karşılaştırılması

Cypermethrin uygulamasına bağlı olarak *P. turionellae* son evre larvalarının hemositlerinde mitotik aktivite ( $F= 12,34$ ;  $sd= 4, 15$ ;  $P<0,001$ ), apoptozis ( $F= 67,51$ ;  $sd= 4, 15$ ;  $P<0,001$ ) ve mikroçekerdek oluşumunda ( $F= 0,41$ ;  $sd= 4, 15$ ;  $P>0,05$ ) meydana gelen değişiklikler toplu olarak Tablo 3.24'de verilmektedir. Kontrolde göre cypermethrin uygulanan tüm gruplarda mitotik aktivitede meydana gelen azalmanın ve apoptotik hücre sayısındaki artmanın anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.24). Deney gruplarını karşılaştırdığımızda, mitotik aktivite değerlerinin cypermethrin konsantrasyonu arttıkça azaldığı, ancak farklılıkların önemli olmadığı görülmektedir. Buna karşın konsantrasyon arttıkça apoptotik hücre sayısının arttığı ve sadece 150 ppm'de görülen artmanın diğer deney gruplarına göre anlamlı olduğu belirlendi (Tablo 3.24). Kontrol grubunda hiçbir hücrede mikroçekerdek oluşumu görülmezken deney gruplarında az sayıda belirlenen mikroçekerdek oluşumu cypermethrin konsantrasyonu arttıkça artmaktadır. Ancak, kontrole göre meydana gelen bu artış oranı istatistiksel olarak önemli değildi (Tablo 3.24).



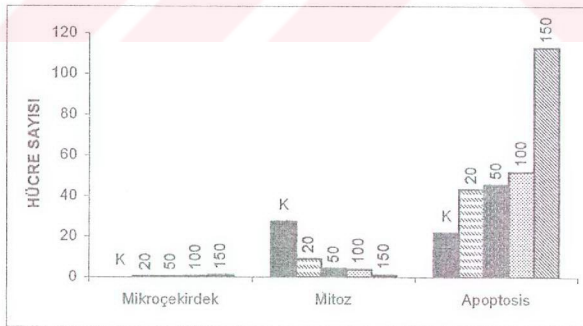
Tablo 3.24 *P. turionellae*'da 1000 hücrede cypermethrin konsantrasyonuna bağlı mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerleri.

Ppm	Mitoz ( $\bar{x} \pm SH$ )	Apoptozis ( $\bar{x} \pm SH$ )	Mikroçekirdek ( $\bar{x} \pm SH$ )
K	27,14 ± 5,12a	21,79 ± 4,01a	0,00 ± 0,00a
20	9,08 ± 3,87b	43,25 ± 2,69b	0,42 ± 0,42a
50	4,19 ± 1,12b	45,35 ± 1,90b	0,50 ± 0,50a
100	3,84 ± 1,30b	51,68 ± 5,80b	0,58 ± 0,58a
150	1,19 ± 0,69b	112,79 ± 5,11c	1,14 ± 1,14a

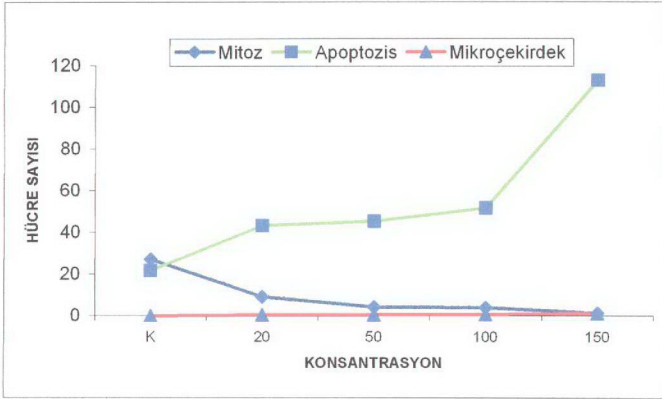
Deney grubu sonuçları 4 tekrara aittir.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ( $P > 0,05$ , Tukey HSD testi). SH; Standart hata, K; Kontrol.

Tablo 3.24'deki veriler grafiğe dönüştürüldüğünde Şekil 3.23-3.25'deki grafikler elde edilir. Değişik cypermethrin konsantrasyonlarında kontrol ile karşılaştırıldığında mitotik aktivite ve apoptotik hücre sayılarında belirgin farklılıklar söz konusu iken, mikroçekirdek görülen hücre sayılarında önemli bir farklılık görülmemektedir (Şekil 3.23, 3.24).

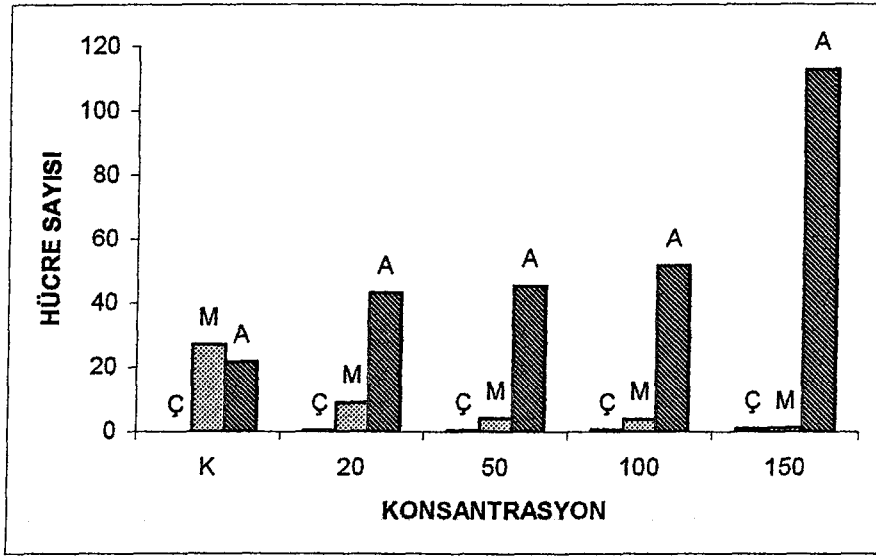


Şekil 3.23 *P. turionellae*'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarının mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerleri üzerindeki etkileri. K; Kontrol.



Şekil 3.24 *P. turionellae*'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarında mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerleri. K; Kontrol.

Şekil 3.25'deki grafikte değişik cypermethrin konsantrasyonlarının MAM değerlerini nasıl etkilediği karşılaştırılarak verilmektedir. Kontrol grubunda hemositlerde mikroçekirdek oluşumu görülmezken, apoptotik hücre sayısına göre mitotik aktivitenin daha yüksek olduğu belirlendi (Şekil 3.25). Kontrol ile karşılaştırıldığında deney gruplarının tümünde apoptotik hücre sayısının mitotik aktivite değerine göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, cypermethrin uygulanan gruplarda mikroçekirdek değerleri mitoz ve apoptozis sonuçlarına göre daha düşük oldu (Şekil 3.25). Kontrol grubuna göre deney gruplarında mikroçekirdek sayıları önemli oranda değişmezken, mitotik aktivitenin azaldığı, apoptotik hücre sayısının ise arttığı görülmektedir (Şekil 3.23-3.25).



**Şekil 3.25** *P. turionellae*'da farklı cypermethrin konsantrasyonlarında mitotik aktivite, apoptozis ve mikroçekirdek değerlerinin karşılaştırılması. K; Kontrol, Ç; Mikroçekirdek, M; Mitoz, A; Apoptozis.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Konak-parazitoit ilişkisi büyük oranda türlerin biyolojik ve fizyolojik özelliklerine bağlıdır [184, 222]. Ancak, çevresel faktörlerin bu ilişki üzerindeki etkilerinin bilinmesi de oldukça önemlidir. Zararlı kontrolünde pestisit kullanımı, enerji metabolizması gibi çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerin bozulmasına neden olarak hedef canlının yanı sıra parazitoitler gibi hedef olmayan organizmaların da konak-parazitoit ilişkisi içinde zarar görmesine neden olabilir. Bir insektisit biyolojik kontrol ajanı üzerindeki etkileri türe [58, 76, 223], parazitoitin ne tür bir parazitoit olduğuna [58, 61, 63] ve kullanılan insektisite göre [18, 58, 61, 63, 223, 224] büyük oranda değişiklik göstermektedir. Hymenopter parazitoitlerin doğada kullanılan insektisitlere karşı oldukça duyarlı oldukları yapılan çalışmalarla gösterilmiştir [31, 53, 58, 61, 63, 76, 77].

Cypermethrin uygulamasının, hem konak tür *G. mellonella* hem de parazitoit *P. turionellae* üzerinde toksik etkilerinin olduğu belirlendi. Değişik insektisitler ile yapılan duyarlılık çalışmaları da, insektisitlerin konak ve parazitoit türlerin ölüm oranlarını artırarak benzer şekilde toksik etkilere yol açtığını göstermiştir [16, 18]. *G. mellonella* son evre larvalarına (Birinci ve İkinci Grup) farklı dozlarda cypermethrin uygulaması, 50 ppm'den itibaren konsantrasyon arttıkça larva gelişiminin uzamasına yol açarak puplaşma süresini geciktirdi. Ayrıca, konsantrasyon arttıkça toplam puplaşma yüzdesi azalırken ölüm oranının ise arttığı görüldü. Diğer Lepidopter türleri ile yapılan çalışmalarda da bazı insektisitlerin subletal dozlarda zararlının larval gelişim süresini uzattığı belirlenmiştir [69, 225]. *Drosophila melanogaster* Meig. (Diptera: Drosophilidae)'de besin içine uygulanan 2,4-Diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) ve 4-Klorofenoksiasetik asit (4-CPA)'in yüksek dozlarda böceğin F<sub>1</sub> kuşağında puplaşma süresi ve pup evresini önemli ölçüde geciktirdiği de ifade edilmiştir [226]. Gelişim evrelerinde ortaya çıkan bu tür etkiler, böcekte bulunan ve böceğin gelişimini kontrol altında tutan juvenil hormon dengesindeki değişim sonucu meydana gelmiş olabilir [226]. İsektisitlerin zararlı

türlerin doğada larva gelişimlerini uzatması en çok zarar verdikleri bu evrede daha fazla kalmalarına yol açarak ekonomik kaybı arttıracaktır. Ayrıca konaklarının pup evresine geç ulaşması, pup parazitöitleri düşünöldüğünde populasyon yoğunlukları ve nesillerinin devamlılığı açısından büyük tehlike yaratacaktır.

*P. turionellae* son evre larva ve pupunda cypermethrin uygulaması özellikle yüksek dozlarda (100, 150 ppm) toplam vücut ağırlığında önemli oranda azalmalara neden olurken erginlerde insektisit uygulamasına bağı önemli bir düşme görülmedi. *P. turionellae* ve diğör böcek türleri ile yapılan toksikolojik çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir [19, 87, 152, 208]. *P. turionellae*'nın erkek ve dişilerine değışik ağır metaller besin veya su ile verildiğinde, böceğın ağırlık değerlerinde değışiklik meydana gelmemiştir [208]. Buna karşın, biyolojik kontrol ajanı *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) larvaları cyromazine ve pyriproxifen insektisitlerinin farklı dozlarına maruz kaldıklarında, 30 gün boyunca prepup olanların ağırlıklarında hem azalma hem de artma olduğu tespit edilmiştir [19]. Ağır metallerin yüksek dozlarda ağırlıkta azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. *P. turionellae* toplam vücut ağırlığının pup ve dişilerde, kontrole göre cypermethrin uygulanan gruplarda 20 ppm hariç daha düşük olduğu göröldü. Toksik maddeler düşük dozlarda canlılar üzerinde olumlu etkilere sahip olabilirler [87]. Kontrole göre 20 ppm'de görölen önemsiz artma (pup ve dişide) ve azalmalar (larva ve erkekte) bu ifadeyi desteklemektedir. *P. turionellae*'nın genel olarak vücut ağırlığında görölen düşme, cypermethrinin konak üzerinde beslenmeyi engelleyici bir etki yapması nedeniyle parazitöitin konaktan yeteri kadar besin alamaması sonucu meydana gelmiş olabilir.

*P. turionellae*'da tüm evre/eşeylerde, cypermethrin uygulanan grupların glikojen değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli (Tablo 3.11) veya önemsiz (Tablo 3.8-3.10) olan azalmalar göröldü. *P. turionellae*'nın farklı evre/eşeylerinde pestisitlerin glikojen seviyeleri üzerine etkisi yapılan diğör çalışmalarda da gösterilmiştir [81, 212]. *P. turionellae*'nın yumurtaları 2,4-D ve maleic hidrazine çözeltileri içine alınarak embriyolojik gelişim sırasında yumurtada ve 30 saat sonunda elde edilen ilk larvada glikojen değerlerinin önemli ölçüde

azaldığı tespit edilmiştir [81]. Ayrıca aynı çalışmada ergin dişiler herbisitli bal çözeltisi ile on gün beslenmiş ve bu dişilerden elde edilen yumurta ve birinci evre larvalarda da glikojen seviyelerinin önemli oranda azaldığı görülmüştür [81]. Bir başka çalışmada aynı türe ait ergin dişiler 30 gün boyunca 2,4-D'li bal çözeltileri ile beslenmiş ve sonuçta bu bireylerin glikojen seviyelerinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir [212].

Glikojen değerlerinde, kontrole göre deney gruplarında görülen azalmanın sadece dişilerde bütün deney gruplarında istatistiksel olarak önemli olması ( $P<0,05$ ), pestisit uygulamasından en fazla dişilerin etkilendiğini göstermektedir (Şekil 3.5). Dişilerin cypermethrin uygulamasından daha fazla etkilenmesi bu türün sonraki nesillerinin devamlılığı açısından önemli olabilir. Cypermethrinden etkilenen bu dişilerin yumurtaları oogenez süresince muhtemelen daha az glikojen alacaklar ve bu nedenle yumurtalardaki embriyolojik gelişim ve dolayısıyla diğer nesiller pestisit uygulamasından olumsuz olarak etkilenmiş olacaktır. Nitekim, yapılan bir çalışmada herbisitli besin ile beslenen *P. turionellae* dişilerine ait yumurtaların glikojen miktarında önemli oranda azalma tespit edilmiştir [81]. Bu yumurtalardan çıkan larvalardaki glikojen değerinin embriyolojik gelişimin başlangıcına göre daha düşük olduğu da gözlenmiştir [81]. Araştırmacıların sonuçları göstermektedir ki pestisitlerin etkisi sadece pestisitli besin ile beslenen erginler üzerinde olmamakta bu etki yumurtaya taşınarak diğer nesilleri de etkileyebilmektedir. Başka bir çalışmada, *P. turionellae*'nin glikojen seviyesi ile konak pupuna bıraktığı yumurta sayısı arasında bir uygunluk olduğu ifade edilmiştir [98]. Dişi bireydeki glikojen seviyesi arttıkça yumurta sayısının arttığı, azaldıkça azaldığı gösterilmiştir [98]. Bu nedenle cypermethrin uygulamasının dişilerde glikojen seviyesini azaltması bırakılan yumurta sayısını, dolayısıyla parazitoitin doğadaki popülasyon yoğunluğunu azaltabilecektir. Bu durum konak popülasyonunda artmaya neden olarak zararlının ekonomik zarar seviyesinin de yükselmesine yol açacaktır.

İstatistiksel olarak önemli olmasa da, cypermethrin uygulamasından dişilerden sonra en fazla etkilenen gruplar sırasıyla pup, erkek ve larva oldu (Şekil 3.5). Genel olarak baktığımızda, pestisit uygulamasının glikojen miktarı üzerindeki olumsuz etkileri gelişme ilerledikçe artmaktadır. Benzer bir sonuç Özkan ve Yanıkoğlu [81]



tarafından da elde edilmiştir. Araştırmacılar 2,4-D ve maleic hydrazine uygulanan parazitoit yumurtalarında embriyolojik gelişim ilerledikçe (4, 8 ve 24 saat) glikojen miktarındaki azalmanın arttığını ve 30 saat sonunda elde edilen larvalarda neredeyse hiç glikojen olmadığını tespit etmişlerdir [81]. Ayrıca *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)'da dördüncü evre larvaların insektisit uygulamasına karşı birinci evre larvalara göre daha duyarlı oldukları ve gelişmelerinin daha fazla etkilendiği belirlenmiştir [213]. İnsektisit uygulamasının gelişme ilerledikçe daha etkili olduğunu gösteren bu çalışmalar ve elde ettiğimiz sonuçlar cypermethrinin *P. turionellae*'da gelişme ilerledikçe glikojen değerlerini daha fazla etkilediğini göstermektedir.

Farklı cypermethrin konsantrasyonlarında evre/eşeylerin yüzde glikojen değerleri karşılaştırıldığında, kontrol grubunda olduğu gibi bütün deney gruplarında da larva evresinin en düşük glikojen miktarına sahip olduğu görüldü (Şekil 3.6). Yanıkoğlu [190] *P. turionellae*'nin başkalaşımı sırasında yüzde glikojen değerinin diğer evrelere göre larva evresinde daha düşük olduğunu ifade etmiştir. Akdeniz meyve sineği, *C. capitata* ile yapılan çalışmalarda da, metamorfozun başlangıç safhalarında larvanın yüksek enerji ihtiyacı nedeniyle toplam glikojen miktarının çok düşük olduğu [82, 88] ve bunun glikogenolizis enzimleri ve trehalaz enzim aktivitesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [88, 92]. Ayrıca *C. capitata*'da larva gelişimi boyunca glikojen ve karbohidrat kullanımı, larva evresi ve larva-pup geçişi süresince lipitlerin devamlı olarak biriktirilmesine bağlanmıştır [82]. Çalışmamızda, larva evresinde glikojen değerinin çok düşük ancak lipit miktarının çok daha yüksek olması bu fikri desteklemektedir (Şekil 3.6, 3.10).

Hem kontrol hem de deney gruplarında larvadan pupa geçerken glikojen miktarında ani bir yükselme görülmektedir (Şekil 3.6). Pup evresinde glikojen miktarında görülen bu keskin artış oranı *P. turionellae* [190] ve *C. capitata* [82, 88] ile yapılan metamorfoz çalışmalarında da belirlenmiştir. Ancak çalışmamızda larva-pup geçişindeki glikojen artış oranının pestisitli gruplarda kontrole göre daha düşük olduğu görüldü. Bunun nedeni, cypermethrin uygulanması sonucu pupadaki glikojen değerlerinin larvaya göre daha fazla etkilenmesidir. Larvadan pupa geçerken glikojen miktarının artması larva-ergin değişimindeki gerekli enerji ihtiyacını karşılamak için



olabilir. Kontrolde, pupa göre ergin evredeki glikojen değeri az bir farkla da olsa daha yüksekti (Şekil 3.6). Deney gruplarının tümünde ise, pup evresine göre erkekte glikojen değeri daha fazla iken dişide çok daha düşüktü. Bunun nedeni cypermethrin uygulanması sonucu puptaki glikojen değerlerinin erkeğe göre ve dişinin glikojen değerlerinin pupa göre daha fazla azalmasından kaynaklanmaktadır. Bununla beraber diğer türlerle yapılan metamorfoz çalışmalarında ergin safhanın sonlarına doğru [82] ve yeni çıkmış erginlerde [93] glikojen miktarının diğer evrelere göre daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Yanıkoğlu [190] *P. turionellae*'nin metamorfozu sırasında yüzde glikojen değerinin larva-ergin değişimi süresince artmasını, başkalaşım sırasında görülen ağırlık kaybına bağlamıştır. Araştırmacı, ergine kadar olan değişim sürecinde ağırlığın azalması nedeniyle böceğin yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesinin suni bir şekilde arttığını ifade etmiştir [190]. Ergin evreye baktığımızda, kontrol grubunda dişi ve erkeğin glikojen oranları birbirine çok yakındı (Şekil 3.6). Fakat farklı cypermethrin konsantrasyonlarının hepsinde erkeğin glikojen oranı dişiden daha yüksekti (Şekil 3.6). Bu durum erkeğin glikojen oranlarının artmasından değil aksine dişinin glikojen değerlerinin pestisit uygulaması sonucu büyük oranda azalmasından kaynaklanmaktadır. Bu da cypermethrin uygulamasının dişinin glikojen oranlarını erkeğe göre daha fazla etkilediğini göstermektedir. Pestisitlere karşı duyarlılıkta erkek ve dişiler arasındaki bu farklılığın kısmen büyüklük ve fizyolojilerinin farklı olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir [227]. Cypermethrinin *P. turionellae*'nin genel olarak tüm evre/eşeylerinde yüzde glikojen değerlerini azaltması, glikolitik yolları etkilemesi sonucu; ya glikojen sentezinde görev alan enzimlerin inhibisyonu sonucu ya da glikojen parçalanmasında etkili olan enzimlerin aktive edilmesi sonucu meydana gelmiş olabilir.

Evre/eşeylerin hepsinde, cypermethrin uygulanan grupların protein değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli (Tablo 3.13, 3.14) veya önemsiz (Tablo 3.15, 3.16) olan azalmalar meydana geldi. Diğer türlerle yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir [52, 67, 228, 229]. Örneğin, organik fosforlu insektisitler *B. mori*'de hemolenf ve yağ dokuda toplam protein oranlarında önemli oranda azalmaya neden olmuştur [67]. Ayrıca, endosulfan ve parathionun isopod, *Porcellio dilatatus*'da enerji depoları (glikojen, lipit ve protein) üzerindeki etkileri de incelenmiştir [52]. Çalışmada, parathionun protein içeriğinde önemli

oranda azalmaya neden olurken endosulfanın önemli bir azalmaya neden olmadığı tespit edilmiştir [52]. Diğer isopod türleri ile yapılan çalışmalarda da pestisitlerin protein seviyelerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir [228, 229].

Protein değerlerinde, kontrole göre deney gruplarında görülen azalmanın sadece larva evresinde bütün deney gruplarında istatistiksel olarak önemli olması ( $P<0,05$ ), pestisit uygulamasından en fazla bu evrenin etkilendiğini göstermektedir (Şekil 3.7). Lepidopter böcek türleri ile yapılan duyarlılık çalışmalarında, larva evresinin ergin evreye göre insektisit (cypermethrin ve permethrin) uygulamalarına karşı daha duyarlı olduğu gösterilmiştir [70]. Cypermethrin uygulamasının larva evresini diğer evrelere göre daha fazla etkilemesi, sonraki gelişim safhalarında hayati öneme sahip doku ve organların gelişimini engelleyebilir. Deney gruplarına baktığımızda, tüm evre/eşeylerde yüzde protein değerleri 20 ppm hariç cypermethrin konsantrasyonu arttıkça azalmaktadır (Şekil 3.7). *B. mori* ile yapılan bir çalışmada organik fosforlu insektisitlerin letal ve subletal dozlarının protein metabolizması üzerindeki etkileri araştırılmış ve letal dozun subletal doza göre protein oranında daha fazla bir azalmaya neden olduğu bulunmuştur [67]. 20 ppm'de beklenenin aksine toplam protein oranlarının neden en düşük değere sahip olduğunu açıklayabilmek için, cypermethrinin farklı türler üzerinde de etkilerinin araştırıldığı daha kapsamlı araştırmalara gereksinim vardır.

Farklı cypermethrin konsantrasyonlarında, evre/eşeylerin yüzde protein değerleri karşılaştırıldığında, kontrol ve deney gruplarının hepsinde larva evresinin en düşük protein miktarına sahip olduğu görüldü (Şekil 3.8). *C. capitata* ile yapılan çalışmalarda da, metamorfoz süresince larva evresinde proteinlerin parçalandığı ve ergin için gerekli dokuların yeniden sentezlenebilmesi için pup evresinin sonlarına doğru protein sentezinin arttığı gösterilmiştir [82, 92]. Kontrol grubunda olduğu gibi bütün deney gruplarında da larvadan pupa geçerken protein miktarı belirli oranlarda artış göstermekte ancak 50, 100 ve 150 ppm'de larvadan pupa geçerken protein miktarında görülen artış oranı kontrol ve 20 ppm'e göre çok daha fazladır (Şekil 3.8). Bunun nedeni pup evresindeki protein oranlarının pestisit uygulaması sonucu artması değil aksine larva evresinde protein değerlerinin kontrole göre daha düşük olmasıdır. Bu da, cypermethrin uygulamasının larvanın protein oranlarını pupa göre daha fazla

etkilediğini göstermektedir. *Spodoptera litura* Fabr. (Lepidoptera: Noctuidae) ile yapılan bir çalışmada larvalara değişik insektisitler uygulanmış ve larva-ergin değişimi içinde protein ve aminoasit içeriğine etkisi araştırılmıştır [230]. Yapılan tüm uygulamalarda larvadan pupa geçerken toplam protein miktarının arttığı erginlerde ise azaldığı görülmüştür [230]. Ergin kontrol grubunda erkeğin protein oranı dışiden daha yüksek, cypermethrin uygulanan tüm gruplarda ise daha düşüktü (Şekil 3.8). Bunun nedeni cypermethrin uygulaması sonucu erkekte protein miktarının kontrole göre azalması olabilir. Bu durum cypermethrinin erkeğin protein seviyelerini dişiye göre daha fazla etkilediğini göstermektedir. Parazitoit türler ile yapılan pestisite karşı duyarlılık çalışmalarında erkek ve dişiler arasında fark olduğu ve hepsinde olmasa da [231] bazı parazitoit türlerinde erkeklerin dişilere göre daha duyarlı oldukları ifade edilmiştir [232, 233]. Ancak, *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ve *Microplitis plutellae* Muesbeck (Hymenoptera: Braconidae)'da insektisitler erkek ve dişi parazitoitler arasında ölüm oranları açısından önemli bir farklılığa neden olmamıştır [31, 53].

Böcekler gelişimleri sırasında larva evrelerinde erginleşmelerine engel olmayacak bir dozda insektisite maruz kalsalar bile ileride populasyon yoğunluklarına zarar verebilecek gizli bir etki oluşabilir [234]. Nitekim bu çalışmada, konak-parazitoit ilişkisi içinde beslenme nedeni ile cypermethrine maruz kalan *P. turionellae* larvaları erginleşseler bile ergin dişi ve erkek bireylerde, toplam glikojen ve protein seviyelerinin insektisit uygulaması sonucu azalması gizli bir etkinin ergin evreye kadar taşındığını göstermektedir.

Bütün evre/eşeylerde, cypermethrin uygulanan gruplarda lipit değerlerinde kontrole göre larva evresinde istatistiksel olarak önemli, pup evresi ve erginlerde ise önemsiz olan azalmalar görüldü. Pestisitlerin lipit seviyelerini etkilediği diğer türler ile yapılan çalışmalarda da gösterilmiştir. Değişik insektisitlere maruz kalan isopodların enerji depolarında (glikojen ve lipit) önemli oranda azalma tespit edilmiştir [52, 235]. *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae)'da malathion ergin dişilere topik olarak uygulandığında hemolenf, yağ doku ve oositlerde toplam lipit miktarını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir [236]. Bu etkinin insektisit lipit metabolizmasını kontrol eden adipokinetik hormonu etkilemesi sonucu lipit

içeriğinde değişiklik meydana getirmiş olmasına bağlı olabileceği ifade edilmiştir [236].

Larva evresi protein sonuçlarında olduğu gibi lipit sonuçlarında da, cypermethrin uygulamasından en fazla etkilenen evre oldu (Şekil 3.9). Deney gruplarında pup ve ergin evrelerin lipit değerleri fazla değişmediği için cypermethrin uygulamasından bu evrelerin daha az etkilendiği söylenebilir (Şekil 3.9, 3.10). *P. turionellae* larvalarının glikojen içeriği cypermethrin uygulamasından etkilenmezken lipit içeriğinin büyük oranda azalması, insektisit stresi nedeniyle enerji metabolizmasının lipit katabolizması yönünde değiştiğinin bir göstergesi olabilir. Bütün evre/eşeylerde deney gruplarını kendi içinde karşılaştırdığımızda, yüzde glikojen ve lipit oranlarında cypermethrin konsantrasyonuna bağlı bir değişme olmadığı görüldü (Şekil 3.5, 3.9). *P. turionellae* dişileri 2,4-D'li bal çözeltilisi ile beslendiğinde benzer şekilde glikojen seviyelerinde uygulama dozuna bağlı önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir [212]. Buna karşın isopod, *P. dilatatus*'da endosulfan ve parathion uygulaması sonucu glikojen miktarında görülen azalmanın konsantrasyona bağlı olarak değiştiği, lipit seviyelerinde meydana gelen azalmanın ise konsantrasyona bağlı olarak değişmediği ifade edilmiştir [52]. *P. turionellae*'da glikojen ve lipit değerlerinde doza bağlı bir değişimin olup olmadığını kesin olarak belirleyebilmek için daha yüksek konsantrasyonlarda ve farklı insektisitlerle de çalışmalar yapılmalıdır.

Larva-ergin değişimi boyunca lipit kullanım oranının farklı olduğunu gösteren sonuçlarımız, metamorfoz boyunca lipit değişimini inceleyen çalışmalarla örtüşmektedir [82, 90, 91]. Kontrol grubunda olduğu gibi cypermethrin uygulanan tüm gruplarda lipit miktarının en düşük ergin evrede, en yüksek ise larva evresinde olduğu görüldü (Şekil 3.10). Ayrıca, hem kontrol hem de deney gruplarında, larvadan pupa geçerken lipit miktarı ani bir düşüş göstermektedir. Ancak, puptan ergin evreye geçerken lipit oranında görülen azalma larvadan pupa geçerken görülen azalma kadar fazla değildi (Şekil 3.10). Böcek gelişiminin belirli safhalarında, özellikle larval gelişim süresince ve genç erginlerde sindirilen karbohidratların büyük bir bölümü lipite dönüştürülmektedir [83]. Ayrıca, böceklerde metamorfozun başlangıç safhasında triaçilgliserollerin en yüksek seviyede olduğunu belirleyen bir

çalışma [237] bu safhada lipit birikimi olduğunu desteklemektedir. *C. capitata* ile yapılan bir çalışmada, larva evresinin lipit birikiminden dolayı, pup ve ergine göre daha yüksek bir lipit oranına sahip olduğu ve pup evresinde lipit birikiminin durup harcamanın başladığı gösterilmiştir [82]. Aynı çalışmada, pup evresinin sonuna doğru lipit oranının oldukça düştüğü ve puptan ergine geçerken, larva-pup değişimindeki kadar olmasa da, lipit oranının azaldığı da belirlenmiştir [82]. Benzer şekilde diğer araştırmacılar da *C. capitata*'da prepup ve pup evreleri boyunca toplam lipit miktarında azalma olduğunu ifade etmişlerdir [90, 91]. Çalışmamızda ise larva-pup değişimi sırasında lipit miktarında görülen azalma oranının pestisitli gruplarda kontrole göre daha az olduğu görüldü. Bu durum, cypermethrin uygulaması sonucu larvadaki lipit değerlerinin pupa göre daha fazla etkileniyor olmasından kaynaklanabilir. *C. riparius*'da değişik stres koşullarının enerji metabolizması üzerine etkileri araştırılmış ve dördüncü evre larvalara kısa süreli uygulanan fenitrothionun toplam lipit ve glikojen içeriğini azalttığı tespit edilmiştir [89]. Lipit miktarının erkek ve dişide 20 ppm'de, erkekte 50 ppm'de artması, 100 ve 150 ppm'de ise her iki eşeyde de azalması (Şekil 3.9) cypermethrinin yüksek konsantrasyonlarda detoksifike edilmesi amacıyla artan enerji ihtiyacını karşılamak için olabilir.

*P. turionellae* son evre larvalarında cypermethrin uygulamasının toplam vücut ağırlığı ve temel metabolit miktarları üzerinde olduğu gibi hemositler üzerinde de olumsuz etkilerinin olduğu görüldü (Tablo 3.24). Kontrole göre cypermethrin uygulanan tüm gruplarda mitotik aktivitedeki azalma ve apoptotik hücre sayısındaki artmanın anlamlı olduğu belirlendi ( $P < 0,05$ ). Farklı karides türleri ile yapılan çalışmalarda, kirliliğe neden olan değişik maddelerin hemositler üzerindeki etkileri araştırılmıştır [140, 141]. Büyük tatlı su karidesi, *Macrobrachium rosenbergii*'de çevre kirliliğine yol açan sekiz ayrı phthalate esterinin hemositlerde apoptozis ve nekroz ile hücre ölümüne neden olduğu belirlenmiştir [140]. Timsen<sup>TM</sup> (alkil dimetil benzil amonyum klorür-40-aktif)'in bakterileri öldürmek için kaplan karidesi, *Penaeus monodon*'un kültür havuzuna uygulandığında, karideslerin hemositlerinde apoptozis yolu ile ölüm oranını arttırdığı belirlenmiştir [141]. Çok sayıda hücrenin apoptozis yolu ile ölmesi normalde canlılardaki farklılaşma için ve homeostasisin devam ettirilmesi açısından gerekli bir olaydır [238, 239]. Ancak, apoptozis ile hücre



ölümü aktif bir olay olup hem spesifik genlerin aktivasyonu hem de hücresel enerji (ATP) kullanımını gerektirir [238]. *P. turionellae*'da insektisit uygulamasına bağlı mitoz oranının düşmesi, buna karşın apoptozis ile hücre ölümünün çok fazla artması hem parazitoitin fazladan enerji harcamasına hem de hemosit sayısında düşmeye neden olarak savunma mekanizmasının da zarar görmesine neden olacaktır.

Kontrol grubunda mitotik aktivitenin yüksek olmasına rağmen incelenen hemositlerin hiç birinde mikroçekirdek oluşumu görülmedi (Tablo 3.24). Ancak, cypermethrin uygulaması sonucu konsantrasyon arttıkça mikroçekirdekli hücre sayısının önemli oranda olmasa da arttığı belirlendi ( $P>0,05$ ). Değişik midye türlerinde farklı mutajenik maddelerin hemositlerde mikroçekirdek oluşumunu önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir [137, 139]. Mikroçekirdek görülen hemosit sayısının yeteri kadar yüksek olmaması, cypermethrinin *P. turionellae*'daki sitogenetik etkilerini mitoz ve apoptozis sonuçları ile birlikte tartışmamıza engel olmaktadır. Ayrıca, insektisite maruz kalmış parazitoit türlerde hemositlerin fizyolojisi, sitolojisi ve biyokimyasının çok iyi bilinmemesi, sonuçlarımızı diğer türler ile tartışmamızı güçleştirmektedir. Cypermethrin uygulaması sonucu *P. turionellae* larvalarının hemositlerinde mikroçekirdek oluşumunda önemli bir artış olmaması, bu insektisit konak-parazitoit ilişkisi içinde sitogenetik bir zararının olmadığını göstermektedir. Ancak düşük oranda da olsa konsantrasyon arttıkça mikroçekirdekli hücre sayısının artması insektisit daha yüksek dozlarda böyle bir etkiye neden olabileceğine işaret etmektedir. *P. turionellae* larvalarında cypermethrin uygulamasının hemositlerde apoptozise neden olması, mitoz oranını düşürmesi ve protein ve lipit miktarlarını önemli oranda azaltması bu evrede böceğin hücresel ve fizyolojik özelliklerinin birlikte etkilendiğini göstermektedir.

Biyokimyasal özellikler çok sayıda stres faktörünün subletal konsantrasyonlarına karşı çok duyarlıdır. Ancak uygun biyokimyasal sistemler incelenmiyorsa yapılan deney sonucunda herhangi bir değişiklik gözlenemeyebilir. Bu nedenle organizmanın stres altında olduğuna karar vermek için genel özelliklerin (glukoz, glikojen, protein, lipit vb.) incelenmesi tercih edilir [10, 86, 87, 94]. Kimyasal maddelerin metabolizma üzerindeki etkileri böcek türüne, evre/eşeye, pestisit çeşidine ve incelenen biyokimyasal özelliğe göre büyük oranda değişiklik

göstermektedir [240-242]. *P. turionellae*'da protein ve lipit değerleri söz konusu olduğunda kontrole göre deney gruplarında görülen azalmanın sadece larva evresinde, toplam glikojende ise sadece dişilerde istatistiksel olarak önemli olması cypermethrin uygulamasından en fazla bu evrelerin etkilendiğini göstermektedir. Buna karşın *Corcyra cephalonica* (St.) (Lepidoptera: Pyralidae)'da insektisit uygulaması sonucu hem larva hem de pup evrelerinde toplam protein ve lipit oranlarının benzer şekilde azaldığı ifade edilmiştir [241]. Ayrıca *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) larvalarında subletal dozda uygulanan malathion glukoz ve glikojen miktarlarını azaltırken, lipit ve protein miktarlarını etkilememiştir [240]. Aynı türün erginleri ile yapılan bir başka çalışmada ise lambda-cyhalothrin subletal dozda uygulandığında glikojende bir değişikliğe neden olmazken, toplam protein ve lipit içeriğinde artmaya neden olmuştur [242]. *T. castaneum*'da pestisit uygulaması sonucu elde edilen veriler bu çalışmada elde edilenlerden oldukça farklıdır. Bu farkın böcek türünün farklı olmasından veya kimyasalın ve uygulanma şeklinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Metamorfoz süresince bir böceğin vücudundaki temel metabolitlerin değişimi sadece onun genlerinde saklı olan fiziksel ve kimyasal özellikler ile belirlenmemekte, çevresel faktörler de (besin, sıcaklık, nem, pestisitler vs. gibi) büyük oranda etkili olmaktadır [240-242]. Genel olarak stres koşulları ile mücadele etmek demek daha fazla enerji ihtiyacı demektir. Yaptığımız çalışmada ve diğer araştırmalarda pestisit uygulaması sonucu lipit ve glikojen değerlerinde önemli oranda azalma meydana gelmesi [52, 81, 89, 212, 235, 236] insektisit stresi karşısında artan enerji ihtiyacının bir göstergesidir. Enerji ihtiyacının artması detoksifikasyon işlemleri gibi homeostatik olayların artması nedeniyle meydana gelmiş olabilir [89]. *P. turionellae*'da metamorfoz boyunca (larva, pup, ergin) enerji dengelerinin de belirlendiği çalışmamız, metamorfoz süresince farklı gelişim safhalarında enerji kaynağı olarak farklı metabolitler mi kullanılıyor sorusunu akla getirmektedir. Böceklerde metamorfoz boyunca temel enerji kaynağı olarak genellikle glikojen ile birlikte lipitlerin de kullanıldığı ifade edilmiştir [83-85]. *C. capitata* ile yapılan çalışma [82] ve elde ettiğimiz sonuçlar metamorfozun her safhası için bu ifadenin doğru olmadığını göstermektedir. Nitekim larval gelişim süresince lipitlerin



biriktirilmesi ve pup evresinden itibaren lipit kullanımının artması lipitlerin metamorfozun enerji ihtiyacı fazla olan sonraki safhalarında kullanılmak üzere saklandığı fikrini [82] desteklemektedir.

Cypermethrin uygulaması sonucu proteindeki azalma, öncelikle stres koşullarında zarar gören hücre ve doku organellerini onarmak için kullanılacak lipoprotein oluşum mekanizmasından kaynaklanabilir [10, 52]. Stres koşullarında proteindeki azalmanın bir diğer nedeni, karşılaşılan stres durumunda ortaya çıkan yüksek düzeydeki enerji ihtiyacını gidermek için protein katabolizmasının teşvik edilmesi olabilir [10]. Proteinlerin parçalanması sonucu oluşan ürünlerin metabolik amaçlar için [10] ve stres koşullarında aminoasitlerin enerji elde etmek için kullanılabilirdiği bilinmektedir [83]. Hangi nedenle olursa olsun toplam glikojen, protein ve lipit miktarlarındaki azalmalar parazitoitin büyüme, gelişme ve üreme özelliklerini de olumsuz olarak etkileyecektir. *P. turionellae* ve diğer türlerle yapılan çalışmalarda protein miktarındaki azalmayı takiben büyümede bir gerileme olabildiği [52, 228, 229] ve böceğin glikojen seviyesi ile konak pupuna bıraktığı yumurta sayısı arasında [98] bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Özellikle ergin parazitoitlerde büyüme ve gelişme indirgenirse dişilerin yaşam süresi ve dolayısıyla yumurta bırakma sayısı olumsuz olarak etkilenecektir. Bu da parazitoitin ve dolayısıyla zararlı türün doğadaki populasyon yoğunluklarını değiştirecektir.

Çevre kirliliğinin yüksek olduğu yerlerde bitkilerdeki kimyasal yapının değişmesi nedeniyle bazı böceklerin sayılarının arttığı bilinen bir gerçektir [209]. Bununla beraber, hymenopter parazitoitler çevre kirliliğine karşı daha duyarlı olup daha fazla etkilenmektedirler [209]. Örneğin çevre kirliliğinin yüksek olduğu yerlerde zararlının parazitlenme oranında azalma olmaktadır [18]. Bu nedenle çevre kirliliğine neden olan çeşitli maddelerin (metaller, insektisitler vs.) ergin hymenopter parazitoitler üzerindeki etkilerinin yanı sıra [18, 94, 208] konak-parazitoit ilişkisi içindeki etkilerinin de bilinmesi biyolojik kontrol uygulamaları açısından oldukça önemlidir. Çevresel kirlenme sürecinde kirliliğe maruz kalan konak türlerinde gelişme, büyüme, ölüm ve üreme özellikleri kimyasal maddenin konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermese de [243] bu kimyasallar konak hemolenf içeriğini etkileyecektir [86, 244]. Örneğin ağır metal stresi altındaki *L. dispar* larvalarında

hemolenf ve tüm vücutta karbohidrat ve lipit metabolizmasının ve de hemolenf protein içeriğinin olumsuz olarak etkilendiği tespit edilmiştir [86, 87, 245, 246]. Bu şekilde kontamine olmuş konak hemolenfinde gelişimini tamamlayan parazitoit türler de stres koşullarından olumsuz olarak etkileneceklerdir. Ağır metaller ile kontamine olmuş *L. dispar* larvaları hemolenfinde gelişen *G. liparidis* larvalarının metalleri çok az biriktirdikleri [247] ancak parazitoitin gelişiminin büyük oranda etkilendiği ifade edilmiştir [244]. Elde ettiğimiz sonuçlar yukarıdaki ifadelerle uyum içindedir. *G. mellonella* son evre larvalarına değişik konsantrasyonlarda uygulanan cypermethrin, konak üzerinde puplaşabildiği için fazla etkili olmasa da *P. turionellae*'nin genel olarak tüm evre/eşeylerinde, daha önce tartışıldığı gibi, önemli fizyolojik değişikliklere neden olmuştur. Çevrede kimyasal kirliliğe neden olan birçok madde canlılar üzerinde her zaman akut toksik etkilere yol açmayıp hücresel düzeyde değişikliklere neden olarak kronik toksik etkilere de neden olabilirler [140,141]. Çalışmamızda *P. turionellae*'da cypermethrinin, metabolitlerin yanı sıra hemositler üzerinde de olumsuz etkilerinin olması bu ifadeyi desteklemektedir.

*P. turionellae*'da cypermethrin uygulanması sonucu temel metabolitlerde meydana gelen azalma ve hemositlerdeki sitolojik değişiklikler, pestisit stresini gidermek için farklı fizyolojik adaptasyonları uyarabilir. Glikojen ve lipitin parçalanması sonucu açığa çıkan ara ürünler, pestisit stresine bağlı fizyolojik problemlerin giderilmesinde metabolizmada iş görebilirler. Protein miktarındaki azalma ortamda serbest aminoasitlerin artmasına neden olabilir [67]. Serbest aminoasitler insektisit stresine bağlı oluşan fizyolojik ve osmoregulasyon problemlerinin giderilmesine yardımcı olabilir. Bu şekilde organizma bir çeşit savunma mekanizması geliştirerek yaşamını sürdürüyor olabilir. Sonuç olarak, cypermethrinin konak-parazitoit etkileşimi içinde *P. turionellae* gelişiminin erken safhalarında toplam protein ve lipit miktarları ve ergin safhada özellikle dişilerde toplam glikojen miktarları üzerinde toksik etkilerinin olduğu ve bu etkinin evre/eşeye göre değişiklik gösterdiğini söyleyebiliriz. Ayrıca, parazitoitin larva evresinde cypermethrine bağlı olarak hemositlerde meydana gelen değişiklikler, maddenin sitolojik düzeyde toksik etkilerinin de olduğunu göstermektedir. Cypermethrin ve diğer insektisitlerin parazitoitler üzerindeki fizyolojik etkilerinin belirlenmesi parazitoitin biyolojik kontrol çalışmalarındaki etkinliğini ve geleceğini

belirleyecektir. İnektisit ve inektisit konsantrasyonuna bağlı olarak yapılan çalışmaların IPM programlarındaki başarıyı da etkileyeceği dūřüncesindeyiz.



## 5. KAYNAKLAR

- [1] Sternberg, S.S., "The carcinogenesis, mutagenesis and teratogenesis of insecticides. Review of studies in animals and man", *Pharmac. Ther.*, **6**, (1979) 147-166.
- [2] Schuytema, G.S., Nebeker, A.V. and Griffis, W.L., "Toxicity of guthion and guthion 2S to *Xenopus laevis* embryos", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **27**, (1994) 250-255.
- [3] Shukla, Y., Yadav, A. and Arora, A., "Carcinogenic and cocarcinogenic potential of cypermethrin on mouse skin", *Cancer Letters*, **182**, (2002) 33-41.
- [4] Lee, C.Y., Yap, H.H. and Chong, N.L., "Insecticide resistance and synergism in field collected German cockroaches (Diptera: Blattellidae) in Peninsular Malaysia", *Bull. ent. Res.*, **86**, (1996) 675-682.
- [5] Ahmad, M., Arif, M.I. and Attique, M.R., "Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan", *Bull. ent. Res.*, **87**, (1997) 343-347.
- [6] Ahmad, M., Arif, M.I. and Ahmad, Z., "Detection of resistance to pyrethroids in field populations of cotton jassid (Homoptera: Cicadellidae) from Pakistan", *J. Econ. Entomol.*, **92**(6), (1999) 1246-1250.
- [7] Soderlund, D.M. and Knipple, D.C., "Knockdown resistance to DDT and pyrethroids in the house fly (Diptera: Muscidae): from genetic trait to molecular mechanism", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **92**(6), (1999) 909-915.
- [8] Montagna, C.M., Anguiano, O.L., Gauna, L.E. and De D'angelo, A.M.P., "Resistance to pyrethroids and DDT in a field-mixed population of Argentinean black flies (Diptera: Simuliidae)", *J. Econ. Entomol.*, **92**(6), (1999) 1243-1245.
- [9] Ribeiro, B.M., Guedes, R.N.C., Oliveira, E.E. and Santos, J.P., "Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)", *Journal of Stored Products Research*, **39**, (2003) 21-31.
- [10] Sancho, E., Ferrando, M.D., Fernández, C. and Andreu, E., "Liver energy metabolism of *Anguilla anguilla* after exposure to fenitrothion", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **41**, (1998) 168-175.
- [11] Hillocks, R.J., "Integrated management of insect pests, diseases and weeds of cotton in Africa", *Integrated Pest Management Reviews*, **1**, (1995) 31-47

- [12] Elad, Y. and Shtienberg, D., “*Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration”, *Integrated Pest Management Reviews*, **1**, (1995) 15-29.
- [13] Sierpińska, A., “Towards an integrated management of *Dendrolimus pini* L.”, Proceedings: Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects, USDA Forest Service and General Technical Report NE-247, (1998) 129-142.
- [14] Öncüler, C., Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları, Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, **13**, Aydın, (2000), 379s.
- [15] Edge, J.M., Benedict, J.H., Carroll, J.P. and Reding, H.K., “Bollgard Cotton: An assessment of global economic, environmental and social benefits”, *The Journal of Cotton Science*, **5**, (2001) 121-136.
- [16] Hill, T.A. and Foster, R.E., “Effect of insecticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and its parasitoid *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae)”, *J. Econ. Entomol.*, **93**(3), (2000) 763-768.
- [17] 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.
- [18] Simmonds, M.S.J., Manlove, J.D., Blaney, W.M. 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.
- [19] 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.
- [20] Schneider, M.I., Smagghe, G., Gobbi, A. and Viñuela, E., “Toxicity and pharmacokinetics of insect growth regulators and other novel insecticides on pupae of *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of early larval instars of lepidopteran pests”, *J. Econ. Entomol.*, **94**(4), (2003) 1054-1065.
- [21] Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L. and Viñuela, E., “Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)”, *Environ. Entomol.*, **32**(1), (2003) 196-203.
- [22] Rosen, D., Biological Control. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., **12**, Pergamon Press, New York, (1985), p. 413-464.

- [23] Andow, D.A., Ragsdale, D.W. and Nyvall, R.F., Ecological interactions and biological control, Westview Press, Colorado, (1997), p. 334.
- [24] Simmons, A.M., Abd-Rabou, S. and Mccutcheon, G.S., "Incidence of parasitoids and parasitism of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in numerous crops", *Environ. Entomol.*, **31(6)**, (2002) 1030-1036.
- [25] Gülel, A., "Studies on the biology of the *Dibrachys boarmiae* (Walker) (Hymen.; Pteromalidae) parasitic on *Galleria mellonella* L.", *Z. Ang. Ent.*, **94**, (1982) 138-149.
- [26] 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) 199-208.
- [27] Brower, J.H. and Press, 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. Econ. Entomol.*, **83(3)**, (1990) 1096-1101.
- [28] Bin, F., Vinson, S.B., Strand, M.R., Colazza, S. and Jones, W.A., "Source of an egg kairomone for *Trissolcus basalidis*, a parasitoid of *Nezara viridula*", *Physiological Entomology*, **18**, (1993) 7-15.
- [29] Obrycki, J.J. and Kring, T.J., "Predaceous Coccinellidae in biological control", *Annu. Rev. Entomol.*, **43**, (1998) 295-321.
- [30] Wells, M.L., McPherson, R.M., Ruberson, J.R. and Herzog, G.A., "Effect of fungicide application on activity of *Neozygites fresenii* (Entomophthorales: Neozygitaceae) and cotton aphid (Homoptera: Aphididae) suppression", *J. Econ. Entomol.*, **93(4)**, (2000) 1118-1126.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] 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.



- [34] Riechert, S.E. and Lockley, T., "Spiders as biological control agents", *Ann. Rev. Entomol.*, **29**, (1984) 299-320.
- [35] Uçkan, F. ve Gülel, A., "*Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.; Braconidae)'nın verim ve eşey oranına, parazitoit-dişi eşdeğeri konak sayısındaki artışın etkileri", *BAÜ Fen Bil. Enst. Derg.*, **1(1)**, (1999) 16-25.
- [36] Uçkan, F. ve Gülel, A., "The effects of cold storage on the adult longevity, fecundity, and sex ratio of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.: Braconidae)", *Turk J. Zool.*, **25**, (2001) 187-191.
- [37] 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.
- [38] Uçkan, F. and Ergin, E., "Effect of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity, and size of *Apanteles galleria* (Hymenoptera: Braconidae)", *Environ. Entomol.*, **31(1)**, (2002) 168-171.
- [39] Uçkan, F. and Ergin, E., "Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleria* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae)", *Environ. Entomol.*, **32(3)**, (2003) 441-446.
- [40] Sewify, G.H. and Hashem, M.Y., "Effect of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin on cellular defence response and oxygen uptake of the wax moth *Galleria mellonella* L. (Lep., Pyralidae)", *J. Appl. Ent.*, **125**, (2001) 533-536.
- [41] 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.
- [42] Vinson, S.B., The Behavior of Parasitoids. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., **9**, Pergamon Press, New York, (1985), p. 417-469.
- [43] Godfray, H.C.J., Parasitoids. Behavioral and Evolutionary Ecology, Princeton University Press, New Jersey, (1994), p. 473.
- [44] Tumlinson, J.H., Lewis, W.J. and Vet, L.E.M., "How parasitic wasps find their hosts", *Scientific Am.*, (1993) 46-52.
- [45] 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.



- [46] Vinson, S.B. and Iwantsch, G.F., "Host suitability for insect parasitoids", *Ann. Rev. Entomol.*, **25**, (1980) 397-419.
- [47] Gülel, A., "Parazitoit *Dibrachys boarmiae* (Hym.: Pteromalidae)'de kantitatif besin eksikliğinin ergin boy büyüklüğü ve verime etkisi", *DOĞA TU Zool. D.*, **12**, (1988a) 48-54.
- [48] 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.
- [49] Reis, J., Oliveira, L. and Garcia, P., "Effects of the larval diet of *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae) on the performance of the parasitoid *Glyptapanteles militaris* (Hymenoptera: Braconidae)", *Environ. Entomol.*, **32**(1), (2003) 180-186.
- [50] Nurullohoğlu, Z.Ü., Uçkan, F., Sak, O., and Ergin, E., "Total lipid and fatty acid composition of *Apanteles galleriae* and its parasitized host", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **97**, (2004) (baskıda).
- [51] Cox, C., "Insecticide Factsheet. Cypermethrin", *Journal of Pesticide Reform*, **16**(2), (1996) 15-20.
- [52] Ribeiro, S., Sousa, J.P., Nogueira, A.J.A. and Soares, A.M.V.M., "Effect of endosulfan and parathion on energy reserves and physiological parameters of the terrestrial isopod *Porcellio dilatatus*", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **49**, (2001)131-138.
- [53] Xu, J., Shelton, A.M. and Cheng, X., "Variation in susceptibility of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to permethrin", *J. Econ. Entomol.*, **94**(2), (2001b) 541-546.
- [54] Kamrin, M.A., Pesticide Profiles. Toxicity, environmental impact and fate, CRC Press, New York, (1997), p. 676.
- [55] Brenner, L., "Malathion fact sheet", *Journal of Pesticide Reform*, **12**(4), (1992) 1-17.
- [56] Özdemir, N. ve Özdemir, N., "Bitki ve hayvan türlerinin azalmasında çevresel faktörlerin rolü", II. Uluslararası Kızılırmak Fen Bilimleri Kongresi, Kırıkkale, (1998) 325-334.
- [57] Tomlin, C.D.S., "The e-Pesticide Manual: Cypermethrin", *The British Crop Protection Council*, (2000).

- [58] Tillman, P.G. and Mulrooney, J.E., "Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton", *J. Econ. Entomol.*, **93**(6), (2000) 1638-1643.
- [59] T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları, Ankara, (1999), 279s.
- [60] Wegerhoff, R., Rössler, W., Higgins, M., Oland, L.A. and Tolbert, L.P., "Fenvalerate treatment affects development of olfactory glomeruli in *Manduca sexta*", *The Journal of Comparative Neurology*, **430**(4), (2001) 533-541.
- [61] 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.
- [62] Lester, P.J., Pree, D.J., Thistlewood, H.M.A., Trevisan, L.M., and Harmsen, R., "Pyrethroid encapsulation for conservation of acarine predators and reduced spider mite (Acari: Tetranychidae) outbreaks in apple orchards", *Environ. Entomol.*, **28**(1), (1999) 72-80.
- [63] 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.
- [64] Kudon, L.H., Berisford, C.W. and Dalusky, M.J., "Refinement of a spray timing technique for the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae)", *J. Entomol. Sci.*, **23**(2), (1988) 180-186.
- [65] Fettig, C.J., McCravy, K.W. and Berisford, C.W., "Effects of Nantucket pine tip moth insecticide spray schedule on loblolly pine seedlings", *South. J. Appl. For.*, **24**(2), (2000) 106-111.
- [66] Nowak, J.T., Fettig, C.J., McCravy, K.W. and Berisford, C.W., "Efficacy tests and determination of optimal spray timing values to control Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae) infestations", *J. Econ. Entomol.*, **93**(6), (2000) 1708-1713.
- [67] Nath, B.S., Suresh, A., Varma, B.M. and Kumar, R.P.S., "Changes in protein metabolism in hemolymph and fat body of the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) in response to organophosphorus insecticides toxicity", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **36**(2), (1997) 169-173.
- [68] Jyoti, J.L. and Brewer, G.J., "Median lethal concentration and efficacy of *Bacillus thuringiensis* against banded sunflower moth (Lepidoptera: Tortricidae)", *J. Econ. Entomol.*, **92**(6), (1999) 1289-1291.

- [69] 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.
- [70] 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)**, (2001a) 868-873.
- [71] Usmani, K.A. and Knowles, C.O., "Pharmacokinetic mechanisms associated with synergism by DEF of cypermethrin toxicity in larval and adult *Helicoverpa zea*, *Spodoptera frugiperda*, and *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae)", *J. Econ. Entomol.*, **94(4)**, (2001b) 874-883.
- [72] McLeod, P., Diaz, F.J. and Johnson, D.T., "Toxicity, persistence, and efficacy of spinosad, chlorfenapyr, and thiamethoxam on eggplant when applied against the eggplant flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae)", *J. Econ. Entomol.*, **95(2)**, (2002) 331-335.
- [73] Dedos, S.G., Szurdoki, F., Székács, A., Mizoguchi, A. and Fugo, H., "Induction of dauer pupae by fenoxycarb in the silkworm, *Bombyx mori*", *J. Insect Physiol.*, **48**, (2002) 857-865.
- [74] Özkan, F. ve Emre, İ., "Oral yolla alınan organofosfatlı insektisit malathion'un *Pimpla turionellae* L. dişilerinin yaşam süresi, yumurta verimi ve açılımına etkisi", *Tr. J. of Zoology*, **21**, (1997) 309-313.
- [75] Hilszczański, J., "The effect of pesticides applied aeriaily 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] Elzen, G.W., Rojas, M.G., Elzen, P.J., King, E.G. and Barcenas, N.M., "Toxicological responses of the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) ectoparasitoid *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to selected insecticides", *J. Econ. Entomol.*, **92(2)**, (1999) 309-313.
- [77] 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.
- [78] 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.

- [79] Brunner, J.F., Dunley, J.E., Doerr, M.D. and Beers, E.H., "Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington", *J. Econ. Entomol.*, **94**(5), (2001) 1075-1084.
- [80] Morandin, L.A. and Winston, M.L., "Effects of novel pesticides on bumble bee (Hymenoptera: Apidae) colony health and foraging ability", *Environ. Entomol.*, **32**(3), (2003) 555-563.
- [81] Özkan, A. ve Yanikoğlu, 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.
- [82] Nestel, D., Tolmasky, D., Rabossi, A. and Quesada-Allué, L.A., "Lipid, carbohydrates and protein patterns during metamorphosis of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **96**(3), (2003) 237-244.
- [83] Candy, D.J., Intermediary Metabolism. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., **10**, Pergamon Press, New York, (1985), p. 1-41.
- [84] Friedman, S., Carbohydrate Metabolism. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., **10**, Pergamon Press, New York, (1985), p. 43-75.
- [85] Downer, R.G.H., Lipid Metabolism. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., **10**, Pergamon Press, New York, (1985), p.77-113.
- [86] Bischof, C., "Effects of heavy metal stress on carbohydrate and lipid concentrations in the haemolymph and total body tissue of parasitized *Lymantria dispar* L. larvae (Lepidoptera)", *Comp. Biochem. Physiol.*, **112C**(1), (1995a) 87-92.
- [87] 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), (1996) 1171-1176.
- [88] Tolmasky, D.S., Rabossi, A. and Quesada-Allué, L.A., "Synthesis and mobilization of glycogen during metamorphosis of the medfly *Ceratitis capitata*", *Arch. Biochem. Biophys.*, **392**(1), (2001) 38-47.
- [89] Choi, J., Roche, H. and Caquet, T., "Hypoxia, hyperoxia and exposure to potassium dichromate or fenitrothion alter the energy metabolism in *Chironomus riparius* Mg. (Diptera: Chironomidae) larvae", *Comp. Biochem. Physiol.*, **130C**(1), (2001) 11-17.

- [90] Municio, A.M., Pagani, R. and Suarez, A., "Turnover of the glycerol moiety of different lipid classes during development of *Ceratitis capitata*", *Comp. Biochem. Physiol.*, **67B**, (1980) 519-525.
- [91] Pagani, R., Suarez, A. and Municio, A.M., "Fatty acid patterns of the major lipid classes during development of *Ceratitis capitata*", *Comp. Biochem. Physiol.*, **67B**, (1980) 511-518.
- [92] Rabossi, A., Ación, L. and Quesada-Allué, L.A., "Metamorphosis-associated proteolysis in *Ceratitis capitata*", *Entomol. exp. Appl.*, **94**, (2000) 57-65.
- [93] Nestel, D., Galun, R. and Friedman, S., "Long-term regulation of sucrose intake by the adult Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)", *J. Insect Physiol.*, **31(7)**, (1985) 533-536.
- [94] Ortel, J., "Effects of lead and cadmium on chemical composition and total water content of the pupal parasitoid, *Pimpla turionellae*", *Entomol exp. appl.*, **59(1)**, (1991) 93-100.
- [95] Sulanç, M. ve Emre, İ., "İnorganik tuzların erkek *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) larvalarının gelişmesine ve sentezledikleri protein miktarına kalitatif ve kantitatif etkileri", *Doğa-Tr. J. of Zoology*, **16**, (1992) 92-100.
- [96] Nurulloğlu, Z.Ü. ve Aksoylar, M.Y., "Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine etkileri", *Tr. J. of Zoology*, **21**, (1997), 295-301.
- [97] Özalp, P. ve Emre, İ., "Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. ergin dişilerinde total glikojen ve protein miktarına etkileri", *Tr. J. of Biology*, **22**, (1998), 15-19.
- [98] Şeker, D.A. ve Yanikoğlu, A., "*Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın açlık, beslenme, parazitlenme ve yaşlılık durumlarında glikojen seviyesindeki değişimler", *Tr. J. of Zoology*, **23(Ek sayı 1)**, (1999) 289-296.
- [99] Olson, D.M., Fadamiro, H., Lundgren, J.G. and Heimpel, G.E., "Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp", *Physiological Entomology*, **25**, (2000) 17-26.
- [100] Romoser, W.S., Stoffolano, J.G., The science of entomology, ed. Kane, K., WCB Publishers, (1994), p. 532.
- [101] Gupta, A.P., Cellular Elements in the Hemolymph. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A., Gilbert, L.I., **3**, Pergamon Press, New York, (1985), p. 401-451.
- [102] Jones, J.C., "A study of mealworm hemocytes with phase contrast microscopy", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **47(2)**, (1954) 308-315.



- [103] Jones, J.C., "The hemocytes of *Sarcophaga bullata* Parker", *J. Morph.*, **99(2)**, (1956) 233-257.
- [104] Jones, J.C., "A phase contrast study of the blood-cells in *Prodenia* larvae (Order Lepidoptera)", *Journal of Microscopical Science*, **100(1)**, (1959) 17-23.
- [105] Ashhurst, D.E. and Richards, A.G., "Some histochemical observations on the blood cells of the wax moth, *Galleria mellonella* L.", *J. Morph.*, **114**, (1964) 247-254.
- [106] Jones, J.C., "The hemocytes of *Rhodnius prolixus* Stal.", *Biological Bulletin*, **129(2)**, (1965) 282-294.
- [107] Gupta, A.P. and Sutherland, D.J., "Phase contrast and histochemical studies of spherule cells in cockroaches (Dictyoptera)", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **60(3)**, (1967) 557-565.
- [108] Neuwirth, M., "The structure of the hemocytes of *Galleria mellonella* (Lepidoptera)", *J. Morph.*, **139(1)**, (1973) 105-124.
- [109] Costin, N.M., "Histochemical observations of the haemocytes of *Locusta migratoria*", *Histochemical Journal*, **7**, (1975) 21-43.
- [110] Arnold, J.W. and Hinks, C.F., Insect hemocytes under light microscopy: Techniques. In: Insect Hemocytes. development, forms, functions and techniques, ed. Gupta, A.P., Cambridge University Press, New York, (1979), p. 531-538.
- [111] Ayvalı, C., *Agrotis ipsilon*'da (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae) kan hücreleri, Doçentlik Tezi, A. Ü. Fen Fak. Biyol. Böl., Ankara, (1982).
- [112] Beeman, S.C., Wilson, M.E., Bulla, L.A. and Consigli, R.A., "Structural characterization of the hemocytes of *Plodia interpunctella*", *J. Morph.*, **175**, (1983) 1-16.
- [113] Lackie, A.M., Haemocyte Behaviour. In: Advances in insect physiology, ed. Evans, P.D., Wigglesworth, V.B., **21**, Academic Press, London-New York, (1988), p. 85-178.
- [114] Hernandez, S., Lanz, H., Rodriguez, M.H., Torres, J.A., Martinez-Palomo, A. and Tsutsumi, V., "Morphological and cytochemical characterization of female *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) hemocytes", *J. Med. Entomol.*, **36(4)**, (1999) 426-434.
- [115] Kadota, K., Walter, S., Claveria, F.G., Igarashi, I., Taylor, D. and Fujisaki, K., "Morphological and populational characteristics of hemocytes of *Ornithodoros moubata* nymphs during the ecdysial phase", *J. Med. Entomol.*, **40(6)**, (2003) 770-776.

- [116] Jones, J.C., "Current concepts concerning insect hemocytes", *Am. Zoologist*, **2**, (1962) 209-246.
- [117] Arnold, J.W., The hemocytes of insects. In: The physiology of insecta, ed. Rockstein, M., **5**, Academic Press, New York-London, (1974), p. 201-253.
- [118] Florkin, M. and Jeuniaux, C., Hemolymph: Composition. In: The physiology of insecta, ed. Rockstein, M., **5**, Academic Press, New York-London, (1974), p. 255-307.
- [119] Gregoire, Ch., Hemolymph coagulation. In: The physiology of insecta, ed. Rockstein, M., **5**, Academic Press, New York-London, (1974), p. 309-360.
- [120] Kinuthia, W., Li, D., Schmidt, O. and Theopold, U., "Is the surface of endoparasitic wasp eggs and larvae covered by a limited coagulation reaction?", *J. Insect Physiol.*, **45**, (1999) 501-506.
- [121] Tojo, S.S., Naganuma, F., Arakawa, K. and Yokoo, S., "Involvement of both granular cells and plasmatocytes in phagocytic reactions in the greater wax moth, *Galleria mellonella*", *J. Insect Physiol.*, **46**, (2000) 1129-1135.
- [122] Asgari, S. and Schmidt, O., "Is cell surface calreticulin involved in phagocytosis by insect hemocytes?", *J. Insect Physiol.*, **49**, (2003) 545-550.
- [123] Miranpuri, G.S., Bidochka, M.J. and Khachatourians, G.G., "Morphology and cytochemistry of hemocytes and analysis of hemolymph from *Melanoplus sanguinipes* (Orthoptera: Acrididae)", *J. Econ. Entomol.*, **84**(2), (1991) 371-378.
- [124] Strand, M.R. and Noda, T., "Alterations in the haemocytes of *Pseudoplusia includens* after parasitism by *Microplitis demolitor*", *J. Insect Physiol.*, **37**(11), (1991) 839-850.
- [125] Ladendorff, N.E. and Kanost, M.R., "Bacteria-induced protein P4 (hemolin) from *Manduca sexta*: A member of the immunoglobulin superfamily which can inhibit hemocyte aggregation", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **18**, (1991) 285-300.
- [126] Kanost, M.R., Zepp, M.K., Ladendorff N.E. and Andersson, L.A., "Isolation and characterization of a hemocyte aggregation inhibitor from hemolymph of *Manduca sexta* larvae", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **27**(2), (1994) 123-136.
- [127] Zakarian, R.J., Dunphy, G.B., Albert, P.J. and Rau, M.E., "Apolipoprotein-III affects the activity of the haemocytes of *Galleria mellonella* larvae", *J. Insect Physiol.*, **48**, (2002) 715-723.
- [128] Hopkins, T.L., Morgan, T.D. and Kramer, K.J., "Catecholamines in haemolymph and cuticle during larval, pupal and adult development of *Manduca sexta* (L.)", *Insect Biochem.*, **14**(5), (1984) 533-540.



- [129] Ryan, R.O., Cole, K.D., Kawooya, J.K., Wells, M.A. and Law, J.H., "Identification and characterization of a novel postlarval hemolymph protein from *Manduca sexta*", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **9**, (1988) 81-90.
- [130] Bean, D.W. and Silhacek, D.L., "Changes in the titer of the female-predominant storage protein (81K) during larval and pupal development of the waxmoth, *Galleria mellonella*", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **10**, (1989) 333-348.
- [131] Hopkins, T.L., Morgan, T.D., Mueller, D.D., Tomer, K.B. and Kramer, K.J., "Identification of catecholamine  $\beta$ -glucosides in the hemolymph of the tobacco hornworm, *Manduca sexta* (L.), during development", *Insect Biochem. Molec. Biol.*, **25**(1), (1995) 29-37.
- [132] Hopkins, T.L., Starkey, S.R., Xu, R., Merritt, M.E., Schaefer, J. and Kramer, K.J., "Catechols involved in sclerotization of cuticle and egg pods of the grasshopper, *Melanoplus sanguinipes*, and their interactions with cuticular proteins", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **40**, (1999) 119-128.
- [133] Singtripop, T., Oda, Y., Wanichacheewa, S. and Sakurai, S., "Sensitivities to juvenile hormone and ecdysteroid in the diapause larvae of *Omphisa fuscidentalis* based on the hemolymph trehalose dynamics index", *J. Insect Physiol.*, **48**, (2002) 817-824.
- [134] Punzo, F., "The hemolymph composition and neurochemistry of the spider wasp, *Pepsis formosa* (Say) (Hymenoptera, Pompilidae)", *Comp. Biochem. Physiol.*, **96A**(2), (1990) 341-345.
- [135] Götz, P. and Trenczek, T., Antibacterial proteins in insects other than Lepidoptera and Diptera and in some other invertebrates. In: Immunology of insects and other Arthropods, ed. Gupta, A.P., CRC Press, London, (1991), p. 323-346.
- [136] Mikulecky, M. and Bounias, M., "Worker honeybee hemolymph lipid composition and synodic lunar cycle periodicities", *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **30**(2), (1997) 275-279.
- [137] Venier, P., Maron, S. and Canova, S., "Detection of micronuclei in gill cells and haemocytes of mussels exposed to benzo[a]pyrene", *Mutation Research*, **390**, (1997) 33-44.
- [138] Klobučar, G.I.V., Pavlica, M., Erben, R. and Papeš, D., "Application of the micronucleus and comet assays to mussel *Dreissena polymorpha* haemocytes for genotoxicity monitoring of freshwater environments", *Aquatic Toxicology*, **64**, (2003) 15-23.
- [139] Pinto-Silva, C.R.C., Ferreira, J.F., Costa, R.H.R., Filho, P.B., Creppy, E.E. and Matias, W.G., "Micronucleus induction in mussels exposed to okadaic acid", *Toxicon*, **41**, (2003) 93-97.

- [140] Sung, H.H., Kao, W.Y. and Su, Y.J., "Effects and toxicity of phthalate esters to hemocytes of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*", *Aquatic Toxicology*, **64**, (2003) 25-37.
- [141] Sung, H.H., Lin, S.C., Chen, W.L., Ting, Y.Y. and Chao, W.L., "Influence of Timsen<sup>TM</sup> on *Vibrio* populations of culture pond water and hepatopancreas and on the hemocytic activity of tiger shrimp", *Aquaculture*, **219**, (2003) 123-133.
- [142] Carrano, A.V. and Natarajan, A.T., "Considerations for population monitoring using cytogenetic techniques", *Mutation Res.*, **204**, (1988) 379-406.
- [143] Kirsch-Volders, M., Sofuni, T., Aardema, M., Albertini, S., Eastmond, D., Fenech, M., Ishidate, M., Lorge, E., Norppa, H., Surrallés, J., Von der Hude, W. and Wakata, A., "Report from the in vitro micronucleus assay working group", *Environ. Mol. Mutagen.*, **35**, (2000) 167-172.
- [144] Pech, L.L. and Strand, M.R., "Plasmatocytes from the moth *Pseudoplusia includens* induce apoptosis of granular cells", *J. Insect Physiol.*, **46**, (2000) 1565-1473.
- [145] Le, N.T., Asgari, S., Amaya, K., Tan, F.F. and Beckage, N.E., "Persistence and expression of *Cotesia congregata* polydnavirus in host larvae of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*", *J. Insect Physiol.*, **49**, (2003) 533-543.
- [146] Terahara, K., Takahashi, K.G. and Mori, K., "Apoptosis by RGD-containing peptides observed in hemocytes of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*", *Developmental and Comparative Immunology*, **27**, (2003) 521-528.
- [147] Lastra, C.C.L., Gibson, D.M. and Hajek, A.E., "Survival and differential development of *Entomophaga maimaiga* and *Entomophaga aulicae* (Zygomycetes: Entomophthorales) in *Lymantria dispar* hemolymph", *Journal of Invertebrate Pathology*, **78**, (2001) 201-209.
- [148] Yamashita, M. and Iwabuchi, K., "*Bombyx mori* prohemocyte division and differentiation in individual microcultures", *J. Insect Physiol.*, **47**, (2001) 325-331.
- [149] Jones, J.C. and Liu, D.P., "A quantitative study of mitotic divisions of haemocytes of *Galleria mellonella* larvae", *J. Insect Physiol.*, **14**, (1968) 1055-1061.
- [150] Jabbar, A. and Strang, R.H., "The effects of chemical and physical stress on the concentrations of amino compounds in the haemolymph and nervous system of locusts and cockroaches", *J. Insect Physiol.*, **31**(5), (1985) 359-370.
- [151] Serebrov, V.V., Alekseev, A.A. and Glupov, V.V., "Changes in the activity and pattern of hemolymph esterases in the larvae of greater wax moth *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera, Pyralidae) during mycosis", *Biology Bulletin*, **28**(5), (2001) 499-503.

- [152] Mathova, A., "Biological effects and biochemical alterations after long-term exposure of *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae) larvae to cadmium containing diet", *Acta Entomol. Bohemoslov.*, **87**, (1990) 241-248.
- [153] Kansu, İ.A. ve Uğur, A., "*Pimpla turionellae* (L.) (Hym., Ichneumonidae) ile konukçusu bazı Lepidopter pupaları arasındaki biyolojik ilişkiler üzerinde araştırmalar", *Doğa Bilim Dergisi*, D<sub>2</sub>, **8(2)**, (1984) 160-173.
- [154] Mendel, M.J., Shaw, P.B. and Owens, J.C., "Life-history characteristics of *Anastatus semiflavus* (Hymenoptera: Eupelmidae), an egg parasitoid of the range caterpillar, *Hemileuca oliviae* (Lepidoptera: Saturniidae) over a range of temperatures", *Environ. Entomol.*, **16(5)**, (1987) 1035-1041.
- [155] Gülel, A., "Çiftleşmenin *Dibrachys boarmiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) erkeklerinin hayat süresine ve eşey oranına etkileri", *Doğa Zooloji Dergisi*, **12(3)**, (1988b), 225-233.
- [156] 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) 353-362.
- [157] Hagley, E.A.C. and Barber, D.R., "Effect of food sources on the longevity and fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hymenoptera: Braconidae)", *Can. Ent.*, **124**, (1992) 341-346.
- [158] 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) 1161-1165.
- [159] Şengonca, Ç. and Peters, G., "Biology and effectiveness of *Apanteles rubecula* Marsh. (Hym., Braconidae), a solitary larval parasitoid of *Pieris rapae* (L.) (Lep., Pieridae)", *J. Appl. Ent.*, **115**, (1993) 85-89.
- [160] Hailemichael, Y. and Smith, J.W., "Development and longevity of *Xanthopimpla stigmator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) at constant temperatures", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **87(6)**, (1994) 874-878.
- [161] Ueno, T., "Host suitability and sex-ratio differences in wild-caught and laboratory-reared parasitoid *Pimpla parnarae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **92(4)**, (1999b) 609-614.
- [162] Dani, M.P., Richards, E.H., Isaac, R.E. and Edwards, J.P., "Antibacterial and proteolytic activity in venom from the endoparasitic wasp *Pimpla hypochondriaca* (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *J. Insect Physiol.*, **49**, (2003) 945-954.

- [163] Uçkan, F., Ergin, E., Sinan, S., and Sak, O., "Morphology of the reproductive tract and ovariole histology of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae) reared on two host species, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **6(16)**, (2003) 1389-1395.
- [164] Uçkan, F., Ergin, E., and Ayaz, F., "Modelling age- and density-structured reproductive biology and seasonal survival of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae), *J. Appl. Entomol.*, **128**,(2004) (baskıda).
- [165] Yazgan, Ş. and House, H.L., "An hymenopterous insect, the parasitoid *Itopectis conquisitor*, reared axenically on a chemically defined synthetic diet", *Can. Entomol.*, **102**, (1970) 1304-1306.
- [166] Yazgan, Ş., "A chemically defined synthetic diet and larval nutritional requirements of the endoparasitoid *Itopectis conquisitor* (Hymenoptera)", *J. Insect Physiol.*, **18**, (1972) 2123-2141.
- [167] Yazgan, Ş., "A meridic diet and quantitative effects of Tween 80, fatty acid mixtures and inorganic salts on development and survival of the endoparasitoid *Pimpla turionellae* L.", *Z. Angew. Entomol.*, **91**, (1981) 433-441.
- [168] Emre; İ., "Meridik bir besinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ergin dişilerinin yumurta verimine etkisi", *DOĞA TU Biyol. D.*, **12(2)**, (1988) 101-105.
- [169] Emre, İ. ve Yazgan, Ş., "Besin bileşenlerinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın üremesi üzerine etkileri", *Doğa-Tr. J. of Biology*, **14**, (1990) 96-104.
- [170] Uçkan, F. ve Gülel, A., "*Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae)'nın bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri", *Tr. J. Zoology*, **24(Ek Sayı)**, (2000) 105-113.
- [171] Yu, S.H., Ryoo, M.I., Na, J.H. and Choi, W.I., "Effect of host density on egg dispersion and the sex ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae)", *Journal of Stored Products Research*, **39**, (2003) 385-393.
- [172] Pennacchio, F., Vinson, S.B. and Tremblay, E., "Growth and development of *Cardiochiles nigriceps* Viereck (Hymenoptera, Braconidae) larvae and their synchronization with some changes of the hemolymph composition of their host, *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera, Noctuidae)", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **24(2)**, (1993) 65-77.
- [173] Fathpour, H. and Dahlman, D.L., "Polydnavirus of *Microplitis croceipes* prolongs the larval period and changes hemolymph protein content of the host, *Heliothis virescens*", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **28(1)**, (1995) 33-48.

- [174] Brochetto-Braga, M.R., Palma, M.S., Ribeiro, J.C. and Gobbi, N., "The effect of a polydnavirus of *Apanteles galleriae* on the hemolymph proteins of host *Galleria mellonella*", *Journal of Venomous Animals and Toxins*, **1(2)**, (1995) 79-86.
- [175] Hopkins, T.L., Starkey, S.R. and Beckage, N.E., "Tyrosine and catecholamine levels in the hemolymph of tobacco hornworm larvae, *Manduca sexta*, parasitized by the braconid wasp, *Cotesia congregata*, and in the developing parasitoids", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **38**, (1998) 193-201.
- [176] Bischof, C. and Ortel, J., "The effects of parasitism by *Glyptapanteles liparidis* (Braconidae: Hymenoptera) on the hemolymph and total body composition of gypsy moth larvae (*Lymantria dispar*, Lymantriidae: Lepidoptera)", *Parasitol. Res.*, **82(8)**, (1996) 687-692.
- [177] Schopf, A. and Nussbaumer, C., "Influence of parasitism by *Glyptapanteles liparidis* (Hym., Braconidae) on the haemolymph carbohydrate and glycogen content of its host larva, *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae)", *J. Appl. Ent.*, **120**, (1996) 357-362.
- [178] Hochuli, A., Pfister-Wilhelm, R. and Lanzrein, B., "Analysis of endoparasitoid-released proteins and their effects on host development in the system *Chelonus inanitus* (Braconidae)- *Spodoptera littoralis* (Noctuidae)", *J. Insect Physiol.*, **45**, (1999) 823-833.
- [179] Marris, G.C., Bell, H.A., Naylor, J.M. and Edwards, J.P., "The role of *Pimpla hypochondriaca* venom in the suppression of pupal Noctuid host immunity", *Entomol. exp. Appl.*, **93**, (1999) 291-298.
- [180] Tanaka, T., "Morphological changes in haemocytes of the host, *Pseudaletia separata*, parasitized by *Microplitis mediator* or *Apanteles kariyai*", *Developmental and Comparative Immunology*, **11(1)**, (1987) 57-67.
- [181] Richards, E.H. and Parkinson, N.M., "Venom from the endoparasitic wasp *Pimpla hypochondriaca* adversely affects the morphology, viability, and immune function of hemocytes from larvae of the tomato moth, *Lacanobia oleracea*", *Journal of Invertebrate Pathology*, **76**, (2000) 33-42.
- [182] Rivers, D.B., Ruggiero, L. and Hayes, M., "The ectoparasitic wasp *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) differentially affects cells mediating the immune response of its flesh fly host, *Sarcophaga bullata* Parker (Diptera: Sarcophagidae)", *J. Insect Physiol.*, **48**, (2002) 1053-1064.
- [183] Mochiah, M.B., Ngi-Song, A.J., Overholt, W.A. and Botchey, M., "Variation in total and differential haemocyte count of *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae) parasitized by two biotypes of *Cotesia sesamiae* (Hymenoptera: Braconidae) and larval growth responses", *Environ. Entomol.*, **32(2)**, (2003) 247-255.



- [184] Whitfield, J.B., "Phylogeny and evolution of host-parasitoid interactions in Hymenoptera", *Annu. Rev. Entomol.*, **43**, (1998) 129-151.
- [185] Kılınçer, N., "Untersuchungen über die hämocytaire abwehrreaktion der puppe von *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera) und über ihre hemmung durch den puppenparasiten *Pimpla turionellae* L. (Hym., Ichneumonidae)", *Z. ang. Ent.*, **78**, (1975) 340-370.
- [186] Osman, S.E., "Der Einfluß der imaginalernährung und der begattung auf die sekretproduktion der weiblichen genitalanhangdrüsen und auf die eireifung von *Pimpla turionellae* L. (Hym., Ichneumonidae)", *Z. ang. Ent.*, **85**, (1978a) 113-122.
- [187] Fischer, S., Samietz, J., Wäckers, F.L. and Dorn, S., "Perception of chromatic cues during host location by the pupal parasitoid *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *Environ. Entomol.*, **33**(1), (2004) 81-87.
- [188] Nurullahoğlu, Z.Ü. ve Aksoylar, M.Y., "Besinsel yağ asitlerinin *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) ergin dişilerinin yağ asidi bileşimine etkileri", XIV.Ulusal Biyoloji Kongresi, Samsun, **3**, (1998), 313-322.
- [189] Aktümsek, A. ve Aksoylar, M.Y., "*Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera, Ichneumonidae)'nın yağ asidi bileşimi", *DOĞA TU Biyol. D.*, **11**(1), (1987), 10-18.
- [190] Yanıkoğlu, A., "*Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın başkalaşımı sırasında glikojen miktarındaki değişimler", *Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg.*, **3**(1), (1985a) 57-68.
- [191] Osman, S.E., "Die wirkung der sekrete der weiblichen genitalanhangsdrüsen von *Pimpla turionellae* L. (Hym., Ichneumonidae) auf die hämocyten und die einkapselungsreaktion von wirtspuppen", *Z. Parasitenkd.*, **57**, (1978b) 89-100.
- [192] Osman, S.E. and Führer, E., "Histochemical analysis of accessory genital gland secretions in female *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *International Journal of Invertebrate Reproduction*, **1**, (1979) 323-332.
- [193] Führer, E. and Willers, D., "The anal secretion of the endoparasitic larva *Pimpla turionellae*: Sites of production and effects", *J. Insect Physiol.*, **32**(4), (1986) 361-367.
- [194] Uçkan, F. ve Gülel, A., "Endoparazitoid *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişilerinde zehir aparatının yapısı ve zehirin başlıca kimyasal grubunun tayini", X. Ulusal Biyoloji Kongresi, Erzurum, (1990) 73-83.
- [195] Uçkan, F., "The morphology of the venom apparatus and histology of venom gland of *Pimpla turionella* (L.) (Hym; Ichneumonidae) females", *Tr. J. of Zoology*, **23**(4), (1999) 461-466.

- [196] Uçkan, F., Sinan, S., Savaşçı, Ş. and Ergin, E., "Determination of venom components from the endoparasitoid wasp *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **97**, (2004) (baskıda).
- [197] Sulanç, M., Çeşitli besin bileşenlerinin erkek *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın gelişmesine ve sentezlenen protein miktarına kalitatif ve kantitatif etkileri, Doktora Tezi, Ç. Ü. Fen Bil. Ens., Adana, (1991).
- [198] Özalp, P., *Pimpla turionellae* L. ergin dişilerinde karbohidratların yaşam süresi, yumurta üretimi ve açılımı ile total protein ve glikojen miktarına kalitatif ve kantitatif etkileri, Doktora Tezi, Ç. Ü. Fen Bil. Ens., Adana, (1996).
- [199] Büyükgüzel, K., "Positive effects of some gyrase inhibitors on survival and development of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) larvae reared on an artificial diet" *J. Econ. Entomol.*, **94**(1), (2001) 21-26.
- [200] Büyükgüzel, K. and Yazgan, Ş., "Effects of antimicrobial agents on the survival and development of larvae of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on an artificial diet", *Turk. J. Zool.*, **26**, (2002) 111-119.
- [201] Büyükgüzel, K., "Effects of some DNA gyrase inhibitors on the survival and development of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) larvae reared on an artificial diet", *Turk. J. Zool.*, **26**, (2002a) 121-126.
- [202] Yanıkoğlu, A., "Bazı karbohidratların *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın glikojen sentezine etkileri", *Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg.*, **3**(2), (1985b), 205-210.
- [203] Büyükgüzel, K., "Effects of some antimicrobial agents on the total protein content of the endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *Turk. J. Zool.*, **26**, (2002b) 101-109.
- [204] Büyükgüzel, K., "Antimicrobial agents: their combined effects on total protein content of the endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *Turk. J. Zool.*, **26**, (2002c) 229-237.
- [205] Yanıkoğlu, A., "Düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) puplarının glikojen seviyelerine etkisi", *Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg.*, **13**, (1990), 53-66.
- [206] Adıyaman, N. ve Aktümsek, A. "Pup ve ergin evrede uygulanan düşük sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişilerinin yumurta verimine etkileri", *Tr. J. of Zoology*, **20**(Ek Sayı), (1996) 1-5.
- [207] Kalyoncu, L. ve Aksoylar, M.Y., "*Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişi pup ve erginlerinin total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimine tedrici azalan sıcaklığın etkileri", XIV.Ulusal Biyoloji Kongresi, Samsun, **3**, (1998) 323-333.



- [208] Ortel, J. and Vogel, W.R., "Effects of lead and cadmium on oxygen consumption and life expectancy of the pupal parasitoid, *Pimpla turionellae*", *Entomol. exp. appl.*, **52(1)**, (1989) 83-88.
- [209] Ortel, J., "Accumulation of Cd and Pb in successive stages of *Galleria mellonella* and metal transfer to the pupal parasitoid *Pimpla turionellae*", *Entomol. Exp. Appl.*, **77**, (1995a) 89-97.
- [210] 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.
- [211] Yanıkoğlu, A. ve Bilaloğlu, R., "2,4-D'nin *Pimpla turionellae* L.'nin yumurta verimi, yumurta açılımı, gelişme ve eşey oranına etkileri", IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Sivas, **1**, (1988) 403-408.
- [212] Yanıkoğlu, A., "2,4-D'nin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişilerinin glikojen seviyelerine etkisi", *Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg.*, **8(1)**, (1989) 27-34.
- [213] Banken, J.A.O. and Stark, J.D., "Stage and age influence on the susceptibility of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) after direct exposure to Neemix, a neem insecticide", *J. Econ. Entomol.*, **90(5)**, (1997) 1102-1105.
- [214] 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.
- [215] Vural, N., Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, **73**, Ankara, (1996), 659s.
- [216] Finney, D.J., Probit Analysis, Cambridge University Press, London/New York, (1971).
- [217] Roe, J.H., Bailey, J.M., Gray, R.R. and Robinson, J.N., "Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroacetic acid solution", *J. Biol. Chem.*, **236(5)**, (1961) 1244-1246.
- [218] Carroll, N.V., Longley, R.W. and Roe, J.H., "The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent", *J. Biol. Chem.*, **220**, (1956) 583-593.
- [219] Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J., "Protein measurement with the Folin phenol reagent", *J. Biol. Chem.*, **193**, (1951) 265-275.
- [220] Folch, J., Lees, M. and Sloane Stanley, G.H., "A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues", *J. Biol. Chem.*, **226**, (1957) 497-509.
- [221] SPSS Inc., SPSS 10.0 Statistics. SPSS, Chicago, IL, (1999).

- [222] Beckage, N.E., "Endocrine interactions between endoparasitic insects and their hosts", *Ann. Rev. Entomol.*, **30**, (1985) 371-413.
- [223] Tillman, P.G., "Susceptibility of *Microplitis croceipes* and *Cardiochiles nigriceps* (Hymenoptera: Braconidae) to field rates of selected cotton insecticides", *J. Entomol. Sci.*, **30**, (1995) 390-396.
- [224] Tillman, P.G. and Scott, W., "Susceptibility of *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) to field rates of selected cotton insecticides", *J. Entomol. Sci.*, **32(3)**, (1997) 303-310.
- [225] 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.
- [226] Kaya, B. ve Yanıkoğlu, A., "2,4-D ve 4-CPA'nın *Drosophila melanogaster*'in F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> ve F<sub>3</sub> kuşaklarında gelişim süresi ve ergin birey sayısına etkileri", *Tr. J. of Zoology*, **23(Ek Sayı 1)**, (1999) 297-301.
- [227] Baker, J.E., Weaver, D.K., Throne, J.E. and Zettler, J.L., "Resistance to protectant insecticides in two field strains of the stored-product insect parasitoid *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae)", *J. Econ. Entomol.*, **88**, (1995) 512-519.
- [228] Van Brummelen, T.C. and Stuijffzand, S.C., "Effects of benzo(a)pyrene on survival, growth and energy reserves in the terrestrial isopods *Oniscus asellus* and *Porcellio scaber*", *Sci. Tot. Environ. Suppl.*, (1993) 921-930.
- [229] Van Brummelen, T.C., Van Gestel, C.A.M. and Verweij, R.A., "Long-term toxicity of five polycyclic aromatic hydrocarbons for the terrestrial isopods *Oniscus asellus* and *Porcellio scaber*", *Environ. Toxicol. Chem.*, **15(7)**, (1996) 1199-1210.
- [230] Vijayaraghavan, C. and Chitra, K.C., "Total protein and free amino acid content of *Spodoptera litura* (Fab.) due to botanicals and conventional insecticides", *Indian Journal of Entomology*, **64(1)**, (2002) 92-95.
- [231] Spollen, K.M. and Hoy, M.A., "Genetic improvement of an arthropod natural enemy: relative fitness of a carbaryl-resistant strain of the California red scale parasite *Aphytis melinus* DeBach.", *Biol. Control*, **2**, (1992) 87-94.
- [232] Schoonees, J. and Giliomee, J.G., "The toxicity of methidathion to parasitoids of red scale, *Aonidiella aurantii* (Hemiptera: Diaspididae)", *J. Entomol. Soc. S. Afr.*, **45**, (1982) 261-273.

- [233] Rathman, R.J., Johnson, M.W., Rosenheim, J.A., Tabashnik, B.E. and Purcell, M., "Sexual differences in insecticide susceptibility and synergism with piperonyl butoxide in the leafminer parasitoid *Diglyphus begini* (Hymenoptera: Eulophidae)", *J. Econ. Entomol.*, **85**, (1992) 15-20.
- [234] Davis, A.R., Solomon, K.R. and Shuel, R.W., "Laboratory studies of honeybee larval growth and development as affected by systemic insecticides at adult-sublethal levels", *Journal of Apicultural Research*, **27(3)**, (1988) 146-161.
- [235] Vink, K., Dewi, L., Bedaux, J., Tompot, M.H. and Van Straalen, N.M., "The importance of the exposure route when testing the toxicity of pesticides to saprotrophic isopods", *Environ. Toxicol. Chem.*, **14**, (1995) 1225-1232.
- [236] Lohar, M.K. and Wright, D.J., "Changes in the lipid content in the haemolymph, fat body and oocytes of malathion treated *Tenebrio molitor* L. adult females", *Pakistan Journal of Zoology*, **25(1)**, (1993) 57-60.
- [237] Garcia, R., Megias, A. and Municio, A.M., "Biosynthesis of neutral lipids by mitochondria and microsomes during development of insects", *Comp. Biochem. Physiol.*, **65B**, (1980) 13-23.
- [238] Jones, M.E.E. and Schwartz, L.M., "Not all muscles meet the same fate when they die", *Cell Biology International*, **25(6)**, (2001) 539-545.
- [239] Dai, J. and Gilbert, L.I., "Programmed cell death of the prothoracic glands of *Manduca sexta* during pupal-adult metamorphosis", *Insect Biochem. Molec. Biol.*, **27(1)**, (1997) 69-78.
- [240] Shakoori, A.R. and Saleem, M.A., "Some macromolecular abnormalities developed by the interaction of malathion and permethrin and subsequent refeeding in *Tribolium castaneum* larvae", *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, **11(4)**, (1989) 203-215.
- [241] Mandal, D. and Chaudhuri, D.K., "Studies on carbohydrate, protein and lipid levels in normal and stress conditions in fat body and integument as compared to whole body during development of rice moth, *Corcyra cephalonica* (St.)", *Insect Science and its Application*, **13(1)**, (1992) 121-128.
- [242] Shakoori, A.R., Malik, M.Z. and Saleem, M.A., "Toxicity of Karate to malathion-resistant Pakistan strain of red flour beetle (*Tribolium castaneum*) adults", *Pakistan Journal of Zoology*, **25(3)**, (1993) 261-271.
- [243] Gintenreiter, S., Ortel, J. and Nopp, H.J., "Effects of different dietary levels of cadmium, lead, copper, and zinc on the vitality of the forest pest insect *Lymantria dispar* L. (Lymantriidae, Lepid.)", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **25**, (1993) 62-66.

[244] Ortel, J., Gintenreiter, S. and Nopp, H.J., "The effects of host metal stress on a parasitoid in an insect/insect relationship (*Lymantria dispar* L., Lymantriidae Lepid.-*Glyptapanteles liparidis* Bouchè, Braconidae Hym.)", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **24**, (1993) 421-426.

[245] Ortel, J., "Effects of metals on the total lipid content in the gypsy moth (*Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepid.) and its hemolymph", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **55**, (1995b) 216-221.

[246] Ortel, J., "Changes in protein content and free amino acid composition in metal-contaminated gypsy moth larvae (*Lymantria dispar* L., Lymantriidae, Lepidoptera)", *Comp. Biochem. Physiol.*, **112C(3)**, (1995c) 291-298.

[247] Bischof, C., "Heavy metal concentrations of the endoparasitoid *Glyptapanteles liparidis* Bouche (Hymenoptera) in contaminated *Lymantria dispar* L. larvae (Lepidoptera)", *Bul. Environ. Contam. Toxicol.*, **55**, (1995b) 533-538.

