

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İNDOL-3-ASETİK ASİT (IAA)'İN KONAK *Achoria grisella*
FABRİCUS (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) LARVAL
HEMOLENFİNİN VE *Apanteles galleriae* WILKINSON
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) LARVASININ
BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

HAVVA KÜBRA SOYDABAŞ

KOCAELİ 2015

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

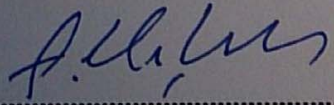
İNDOL-3-ASETİK ASİT (IAA)'İN KONAK *Achoria grisella*
FABRICUS (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) LARVAL
HEMOLENFİNİN VE *Apanteles galleriae* WILKINSON
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) LARVASININ
BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİNE ETKİSİ

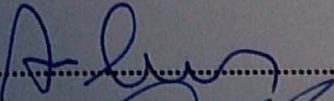
HAVVA KÜBRA SOYDABAŞ

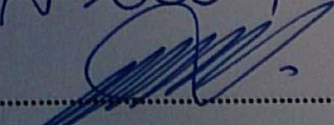
Yrd.Doç.Dr. Fevzi UÇKAN
Danışman, Kocaeli Üniv.

Prof.Dr. Mehmet BAŞHAN
Jüri Üyesi, Dicle Üniv.

Yrd.Doç.Dr. Halim Aytakin ERGÜL
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.


.....


.....


.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 15.01.2015

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tarımda verim arttırmak için sıklıkla kullanılan bitki gelişim düzenleyicilerin, hedef dışı organizmalar üzerindeki etkisini bilmek ekosisteme zarar vermekten imtina eden herkes için önemlidir. Bu nedenle oksin ailesinin en önemli üyesi olan IAA'nın farklı dozlarının, konak küçük balmumu güvesi *Achoria grisella*'nın hemolenfindeki toplam protein, yağ, şeker miktarları ve endoparazitoid *Apanteles galleriae* larvalarının toplam protein, yağ, şeker ve glikojen miktarları üzerinde bir etkisinin olup olmadığını anlamak üzere temel bir çalışma yaptık.

Yüksek lisans öğrenimim ve çalışmam boyunca beni yönlendiren, muhtaç olduğum bilgi ve hoşgörüyü benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Yard. Doç. Dr. Fevzi UÇKAN'a,

Aynı laboratuvarı ve ofisi paylaşmaktan mutluluk duyduğum, tecrübelerinden istifade ettiğim kıymetli arkadaşım Rabia ÖZBEK'e,

Bilgiyi yüzyıllar boyunca işleyip, bize hediye eden tüm bilim insanlarına,

Mücadele etmenin, zaferden daha değerli olduğunu öğreten aileme, teşekkür ederim.

Ocak – 2015

Havva Kübra SOYDABAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
TABLOLAR DİZİNİ	iv
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	3
2. MALZEME VE YÖNTEM	9
2.1. Böcekhaneye	9
2.2. <i>Achoria grisella</i> Kültürü	9
2.3. <i>Apanteles galleriae</i> Kültürü	10
2.4. <i>Achoria grisella</i> Deney Grupları ve Hemolenf Örnekleri Eldesi	10
2.5. <i>Apanteles galleriae</i> Deney Grupları ve Parazitoid Larvaları Eldesi	11
2.6. <i>Achoria grisella</i> Larval Hemolenfde Toplam Yağ Miktarı	12
2.7. <i>Achoria grisella</i> Larval Hemolenfde Toplam Protein Miktarı	13
2.8. <i>Achoria grisella</i> Larval Hemolenfde Toplam Şeker Miktarı	144
2.9. <i>Apanteles galleriae</i> Larvasında Toplam Yağ Miktarı	16
2.10. <i>Apanteles galleriae</i> Larvasında Toplam Protein Miktarı	16
2.11. <i>Apanteles galleriae</i> Larvasında Toplam Şeker Miktarı	17
2.12. <i>Apanteles galleriae</i> Larvasında Glikojen Miktarı	17
2.13. İstatistik	18
3. BULGULAR	20
4. TARTIŞMA	26
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	30
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	30
ÖZGEÇMİŞ	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İndol-3 asetik asitin kimyasal yapısı	4
Şekil 2.1. Yağ miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri	13
Şekil 2.2. Protein miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri.....	14
Şekil 2.3. Şeker miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri	15
Şekil 2.4. Glikojen miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri	18
Şekil 3.1. <i>A. grisella</i> hemolenfinde toplam protein miktarındaki değişimler.....	21
Şekil 3.2. <i>A. grisella</i> hemolenfinde toplam yağ miktarındaki değişimler	21
Şekil 3.3. <i>A. grisella</i> hemolenfinde toplam şeker miktarındaki değişimler.....	22
Şekil 3.4. <i>A. galleriae</i> larvasında toplam protein miktarındaki değişimler	23
Şekil 3.5. <i>A. galleriae</i> larvasında toplam yağ miktarındaki değişimler.....	24
Şekil 3.6. <i>A. galleriae</i> larvasında toplam şeker miktarındaki değişimler	24
Şekil 3.7. <i>A. galleriae</i> larvasında glikojen miktarındaki değişimler	25

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Bronskill besin içeriğinde yapılan değişiklik	9
Tablo 3.1. IAA-etkisiyle Achoria grisella hemolenfinde toplam protein, toplam yağ ve toplam şeker miktarlarındaki değişimler ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$).....	20
Tablo 3.2. IAA-etkisiyle Apanteles galleriae larvasında toplam protein, toplam yağ ve toplam şeker miktarlarındaki değişimler ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$).....	22

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

°C	: Santrigrat derece
dk	: Dakika
g	: Gram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
ppm	: Milyonda Bir
♀	: Dişi
♂	: Erkek

Kısaltmalar

BGD	: Bitki Gelişim Düzenleyicisi
F	: F testi
GA3	: Gibberellik asit
H ₂ SO ₄	: Sülfirik Asit
IAA	: İndol-3-Asetik Asit
IPM	: Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management)
JH	: Jüvenil Hormon
JHE	: Jüvenil Hormon Esteraz
Na ₂ SO ₄	: Sodyum Sülfat
P	: İstatistiksel Anlamlılık
PTTH	: Protoraksitropik Hormon
sd	: Serbestlik Derecesi
SH	: Standart Hata
TCA	: Trikloroasetik asit
UV	: Ultraviyole

İNDOL-3-ASETİK ASİT (IAA)'İN KONAK *Achoria grisella* FABRİCUS (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) LARVAL HEMOLENFİNİN VE *Apanteles galleriae* WILKINSON (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) LARVASININ BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİNE ETKİSİ

ÖZET

Yağ, protein, şeker ve glikojen gibi biyokimyasal yapılar konak ve parasitoid ilişkisinde önemli rol oynar. Söz konusu parametrelerdeki herhangi bir değişiklik konak-parazitoid ilişkisindeki dengeyi değiştirebilir. Bitki gelişim düzenleyicisi indol-3-asetik asit (IAA)'ın petek zararlısı konak *Achoria grisella* Fabricus (Lepidoptera: Pyralidae)'un larval hemolenfide ve endoparazitoid *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae)'ın larvasında toplam şeker, toplam protein, toplam yağ miktarları araştırıldı. Ayrıca IAA'nın parazitoid larvasında glikojen miktarı üzerindeki etkisi incelendi. Konak larvaları sentetik besin yoluyla doğrudan 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500 ve 1000 ppm IAA dozlarına maruz bırakıldı. Parazitoid larvaları ise konak hemolenfi ile beslenmek suretiyle dolaylı olarak IAA'ya maruz kaldı. Miktar tayinleri toplam protein için Bradford, toplam yağ için vanilin-fosforik asit, toplam şeker ve glikojen için sıcak antron testleri ile yapıldı. Toplam protein miktarında konak larval hemolenfide 10 ppm dışındaki dozlarda artış; parazitoid larvalarında 100 ppm dozunda artış, 2, 10, 50, 500 ve 1000 ppm dozlarında azalış gözlemlendi. Toplam yağ miktarı konak larval hemolenfide tüm dozlarda azalırken; parazitoid larvalarında 5, 50, 100, 200 ve 1000 ppm dozlarında arttı. Toplam şeker miktarı konak larval hemolenfide 100, 200, 1000 ppm dozlarında arttı; 10, 50, 500 ppm dozlarında azaldı. Parazitoid larvalarında ise 5, 100, 200 ppm dozlarında artarken, 2, 10, 500 ve 1000 ppm dozlarında azaldı. Glikojen miktarı 200 ppm IAA'ya maruz kalan parazitoid larvalarında artarken; 2, 5, 50, 500 ppm IAA'ya maruz kalan bireylerde azalma gözlemlendi. Araştırma sonuçları IAA uygulamalarının konak ve parazitoid üzerinde toplam protein, toplam yağ, toplam şeker ve parazitoid larvalarında glikojen miktarını değiştirici etkisi olduğunu gösterdi.

Anahtar Kelimeler: *Achoria grisella*, *Apanteles galleriae*, Biyolojik Kontrol, İndol-3-Asetik Asit.

EFFECT OF INDOL-3 ACETIC ACID (IAA) ON THE BIOCHEMICAL PARAMETERS OF *Achoria grisella* FABRICUS (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) LARVAL HAEMOLYMPH AND *Apanteles galleriae* WILKINSON (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) LARVA

ABSTRACT

Biochemical structures such as lipid, protein, sugar, and glycogen are known to play a pivotal role on the relationship between host and its parasitoid. Any changes in these parameters may have potential to alter the balance of the host-parasitoid relation. The effect of plant growth regulator indol-3 acetic acid (IAA) on total protein, total lipid, total sugar levels in larval haemolymph of wax pest host *Achoria grisella* Fabricus (Lepidoptera: Pyralidae) and in larva of endoparasitoid *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) were investigated. In addition, the effect of IAA on the amount of glycogen in *A. galleriae* was analysed. Host larvae were treated with the doses of 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500 ve 1000 ppm IAA directly through their synthetic diet. However, parasitoid larvae were fed with haemolymph of host and exposed to IAA indirectly. Total protein contents were determined by Bradford, total lipid contents by vanilin-phosphoric acid, total sugar and glycogen contents by hot antron tests. An increase was observed in total protein in larval haemolymph at all doses except 10 ppm. In parasitoid larvae an increase was observed at 100 ppm while decreases were observed at 2, 10, 50, 500 and 1000 ppm doses. Total lipid level in host larval haemolymph decreased at all doses of IAA application, whereas in parasitoid larvae, this increased at 5, 50, 100, 200 ve 1000 ppm doses. Total sugar level in host larval haemolymph increased at 100, 200, 1000 ppm doses; decreased at 10, 50, 500 ppm doses. In parasitoid larvae total sugar level increased at 5, 100, 200 ppm doses; decreased at 2, 10, 500 and 1000 ppm. Glycogen level increased in parasitoid larvae that has been exposed to 200 ppm, whereas decreases were observed at 2, 5, 50, 500 ppm doses of IAA. Our study has shown that application of IAA caused alterations in the level of total protein, total lipid, total sugar in host larval haemolymph and parasitoid larvae and in the level of glycogen in parasitoid larvae.

Key words: *Achoria grisella*, *Apanteles galleriae*, Biological Control, Indol-3-Acetic Acid.

GİRİŞ

Zararlılık, insanlığın değer yargılarına bağlı bir antropojenik öngörüdür [1]. Ocak 1958’de Olga Howens Huckins, Silent Spring (Sessiz Bahar) kitabının yazarı ekolog Rachel Carson’a, yaşadığı bölgede pestisit uygulamasından sonra kuş seslerini duyamadığından bahseden bir mektup yollamıştır [2]. Bu mektubun kamuoyunda yankı uyandırdığı zamana kadar, ekinlerin kaybına sebep olan veya bir hastalığın taşıyıcısı olan organizmalar “zararlı” olarak nitelendirilirken, bu tarihten sonra zararlı organizmaları öldürmede kullanılan biyositlerin daha tehlikeli olabileceği ile ilgili tartışmalar başlamıştır ve günümüzde hala devam etmektedir [2, 3]. Zararlı organizmalar kimyasallara karşı direnç geliştirebildiğinden [4-7] kimyasal mücadele kısa vadede çözüm gibi görünse de, uzun vadede hem ekonomik kayıp hem de çevre kirliliği anlamına gelir [3, 4]. Zararlı mücadelesinde kullanılan kimyasallar parazitler, parazitoidler, antagonistler ve predatörler gibi faydalı organizmaların ölümüne neden olurlar [8-10]. Besin zinciri yoluyla ekosistemdeki diğer organizmalarda ulaşan biyositler kısırlılığı, kronik hastalıkları, teratojenez ve mutajenezi tetiklerler [10-16]. Bu nedenle, kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek yöntemlere yönelim artmıştır [17]. Alternatif mücadele yöntemlerinden birisi olan “Entegre Pest Mücadelesi” (IPM- Integrated Pest Management) ekosistemde mümkün olduğunca iz bırakmadan zararlı organizmayı kontrol altına almayı hedefler [18, 19].

Tarımda bazen zararlı mücadelesinin bir parçası olarak bazen de verim artırma kullanılan bitki gelişim düzenleyicileri (BGD) diğer biyositler gibi ekosistemdeki organizmalar için risk teşkil eder [20, 21]. BGD’ler böcekler üzerinde embriyonik gelişmede, eşeyssel verimlilikte, yumurta verimi ve açılımında etkilidirler [22, 23]. Çünkü böceklerde morfogenez ve üreme, hormonların kontrolü altındadır ve bitki gelişim düzenleyicileri hemolenfte bağlayıcı proteinler ve endojen hormonlar ile etkileşime girerler [20]. Bu durumda uygulama yapılan alanda doğal olarak yaşayan parazit, parazitoid, predatör gibi biyolojik mücadelede önem taşıyan ve ekosistemin dengesini koruyan organizmalar BGD’lerden olumsuz etkilenebilirler [20-23].

Biyolojik mücadele ajanlarının korunması ekosistemin dengesi hem de zararlı mücadelesinde önemlidir [24]. Çünkü kimyasal uygulamalar %0,015-%6 oranında mücadele edilen organizmaya ulaşırken [24, 25] biyolojik mücadele ajanları yüksek oranda hedef organizmaya ulaşırlar. Ayrıca bu ajanlar hedef konusunda seçicidirler [26]. Biyolojik mücadelede kullanılan organizmalar içinde, doğal düşmanların en uygunu, en az risk taşıyanı ve hedef konusunda en seçici olanı parazitoidlerdir [27]. Bu özellikleri sayesinde parazitoid türler ekolojik can simitleri olarak tanımlanmaktadır [28]. Parazitoidin yaşamı konağa bağlı olduğundan, konak sayısındaki artış parazitoid sayısını artırmakta, konak sayısındaki azalma ise parazitoid sayısını azaltmaktadır. Bu ilişki konak ve parazitoid popülasyonları arasındaki dengeyi koruyan esas unsurdur [29, 30].

Sunulan çalışmada tarımda sıklıkla kullanılan bir bitki gelişim düzenleyicisi olan indol-3-asetik asitin petek zararlısı küçük balmumu güvesi *Achoria grisella*'nın toplam protein, toplam yağ, toplam şeker miktarları ile bu güvenin doğal düşmanı endoparazitoid *Apanteles galleriae*'nin toplam protein, toplam yağ, toplam şeker ve glikojen miktarları üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.GENEL BİLGİLER

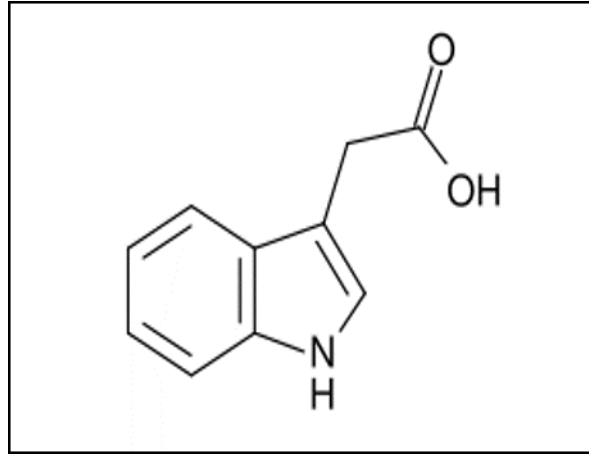
Bitki gelişim düzenleyicileri, bitkilerde büyüme ve gelişme faaliyetlerini teşvik etmek veya baskılamak suretiyle düzenleyen hormonlardır [31]. Büyüme ve gelişmeyi uyaran veya hızlandıran gelişim düzenleyicilerine stimülatör (teşvik edici), geciktiren veya durduranlara ise retardant (inhibitör, engelleyici) denilmektedir [32]. BGD'ler bu özelliklerinden dolayı tarımda tohumların çimlendirilmesinden doku kültürüne kadar birçok alanda kullanılmaktadır [31].

Bitki gelişim düzenleyicilerinin fizyolojik etkileri; bitkinin türüne, hormonun derişimine, çevresel faktörlere, bitkinin yaşına ve etki ettiği yapıya bağlı olarak değişmektedir [33, 34]. Başlıca fizyolojik etkileri; hücre bölünmesi, uzaması, genişlemesi [35], morfogenez, tohum ve tomurcuk dormansisi, embriyo gelişimi, tohum çimlenmesi [35, 36], çiçeklenme, büyüme, meyva oluşumu, gelişimi ve olgunlaşması [37], kloroplast gelişimi, klorofil sentezi [38], partenokarpik meyva oluşumu [39], apikal dormansi [34], nükleik asit, protein ve enzim sentezi, enzim aktivasyonu, kök oluşumu [40], senesens [41], kambiyal aktivite, absisyon, strese adaptasyon ve osmoregülasyondur [34, 35].

Bitki gelişim düzenleyicilerinin tarımda oldukça yaygın kullanılması [34], bu bileşiklerin böceklerin gelişimi üzerindeki etkilerinin neler olabileceği sorusunu gündeme getirmiştir [42]. Bu konuda yapılan çalışmalar sonucunda beslenmeyi engelleme (antifedant) [42, 43], diyapoza girmeyi engelleme [44], deformasyonlar ve ağırlık kaybı [45], morfolojik ve eşeyssel gelişmeyi yavaşlatma [45, 46], kısırlaştırma ve doğurganlığı azaltma gibi etkileri olduğu tespit edilmiştir [45, 47, 48-52]. Ayrıca BDG'ler konukçu bitki dokularında ve besin içeriğinde değişiklikler oluşturarak bitki dayanıklılığını arttırıp üzerinde yaşayacak böcekleri etkisizleştirmektedir [47, 53, 54]. BGD'ler insektisitlerin bitkiye penetrasyonu arttırarak [55] bu bitkiyle beslenen böceklerin ölümüne de sebep olurlar [47, 56]. Tüm bu özellikleri dolayısıyla bitki gelişim düzenleyicilerinin böcekleri baskı altına almak amacıyla entegre pest mücadelesi programlarında kullanılabileceği bildirilmiştir [57]. Ancak bitki büyüme

hormonları da biyositler gibi besin zinciriyle ulaştığı organizmalarda vücuttan tamamen atılmayıp dokularda depolanmakta ve fonksiyon bozukluklarına neden olmaktadır [12, 13, 58]. Deneyleerde konak ve parazitoidin makromolekülleri üzerindeki etkilerini araştırdığımız indol-3 asetik asit, bir bitki gelişim düzenleyicisidir [33]. Kristal halde ilk olarak insan idrarından Kögl ve arkadaşları tarafından 1934 yılında izole edilmiştir. Ertesi yıl Thimann tarafından *Rhizopus suinus* Nielsen (Mucorales: Mucoraceae) kültüründen elde edilmiştir [59, 60]. İndol-3-asetik asitin keşfinden sonra bu maddenin bitkilerde serbest halde bulunduğu ve yaygın olduğu kanıtlanmıştır [61, 62]. Günümüzde ise yalnızca yüksek organizasyonlu bitkilerin değil, fungusların ve bakterilerin de bazı oksinleri içerdikleri saptanmıştır [63, 64].

İndol-3-asetik asitin içinde bulunduğu oksin ailesi [33], çok çeşitli fizyolojik etkilere sahiptir. Bu etkiler, çevresel faktörlere, bitki türlerine, bitkinin yaşına ve oksinlerin derişimlerine bağılı olarak değışmektedir [33, 65]. Oksinler esas olarak, gövde ve kök ucu gibi meristematik dokularda, genç yapraklarda, kotiledonlarda, çiçeklerde ve meyvelerde sentezlenmekte ve sentez bölgesinden aşağıya doğru floem yoluyla taşınmaktadır [33, 34]. İndol-3-asetik asit, embriyogenezden senesense kadar gelişimin her evresinde etkilidir. Şekil 1.1'de kimyasal yapısı gösterilen IAA'nın kapalı formülü $C_{10}H_9NO_2$, molar kütlesi $175,18 \text{ g mol}^{-1}$ 'dir [33].



Şekil 1.1. İndol-3-asetik asitin kimyasal yapısı

İndol-3-asetik asitin bitkiler üzerindeki fizyolojik etkileri çok çeşitlidir [33]. Hücre çeperinin mekanik özelliklerini değıştirerek hücrenin uzamasını sağlar. DNA, RNA ve protein sentezini artırır [59]. Mitoz bölünmede düzenleyicidir. Dokularda, enzim

sentezini ve aktivitesini arttırır. Düşük yoğunluklarda adventif kök ve esas kök oluşumunu arttırır [60]. Tomurcuk inhibisyonu ve apikal dominans üzerine etkilidir. Tohum çimlenmesini tetikler, çiçeklenmeyi arttırır ve dişi çiçek oluşumunu teşvik eder. Ayrıca kambiyonal aktiviteyi ve odun dokusunun oluşumunu arttırır [59]. Yaprak ve meyve dökümü üzerine etkilidir. Partenokarpik meyve oluşumuna neden olur [33, 34 ,59].Tüm bunların yanında gal oluşturan böceklerin saldırısının bitki yapraklarında IAA miktarını arttırması, IAA'nın immün yanıtta da etkili olduğu düşüncesini güçlendirmektedir [66, 67].

Hayvanlarda embriyonik gelişimde rolü olan IAA'nın farklı sentez yolları vardır. Farede triptofandan triptamin; triptaminden de IAA sentezlenir. Triptaminin ana metabolik ürünü olan IAA, insanın merkezi sinir sisteminde triptaminin fonksiyonel bir göstergesi olarak düşünülebilir [68, 69]. Esas sentez yollarına ilaveten, bakterilerle infekte olmuş bitkilerde indol-3-asetamid yoluyla da sentezlendiği ileri sürülmektedir [66, 67].

Böceklerde de IAA sentezi gerçekleşir [70]. İpek böcekleri ile yapılan bir çalışmada triptofandan aktif IAA sentezlendiği bulunmuştur. Bu sentez üç basamakta gerçekleşmektedir. Triptofandan öncelikle indol-3-asetaldoksim, indol-3-asetaldoksimden indol-3-asetaldehit ve en son basamakta da indol-3-asetaldehitten IAA üretilmektedir. IAA miktarındaki artış geri besleme mekanizması ile sentezi durdurmaktadır [70].

Drosophila melanogaster M. (Diptera: Drosophilidae) ve *Bactrocera cucurbitae* C. (Diptera: Tephritidae) ile yapılan çalışmalarda indol-3-asetik asit , absisik asit, kinetin, gibberellik asit ve kumarin gibi bitki gelişim düzenleyicilerinin böcek üreme ve gelişmesi üzerinde toksik etkileri olduğu saptanmıştır [71, 72].

Böceklerde morfogenez ve üreme hormonların kontrolü altındadır ve üç hormon tipi büyüme ve üreme işleminde görevlidir [73]. Bunlar ekdisteroidler, juvenil hormonlar ve nörohormonlar (nöropeptidler)'dir [74]. Ekdisteroidlerin tümü kolesterol gibi sterollerden (steroid alkollerden) türemişlerdir [75-78]. Böcekler kendi vücutlarında sentezleyemedikleri bu sterolleri besinlerden almak zorundadırlar, çünkü sterol biyosentezi için gerekli enzimleri kodlayan genlerden yoksundurlar [79, 80]. Ekdisteroidlerden en iyi bilinenleri ekdizon ve 20-hidroksiiekdizondur. Bu hormonlar.

deri değiştirme sırasında gerçekleşen morfolojik ve gelişimsel değişimleri yönettikleri için deri değiştirme hormonları olarak tanımlanırlar [81, 82]. Ekdizon protorasik bezlerden hemolenfe salındıktan sonra yağ cisimleri ve orta bağırsak gibi çevresel dokularda daha aktif olan 20-hidroksiekdizona dönüştürülür [81, 83].

Jüvenil hormonun metamorfozun kontrolü ve üreme gelişiminin düzenlenmesi olmak üzere iki esas görevi vardır. JH metamorfozu engelleyerek larval karakterlerin sürdürülmesini sağlar [73, 74]. Jüvenil hormonlar (JH-I, JH-II, JH-III VE JH-0), sinyal molekülleridir. Gelişimde çeşitli roller üstlenen proteinlerin yağ aktivasyonu yoluyla işlev görürler. Lipid tabanlı sinyal sistemlerinin çeşitli hareket Őekillerine sahiptirler ve genellikle bağlandıkları reseptör açısından yüksek seçici değildirler [84, 85].

Nrohormonlar böcek hormonlarının en geniş sınıfıdır. Genellikle peptidlerden oluştuklarından nöropeptidler olarak da adlandırılırlar. Bu protein mesajcılar böcek gelişiminde, homeostazide, metabolizmada, üremede ve JH tipleri ile ekdisteroidlerin salgılanmasını da içeren birçok aşamada esas düzenleyicilerdir [73, 74]. Nöropeptidler, ya sinir aksonları boyunca ya da hemolenf aracılığıyla u efektör organlara doğrudan ulaşırlar veya diğer endokrin bezler (korpora allata ve protorasik bezler) zerinde dolaylı olarak kontrol uygularlar [86-88]. Bir polipeptit nörohormon olan protoraksitropik hormon (PTTH), ekdizon ile birlikte etki oluşturarak larvaların gömlek değiştirmesini tetikler ve larvadan ergin evreye kadar süren gelişme evrelerini kontrol ederler [89, 90]. Juvenil hormon, PTTH hormonunun salınmasını engelleyerek metamorfozu baskılar [91-93].

Hormonlar hedef dokularına vücut sıvısı ve hemolenf yoluyla ulaşırlar. Çoğunlukla suda çözünürler, fakat bazıları hemolenf içindeki proteinlere bağlanarak taşınabilir; örneğin birçok bcekte ekdisteroid bağlayan proteinler ve JH bağlayan proteinler bu hormonların taşınmasından sorumludurlar [73]. Hemolenf bağlayıcı proteinler, hedef dokular tarafından hormonun alınımını kolaylaştırarak, zgn olmayan bağlanmayı azaltarak, hormonu parçalanma ve dışarı atılmadan koruyarak hormon seviyesinin düzenlenmesine katkı sağlarlar [73, 74]. Diğer maddelerin de böcek dokularına taşınması hemolenf aracılığıyla olur.

Hemolenf; böceklerde iyonları, molekülleri ve hücreleri barındıran dolaşım sıvısı olmanın yanısıra larvalarda hidrostatik iskelet görevini de üstlenmiştir. Genellikle açık

renkli veya renksizdir [94]. Hemolenf basıncındaki bölgesel değişimler trake sisteminin havalandırılması, vücut ısısının korunması, eski kütikulanın yırtılıp çıkarılması, ve yeni kütikula oluşturulmasında büyük önem taşır [73]. Temel bileşeni plazma olan hemolenf aynı zamanda su deposu olarak da işlev görür [94]. Plazma içersinde inorganik iyonlar, yağlar, şekerler (özellikle trehaloz), amino asitler, proteinler, organik asitler ve diğer bileşenler bulunmaktadır [94, 98].

Böcek hemolenfi yüksek konsantrasyonda amino asit ve organik fosfat içerir. Hemolenf proteinleri arasında depolama görevi olanlar (hekzamerinler) ve yağ taşıyanlar (lipoforin), demir (ferritin) yada JH ile kompleks oluşturan proteinler bulunur [95, 97]. Hekzamerinler, birçok böceğin hemolenfinde yüksek miktarda bulunan büyük proteinlerdir ve bu proteinlerin pupa döneminde enerji ve amino asit kaynağı olarak kullanıldığı düşünölmektedir [74, 94, 95]. Hemolenfte besin maddelerinin depolanması ve dağıtılması, fagositoz, enkapsölasyon ve pıhtılaşma olayları hemositler tarafından gerçekleştirilir [73, 74]. Hemolenf atık maddelerin de taşıyıcısıdır. Yağ cisimlerinde sentezlenen ürik asit Malpigi tüplerine hemolenf aracılığıyla taşınır [74, 94]. Yağ cisimciği tipik olarak gevşek tabakalar, şeritler veya hemosöl içinde uzanan hücre loblarından oluşan beyaz veya sarı renkli bir doku oluşturur [99]. Karbonhidrat, yağ ve azotlu bileşiklerin metabolizması, glikojen, yağ ve protein depolanması, hemolenf şekerinin sentezi ve düzenlenmesi, temel hemolenf proteinlerinin sentezi gibi metabolik olaylar yağ cisimciklerinde gerçekleştirilir [100]. Özgöl depo proteinleri, holometabol böceklerin son larval evreleri sırasında yağ cisimciği tarafından sentezlenir ve metamorfozda pupalaşma evresi sırasında kullanılmak üzere hemolenfte biriktirilir [73, 74]. Hemolenfte taşınan veya muhafaza edilen karbonhidrat, protein ve yağlar hem bireyin kendisi için, hem de herhangi bir parazite veya parazitoide konaklık ediyorsa, onun için enerji ve metabolit kaynağıdır. Çalışmada seçtiğimiz parazitoid *A. galleriae* ve konak *A. grisella* arasındaki ilişkide de aynı durum söz konusudur.

Parazitoid *A. galleriae*, Lepidoptera türlerinde koinobiont, soliter, larval endoparazitoid bir türdür. Bu parazitoidin konak olarak *A. grisella*'dan başka *Galleria mellonella*, *Achroia innotata* ve *Vitula edmandsae* erken evre larvalarını kullandığı tespit edilmiştir [101-103]. Literatürde *A. galleriae* ile ilgili, taksonomik özelliklerini [102], bir dereceye kadar gelişim biyolojisini [101], konak türlerin parazitoidin bazı

biyolojik özelliklerine etkilerini [103, 104] parazitoidin verim ve eşey oranına parazitoid-dişi eşdeğeri konak sayısındaki artışın etkilerini [103, 105] ve farklı sıcaklık ve besin çeşitlerinin ergin hayat uzunluğuna etkilerini [106-109] gösteren çalışmalar mevcuttur. *Apanteles galleriae* ile yapılan bir çalışmada, konak besin kalitesinin değiştirilmesinin, larval gelişim zamanını uzattığı, yaşam süresini kısalttığı, erkek eşey oranını arttırdığı, verimi düşürdüğü ve ergin boyunu kısalttığı tespit edilmiştir [106]. Ayrıca *A. galleriae*'da mevsimsel yaşama, yaş ve yoğunluğa bağlı üreme biyolojisinin modellenmesi [110] ve *A. galleriae* ile parazitlenmiş konağın toplam yağ ve yağ asidi içeriğinin belirlendiği çalışmalar literatürde mevcuttur [111]. IAA'in yüksek dozları *A. galleriae*'da toplam verimi, dişi eşey oranını, ergin boy uzunluğunu olumsuz etkilemektedir [65].

Apanteles galleriae için konak olarak, bal arısı yetiştiriciliği için kozmopolit bir zararlı olan küçük balmumu güvesi *A. grisella* kullanıldı. Küçük balmumu güvelerine doğada bal arısı kolonilerinin ve dolayısıyla meyve ağaçlarının bulunduğu yerlerde rastanır. Dişileri yumurta bırakmak için alacakaranlıkta arı kovanlarına girerler. Yumurtalarını kovandaki yarık ve çatlaklara bırakırlar. Yumurtadan çıkan larvalar balmumu ve polen artıkları ile beslenirler. Özellikle rengi koyulaşmış eski peteklerde uzun ağı galeriler açarak büyük çapta tahribata neden olurlar. Hatta çoğu zaman, arı puplarını da ağla kaplayarak açılmalarını önlerler [112]. *A. grisella* büyük bal mumu güvesi *G. mellonella*'ya göre yapı olarak daha küçüktür. *A. grisella*, kovan çatlak ve deliklerden daha kolay girmesine rağmen larval gelişimi boyunca daha az petek tükettiğinden büyük bal mumu güvesinden daha az zararlıdır [113-115].

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Böcekhaneye

Böcekhaneye olarak 1,93 x 2,40 x 3,00 ve 1,37 x 2,20 x 3,00 metre boyutlarında birbirinden farklı iki oda kullanıldı. Deneyler süresince böcekhanelerde, 25±2 °C sıcaklık, %60±5 bağıl nem ve 12:12 saat A:K (Aydınlık:Karanlık) fotoperiyot şartları devam ettirildi. Sıcaklık termostatlı radyatör kullanılarak, nem seviyesi SINBO marka soğuk buhar makinesi kullanılarak korundu. Sıcaklık ve nem, termometre ve higrometre ile devamlı olarak takip edildi. Aydınlık ve karanlık süresi zaman ayarlı fotoperiyot cihazı ile ayarlandı. İndol-3-asetik asit uygulamaları aynı koşullara sahip ayrı bir odada ve karanlıkta yapıldı.

2.2. *Achoria grisella* Kültürü

Deneylerde küçük balmumu güvesi, *A. grisella*'nin larvaları kullanıldı. *A. grisella*'nin laboratuvar süksesif kültürlerinin kaynağını, Kocaeli Üniversitesi Hayvan Fizyolojisi Araştırma laboratuvarından alınan ve içinde *A. grisella*'ya ait larva, pup ve erginler bulunan çekirdek kültür oluşturdu. Bu larva, pup ve erginler bir arada, doğal petek ve yarı sentetik besin içeren, ağzı hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ile kapatılmış, çeşitli hacimlerdeki kavanozlara konularak *A. grisella* stok kültürü oluşturuldu. *A. grisella* stok kültürü Bronskill [116] besinindeki kepek oranı değiştirilerek modifiye edilen [117] besin ortamında devam ettirildi. Bronskill'in [116] önerdiği besin içeriği ve Sak ve Uçkan [117] tarafından yapılan değişiklik Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. Bronskill besin içeriğinde yapılan değişiklik

Besin İçeriği	Bronskill Besini	Kullanılan Besin
Ufalanmış Petek	200 g	200 g
Kepek	500 g	860 g
Süzme Bal	150 mL	150 mL
Gliserin	300 mL	300 mL
Saf Su	150 mL	150 mL

Laboratuarda *A. grisella* süksefif költürleri oluşturmak için her gün stok költürden alınan 3-5 adet en çok iki gün yaşlı dişi ve erkek *A. grisella* erginleri, yukarıda belirtildiği gibi, içerisinde besin bulunan bir litrelik cam kavanozlar içine bırakıldı. Kavanozların ağzı hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ve üstüne yaklaşık elli kadar ince delik açılmış metal kapaklar (larvaların bezi delip kaçmalarını önlemek amacıyla) ile kapatıldı. Stok ve süksefif költür kavanozlarına populasyon yoğunluğuna bağlı olarak azalan *A. grisella* besinini karşılamak için zaman zaman yeterli miktarda yarı sentetik besin ve balsız, kuru, siyahlaşmış petek ilave edildi. Süksefif *A. grisella* költürlerini kurma işlemine, hem költürün devamını sağlamak hem de deneylerde kullanılacak larvaları verecek erginleri elde etmek için deneyler boyunca devam edildi.

2.3. *Apanteles galleriae* Költürü

Deneylerde parazitoid olarak koinobiont, soliter ve erken evre larva parazitoidi *A. galleriae* kullanıldı. *A. galleriae* stok költürü kendi laboratuvarımızda yetiştirilen erginlerden oluşturuldu. Parazitoidin süksefif költürünü oluşturmak için 1-2 gün yaşlı dişi ve erkek *A. grisella* erginleri kullanıldı. Öncelikle, balsız kuru siyahlaşmış petek bulunan bir litrelik cam kavanozlara beş dişi ve beş erkek konak ergini bırakıldı. Konağın yumurtadan larvaya kadar olan gelişim süreci dikkate alınarak ve parazitoidlere yeterince erken evre konak larvası sağlamak için *A. grisella* erginlerinin bulunduğu kavanozlara yedi gün sonra beşer adet en çok 1-2 gün yaşlı ergin parazitoid dişi ve erkeği bırakıldı. Cam kavanozların üzeri hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ve üstüne delikler açılmış metal kapaklar ile kapatıldı. Belirtilen költür kurma işlemleri her gün tekrarlanarak parazitoidin süksefif stok költürleri oluşturuldu ve deneyler boyunca devam ettirildi. Söz konusu költürlerden elde edilen erginlerin bir kısmı parazitoid költürünün devamında, bir kısmı da deney gruplarının oluşturulmasında kullanıldı.

2.4. *Achoria grisella* Deney Grupları ve Hemolenf Örnekleri Eldesi

Her biri 1 g kararmış petek bulduran 210 mL hacimli kavanozlara çiftleşip yumurta bırakmaları için 1-2 günlük 1♀-1♂ ergin birey bırakıldı. Üzerleri havalanmayı engellemeyecek kalınlıkta bir bezle örtüldükten sonra bir kaç yerinden delinmiş kapaklarla kavanozlar kapatıldı. Üç gün sonra ergin bireyler kavanozlardan

alındı, yedinci günde kavanozlar kontrol edildi ve yumurtadan çıkmış larvaların görüldüğü kavanozlara farklı IAA dozlarından (2, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 ppm) besin ilave edilerek, her bir dozdan beşer kavanoz olacak şekilde deney serileri oluşturuldu. Deney serileri 25±2 °C sıcaklık, %60±5 bağıl nem ve 12:12 saat (Aydınlık:Karanlık) fotoperiyot şartlarına sahip ortamda muhafaza edildi. Her bir deney serisi üçer kez farklı zamanlarda kurularak deneyde kullanılacak olan bireyler yetiştirildi. Deney gruplarına verilecek olan besinler hazırlanırken 4,6 g sentetik besine 0,4 mL IAA çözeltisi eklendi. Kontrol grubu için 0,4 mL IAA yerine aynı miktarda saf su eklendi. Deney serileri yedi günlük periyodlarla hemolenf örneklerini alınmaya dek beslenmeye devam edildi.

Deney gruplarının oluşturulmasının 38-42. günlerinde larvalar 0,02- 0,04 mg ağırlığa ulaştıklarında, her bir doz için farklı kavanozlardan rastgele altmışar birey seçildi. Seçilen larvalar 1 dakika buzdolabında bekletildi ve soğutulmuş %70'lik etil alkolle temizlendikten sonra soğuk distile su ile yıkandı. Hemolenf almak için üçüncü ön bacak bölgesinden ince uçlu diseksiyon iğnesiyle delindi. Dışarı çıkan hemolenften 3 µl hemolenf mikrokapiller tüp ile çekildi. Steril ve içinde 0,005 g N-phenylthiourea [104] (SigmaAldrich) bulunan mikrosantrifüj tüplerine aktarıldı. Tüpler -20 °C sıcaklıkta analiz yapılincaya kadar muhafaza edildi.

2.5. *Apanteles galleriae* Deney Grupları ve Parazitoid Larvaları Eldesi

Her birine 1 g kararmış petek eklenmiş 210 mL hacimli kavanozlara çiftleşip yumurta bırakmaları için 1-2 günlük 1♀-1♂ *A. grisella* erginleri bırakıldı. Üzerleri havalanmayı engellemeyecek bir bezle örtüldükten sonra bir kaç yerinden delinmiş kapaklarla kavanozlar kapatıldı. Üç gün sonra ergin bireyler kavanozlardan alındı, yedinci günde kavanozlar kontrol edildi ve yumurtadan çıkmış larvaların görüldüğü kavanozlara 3♀-3♂ *A. galleria* erginleri bırakıldı ve iki gün erken evre larvalarını parazitlemeleri için beklendi. Ardından her bir IAA dozundan (2, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 ppm) besin ilave edilerek, her bir dozdan beşer kavanoz olacak şekilde deney serileri oluşturuldu. Deney serileri 25±2 °C sıcaklık, %60±5 bağıl nem ve 12:12 saat (Aydınlık:Karanlık) fotoperiyot şartlarına sahip ortamda muhafaza edildi. Her bir deney serisi üç kez farklı zamanlarda oluşturularak deneyde kullanılacak olan bireyler yetiştirildi. Deney gruplarına verilecek olan besinler hazırlanırken 2,3 g

sentetik besine 0,2 mL IAA çözeltisi eklendi. Kontrol grubu için 0,2 mL IAA çözeltisi yerine aynı miktarda saf su eklendi. Deney serileri yedi günlük periyodlarla hemolenf örneklerini alınmaya dek beslenmeye devam edildi.

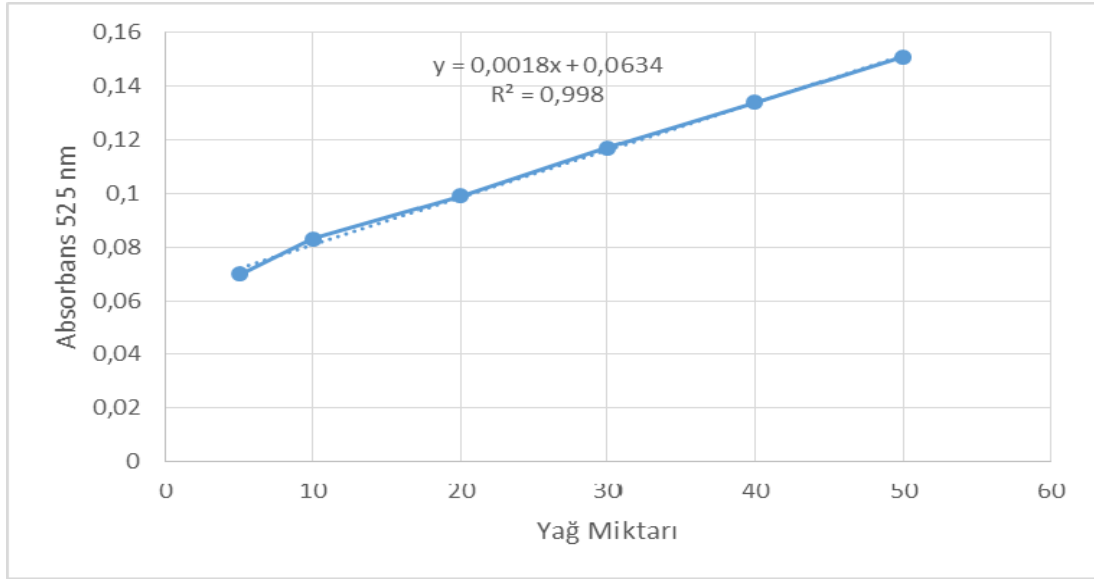
Deney gruplarının oluşturulmasının 31-34. günlerinde konak larvaları farklı kavanozlardan rastgele seçilerek toplandı. Baş kapsülü ile birinci torasik segmentin arasından stereomikroskop altında jilet yardımıyla kesilerek içinden parazitoid larvası çıkarıldı. Her bir doz için altmışar larva direkt olarak steril 2 mL mikrosantrifüj tüplerine alınarak protein, yağ ve glikojen ölçümleri için dondurularak ve altmışar birey de steril 2 mL mikrosantrifüj tüplerindeki 0,5 mL %10'luk soğuk TCA (trikloroasetik asit) [119] içinde dondurularak -20 °C'de analiz yapılmaya kadar muhafaza edildi.

2.6. *Achoria grisella* Larval Hemolenfinde Toplam Yağ Miktarı

Yağ miktarı belirlenmesinde öncelikle standart eğri çizildi. Bunun için mısır yağı (Sigma-Aldrich) 1 mg/mL kloroform içinde çözülerek stok hazırlandı. Stoktan 5, 10, 20, 30, 40 ve 50 µL alınarak farklı tüplere aktarıldı ve kloroform tamamen buharlaşmaya kadar 90 °C'de bekletildi. Tüplere 40 µL H₂SO₄ eklendi ve 1 dakika vorteks (IKA 3 MS BASIC) yardımıyla karıştırıldı. Tüpler 90 °C'de 2 dakika daha bekletildikten sonra buzda soğutuldu. Soğutulan her bir tüp içerisine Van Handel [120]'in yöntemiyle hazırlanmış vanilin (Merck)-fosforikasit (Merck) reaktifi ilave edilerek 30 dakika oda sıcaklığında bırakıldı ve renk oluşumu sağlandı. Tüpler tekrar vorteks ile karıştırıldıktan sonra küvetlere aktarıldı ve Shimadzu UV-mini 1240 model spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Bu işlemler, her standart çözelti konsantrasyonu için üç kez tekrarlandı. Elde edilen absorbans değerleri ile Şekil 2.1' deki yağ standart eğrisi çizildi.

Toplam yağ miktarının belirlenmesinde Olson ve arkadaşlarının [121] Van Handel [120-122]'den uyarladıkları yöntem kullanıldı. Analiz aşamasına kadar -20 °C'de N-phenylthiourea içinde bekletilen hemolenf örnekleri +4 °C'de Beckman Coulter Microfuge 22 R Marka santrifüjde 10.000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edildi. Süpernatant kısmının tamamı alındı ve önceden buzda soğutulmuş 2 mL mikrosantrifüj tüplerine aktarıldı. Her bir tüp etiketlendi. Etiketlenen hemolenf örneklerinin içinden alınan 1 µl örnek yağ tayini için kullanıldı, geri kalan hemolenf

diğer tayinler için muhafaza edildi. Alınan 1 µl hemolenf temiz bir tüpe aktarıldı ve üzerine 50 µL %2'lik Na₂SO₄ eklendi. Vorteks ile karıştırıldıktan sonra üzerine 450 µL kloroform-metanol (1:2) karışımı ilave edildi ve tekrar karıştırıldı. Bu işlemin ardından 14.000 rpm'de 2 dakika süreyle santrifüjlendi ve süpernatanttan 200 µL yeni bir tüpe aktarıldı. Çözelti tamamen buharlaşınca kadar 90 °C'de bekletildi. Üzerine 40 µL H₂SO₄ eklendi ve 1 dakika vorteks yardımıyla karıştırıldı. Tüpler 90 °C'de 2 dakika daha bekletildikten sonra buzda soğutuldu. Soğutulan her bir tüp içerisine Van Handel 'in yöntemiyle hazırlanmış vanilin (Merck)-fosforik asit (Merck) reaktifi ilave edilerek 30 dakika oda sıcaklığında bırakıldı ve renk oluşumu sağlandı. Tüpler tekrar vorteks kullanılarak karıştırıldı. Küvetlere aktarıldı ve spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Toplam toplam yağ konsantrasyonu standart eğrisi kullanılarak yağ miktarı hesaplandı.

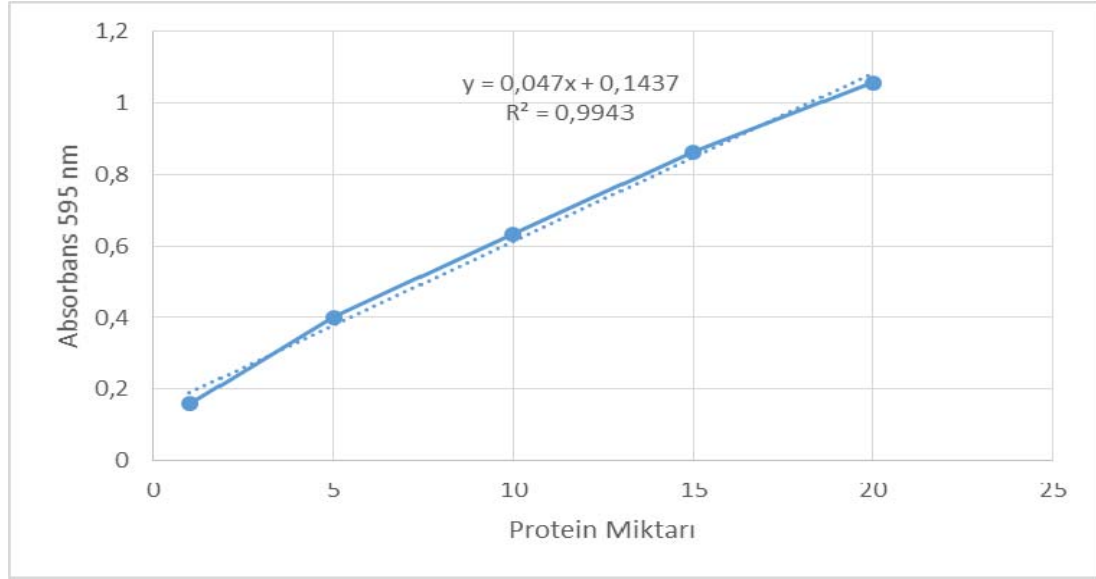


Şekil 2.1. Yağ miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri

2.7. *Achoria grisella* Larval Hemolenfinde Toplam Protein Miktarı

Protein Miktarı belirlenmesinde öncelikle standart eğri çizildi. Bunun için saf sığır serum albumini (BSA) (Merck) 1 mg/mL stok çözeltisi hazırlandı. Bu çözeltiden 5, 10, 15, 20, 25 µL alınarak ve 500 µL'ye saf su ile tamamlanarak değişik yoğunluklarda saf protein çözeltileri oluşturuldu. Ardından 500 µL Bradford ayracı eklendi ve 5 dakika oda sıcaklığında bekletildi [123]. Ardından küvetlere aktarılarak

spektrofotometrede 595 nm’de köre karşı okundu. Elde edilen absorbans değerleri ile Şekil 2.2’ deki protein standart eğrisi çizildi.



Şekil 2.2. Protein miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri

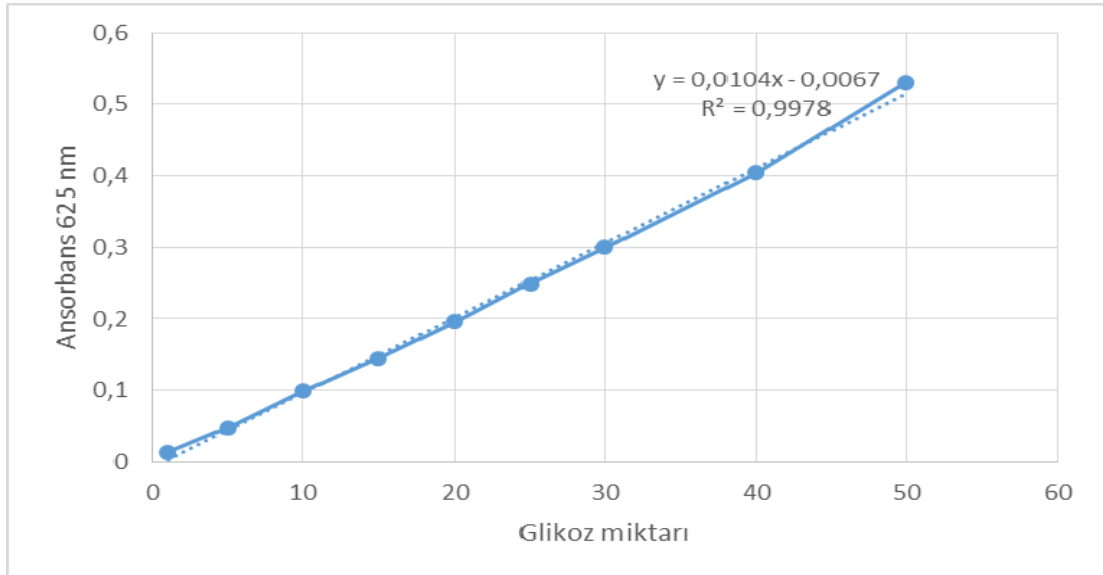
Protein miktarının belirlenmesi amacıyla analiz aşamasına kadar, -20 °C’de N-phenylthiourea içinde bekletilen hemolenf örnekleri +4°C’de 10.000 rpm’de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatant kısmının tamamı alındı ve önceden buzda soğutulmuş 2 mL mikrosantrifüj tüplerine aktarıldı. Her bir tüp etiketlendi. Etiketlenen hemolenf örneklerinin içinden 1 µl örnek alındı ve üzerine 49 µl saf su eklendi. Vorteks ile karıştırıldıktan sonra 50 µl örnekten bir başka tüpe 10 µl aktarıldı. Üzerine 490 µl saf su ve protein tayini için 500 µl Bradford ayırıcı eklenerek vorteks yardımıyla karıştırıldı. Oda sıcaklığında 5 dakika bekletilerek renk değişimi sağlandı. Sonrasında spektrofotometrede 595 nm dalga boyunda köre karşı okutuldu ve elde edilen değerler kaydedildi. Sonuçlar protein miktarının sulandırılma katsayısına dikkat edilerek ve toplam protein miktarı standart grafiği esas alınarak hesaplandı.

2.8. *Achoria grisella* Larval Hemolenfinde Toplam Şeker Miktarı

Şeker miktarının belirlenmesinde öncelikle saf glukoz (Merck) kullanılarak konsantrasyonu 1 mg/mL olan stok çözelti hazırlandı. Daha sonra bu stok çözülden 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 µl alındı ve 1 mL’ye saf su kullanılarak tamamlandı. Hazırlanan çözeltilerin 200 µl’si mikrosantrifüj tüplerine aktarıldı. Bu tüpler

içerindeki çözeltilerin yaklaşık 50 µl'si kalana kadar 90 °C'de bekletildi. Tüplerin içerisine 950 µl antron reaktifi (Fluka) eklenerek 90 °C'de 15 dakika daha bekletildi ve renk oluşumu gözlemlendi. İçerik küvetlere aktarıldı ve spektrofotometrede 625 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Bu işlemler her standart çözelti konsantrasyonu için üç kez tekrarlandı. Elde edilen absorbans değerleri ile şekil 2.3'deki standart glukoz eğrisi çizildi.

Şeker miktarının belirlenmesi için, Van Handel metoduna göre [124] daha önce yağ miktarının belirlenmesi sırasında stok olarak ayrılan ve etiketlenen hemolenf örneklerinin içinden 1 µl örnek alındı ve steril mikrosantrifüj tüplerine aktarıldı. Üzerlerine 50 µL Na₂SO₄ eklendi. Vorteks ile karıştırıldı ve üzerine 450 µL kloroform-metanol (1:2) eklendi ve tekrar karıştırıldı. Ardından 14.000 rpm +4C 2 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 200 µL alındı ve yeni bir tüpe aktarıldı. Çözelti 50 µL kalıncaya kadar 90 °C'de bekletildi. Üzerine 950 µL antron ayracı eklendi ve 15 dakika daha 90 °C'de bekletildi. Buzda soğutulduktan sonra vorteksle karıştırıldı ve küvetlere aktarılarak 625 nm dalga boyunda spektrofotometrede köre karşı okutuldu ve absorbans değerleri kaydedildi. Kaydedilen değerler şekil 2.3'de gösterilen standart eğriye göre hesaplanarak şeker miktarı belirlendi.



Şekil 2.3. Şeker miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri

2.9. *Apanteles galleriae* Larvasında Toplam Yağ Miktarı

Yağ Miktarı belirlenirken kullanılan *A. galleriae* larvaları öncelikle homojenize edildi ve sonra yağ miktarının ölçümü yapıldı İçlerinde parazitoid larvalarını barındıran tüplere ikişer adet 3mm çapında tungsten karpit bilye atıldı. Tüplere 50 µL Na₂SO₄ eklendi ve QIAGEN Marka TissueLyser LT model homojenizatörde 50 Hz'de 5 dakika boyunca homojenize edildi. Üzerine 450 µL kloroform-metanol (1:2) eklendi ve 25 dakika daha 50 Hz'de homojenizasyona devam edildi. Bu işlem tamamlandıktan sonra bilyeler tüplerin içinden dikkatlice çıkarıldı. Homojenat +4 °C'de ve 14.000 rpm'de 2 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 200 µL alındı ve yeni bir tüpe aktarıldı. Çözelti tamamen buharlaşmaya kadar 90 °C' bekletildi. Tüplere 40 µL H₂SO₄ eklendi ve 1 dakika vorteks yardımıyla karıştırıldı. Tüpler 90 °C'de 2 dakika daha bekletildikten sonra buzda soğutuldu. Soğutulan her bir tüp içerisine Van Handel [120]'in yöntemiyle hazırlanmış vanilin (Merck)-fosforik asit (Merck) reaktifi ilave edilerek 30 dakika oda sıcaklığında bırakılarak renk oluşumu sağlandı. Tüpler tekrar karıştırıldıktan sonra içerik küvetlere aktarıldı ve spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Absorbans değerleri kaydedildi. Toplam toplam yağ konsantrasyonu standart eğrisi kullanılarak yağ miktarı hesaplandı.

2.10. *Apanteles galleriae* Larvasında Toplam Protein Miktarı

Protein miktarı tayininde kullanılmak üzere -20 °C'de %10'luk TCA içinde bekletilen parazitoid larvaları miktarın belirlenmesi için öncelikle Plummer 1971 [119] yönteminde tarif edilen şekilde saflaştırıldı. Bunun için 500 µL TCA (%10) çözeltisinin bulunan mikrosantrifüj tüplerine ikişer adet 3 mm çapında tungsten karpit bilye atıldı ve 5 dakikada bir soğutulmuş 30 dakika boyunca homojenize edildi. Homojenatı 3500 rpm'de 15 dakika santrifüj edildi. Süpernatant uzaklaştırıldı. Böylelikle TCA içinde çözülmüş olan glikojen ve şeker uzaklaştırılmış oldu. Ardından yağların de uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla pelletin üzerine üzerine 500 µl etil alkol (%96) ilave edildi. Pelletin alkol içinde iyi çözünmesi ve alkolün etkisinin artması amacıyla 10 dakika daha homojenize edildi. Homojenat, 3.500 rpm'de 15 dakika daha santrifüj edildi. Ve yağleri içinde barındıran süpernatant kısım uzaklaştırıldı. Elde edilen protein pelletin kuruması için 37 °C etüvde

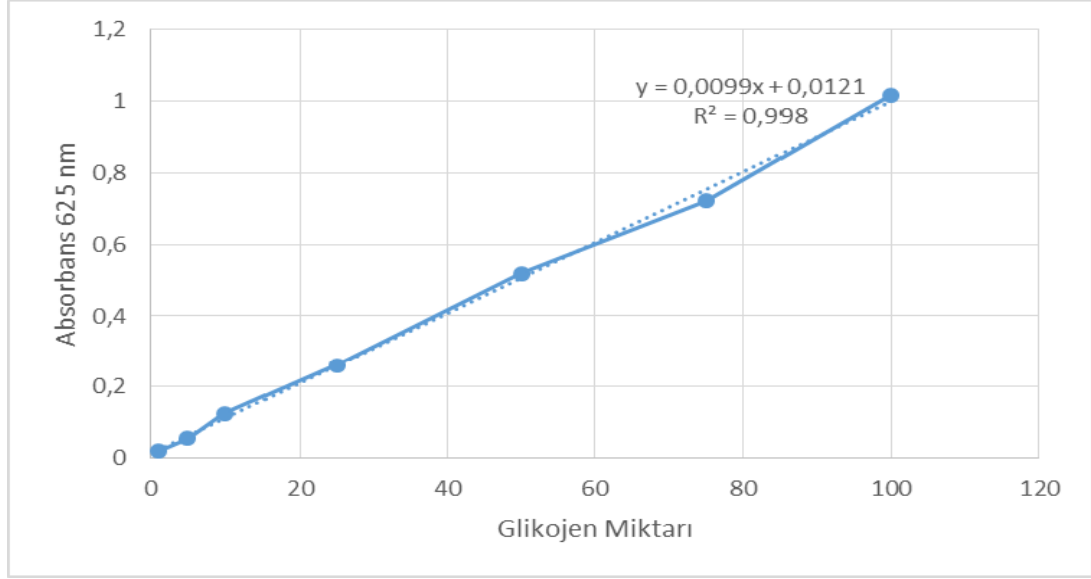
bekletildi. Kuruyan pellete 500 µl saf su ilave edildi. Vorteks yardımıyla iyice çözüne dek karıştırıldı. Elde edilmiş saf protein çözeltisinden 50 µl alınarak temiz bir mikrosantrifüj tüpüne aktarıldı. Üzerine 450 µl saf su ilave edildi ve karıştırıldı. Protein tayini için üzerine 500 µl Bradford ayracı eklendikten sonra 5 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Tüpler tekrar vorteks kullanılarak karıştırıldıktan sonra içerik küvetlere aktarıldı ve spektrofotometrede 595 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Absorbans değerleri kaydedildi. Protein miktarı standart eğrisi kullanılarak sonuç hesaplandı.

2.11. *Apanteles galleriae* Larvasında Toplam Şeker Miktarı

Şeker miktarını belirlemek için -20 °C'de muhafaza edilen içinde parazitoid larvalarını barındıran tüplerin içlerine 2 adet 3 mm tungsten karpit bilye atıldı. Tüplere 50 µL Na₂SO₄ eklendi ve QIAGEN Marka TissueLyser LT model homojenizatörde 50 Hz'de 5 dakika boyunca homojenize edildi. Üzerine 450 µL kloroform-metanol (1:2) eklendi ve 25 dakika daha 50 Hz'de homojenizasyona devam edildi. Bu işlem tamamlandıktan sonra bilyeler tüplerin içinden dikkatlice çıkarıldı. Homojenat +4 °C'de ve 14.000 rpm'de 2 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 200 µL alındı ve yeni bir tüpe aktarıldı. Çözelti 50 µL kalıncaya kadar 90 °C'de bekletildi. Üzerine 950 µL antron ayracı eklendi ve 15 dakika daha 90 °C'de bekletildi. Buzda soğutulduktan sonra vorteks ile karıştırıldı ve küvetlere aktararak 625 nm dalga boyunda spektrofotometrede köre karşı okutuldu ve absorbans değerleri kaydedildi. Toplam şeker miktarı standart eğrisi kullanılarak şeker miktarı hesaplandı.

2.12. *Apanteles galleriae* Larvasında Glikojen Miktarı

Glikojen Miktarı belirlenmesinde öncelikle saf glikojen (Sigma-Aldrich) kullanılarak konsantrasyonu 1 mg/mL olan stok çözelti hazırlandı. Daha sonra bu stok çözülden 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100 µl alındı ve antron reaktifi kullanılarak 1 mL'ye tamamlandı. 15 dakika 90 °C'de bekletildikten sonra tekrar vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra buzda soğutuldu. 625 nm dalga boyunda köre karşı okutuldu. Elde edilen absorbans değerleri ile standart eğri çizildi.



Şekil 2.4. Glikojen miktarının belirlenmesinde kullanılan standart eğri

Toplam glikojen miktarının tayini için -20 °C’de muhafaza edilen içinde parazitoid larvalarını muhafaza ederken kullanılan tüplerin içlerine ikişer adet 3 mm tungsten karpit bilye atıldı. Tüplere 50 µL Na₂SO₄ eklendi ve QIAGEN Marka TissueLyser LT model homojenizatörde 50 Hz’de 5 dakika boyunca homojenize edildi. Üzerine 450 µL kloroform-metanol (1:2) eklendi ve 25 dakika daha 50 Hz’de homojenizasyona devam edildi. Bu işlem tamamlandıktan sonra bilyeler tüplerin içinden dikkatlice çıkarıldı. Homojenat +4 °C’de ve 14.000 rpm’de 2 dakika santrifüj edildi. Süpernatantı uzaklaştırıldı ve pelletin tamamen kuruması için 90 °C’de bekletildi. Kuruyan pellet spatülle ezildi. Van Handel [122, 123] metoduna göre üzerine 1 mL antron reaktifi eklendi ve 10 dakika boyunca vorteks yardımıyla pelletin reaktif içinde dağılması sağlandı. 15 dakika 90 °C’de bekletildikten sonra tekrar karıştırıldı ve buzda soğutuldu. 625 nm dalga boyunda köre karşı okutuldu. Elde edilen absorbans değerleri kaydedildi.

2.13. İstatistik

Konak ve parazitoid üzerinde yapılan 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500 ve 1000 ppm dozlarında IAA uygulamasının bir deneysel uyarı olarak başarısını anlamak için, öncelikle grup ortalamalarının farklı olup olmadığını test eden tek yönlü varyans analizi yapıldı. Test sonucunda anlamlılık değerinin 0,05’den küçük olduğu ($P < 0,05$) belirlendi ve bu nedenle ortalamalar arasında farklılık olduğuna karar

verildi. Ortalamalar arasındaki farklılıkların niceliğinin belirlenmesinde homojen olmayan verilerin analizinde kullanılan bir post-hoc yöntemi olan Tamhane T2 testi yapıldı. Veri analizinde SPSS istatistik programı (SPSS, versiyon 18.0) kullanıldı.

3.BULGULAR

Elde edilen sonuçlar IAA uygulamasının konak larval hemolenfinde toplam protein, toplam yağ, toplam şeker miktarı; parazitoid larvasında toplam protein, toplam yağ, toplam şeker ve glikojen miktarı üzerinde etkili olduğunu gösterdi. Konak larval hemolenfine ait bulgular Tablo 3.1’de, parazitoid larvasına ait bulgular Tablo 3.2’de verildi.

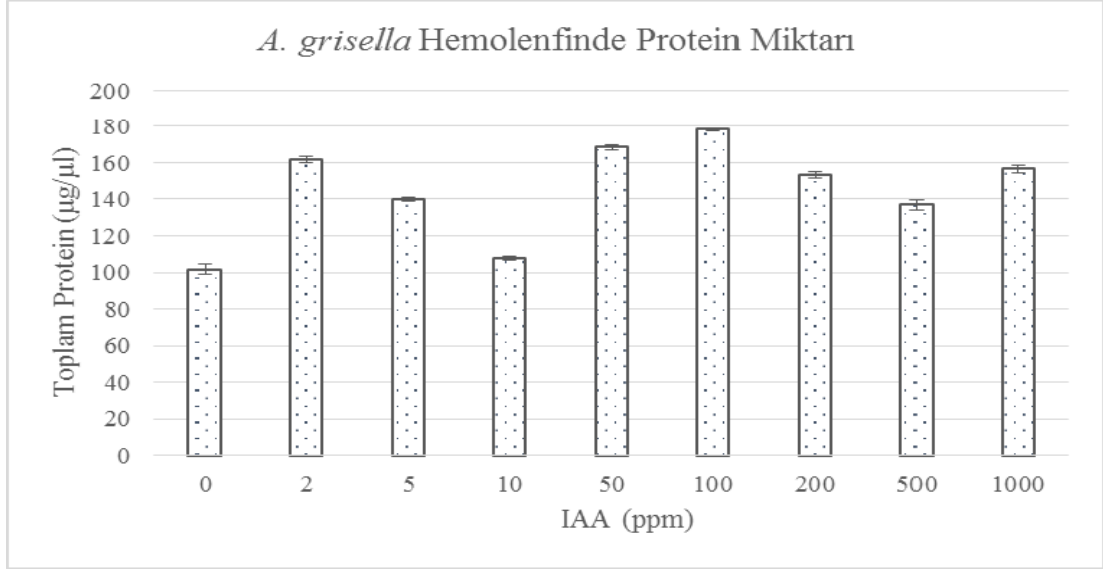
Tablo 3.1: IAA-etkisiyle *Achoria grisella* hemolenfinde toplam protein, toplam yağ ve toplam şeker miktarlarındaki değişimler ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)

IAA ppm	<i>Achoria grisella</i>		
	Hemolenf Toplam Protein ^a (Ortalama \pm SH) ^b	Hemolenf Toplam Yağ ^a (Ortalama \pm SH) ^b	Hemolenf Toplam Şeker ^a (Ortalama \pm SH) ^b
0	101,75 \pm 2,58a	261,34 \pm 15,73a	66,13 \pm 2,61ab
2	161,69 \pm 2,07b	209,26 \pm 11,44ab	73,94 \pm 2,52a
5	139,88 \pm 1,21c	184,95 \pm 11,38bcd	72,74 \pm 0,42a
10	107,78 \pm 1,03a	146,41 \pm 13,78c	62,32 \pm 1,81bc
50	168,60 \pm 1,31b	246,30 \pm 12,02ae	57,51 \pm 1,74b
100	178,35 \pm 0,55d	201,16 \pm 13,68abc	102,38 \pm 3,14d
200	153,53 \pm 1,84bd	171,06 \pm 7,54bc	98,78 \pm 2,58d
500	136,86 \pm 2,72c	224,31 \pm 7,75ad	55,31 \pm 2,15b
1000	156,54 \pm 2,30b	191,90 \pm 12,44bcde	70,33 \pm 1,66ac

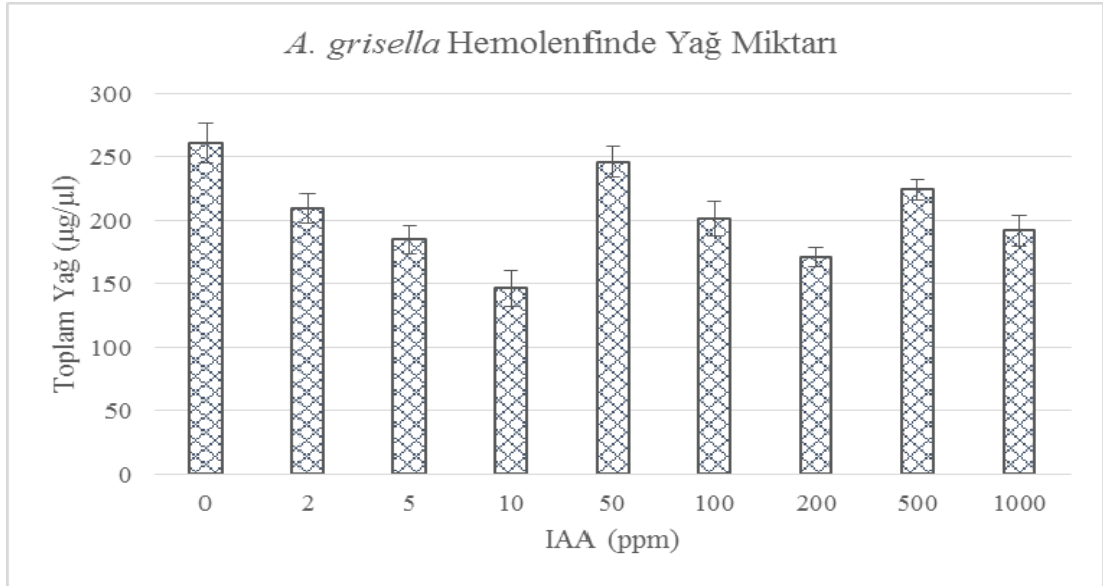
^aHer bir kolonda bulunan aynı harfler anlamlı değişiklik olmadığını ifade eder ($P>0.05$).

^bn= 60

Konak larval hemolenfinde toplam protein miktarı kontrol grubunda ortalama 101,75 \pm 2,58 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken; 2 ppm’de, 161,69 \pm 2,07 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 5 ppm’de 139,88 \pm 1,21 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 10 ppm’de 107,78 \pm 1,03 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 50 ppm’de 168,60 \pm 1,31 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 100 ppm’de 178,35 \pm 0,55 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 200 ppm’de 153,53 \pm 1,84 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 500 ppm’de 136,86 \pm 2,72 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 1000 ppm’de 156,54 \pm 2,30 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine yükseldi ($F=196,254$; $sd=8, 531$; $P=0,000$).

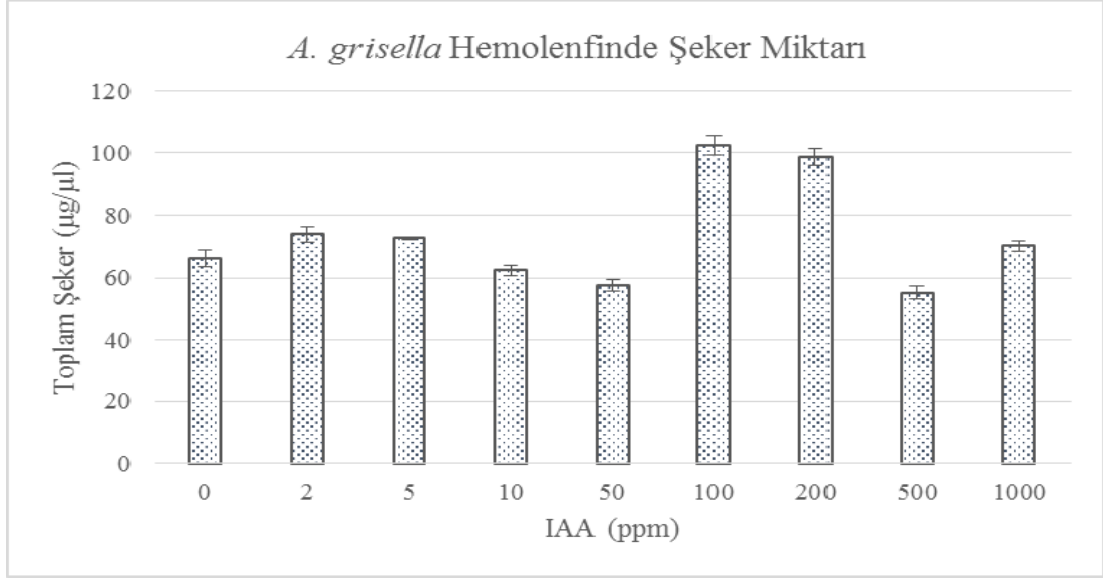


Şekil 3.1. *A. grisella* hemolenfinde toplam protein miktarındaki değişimler



Şekil 3.2. *A. grisella* hemolenfinde toplam yağ miktarındaki değişimler

Konak larval hemolenfinde toplam yağ miktarı kontrol grubunda ortalama $261,34 \pm 15,73 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken 5 ppm'de $184,95 \pm 11,38 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 10 ppm'de $146,41 \pm 13,7 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 200 ppm'de $171,06 \pm 7,54 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ ve 1000 ppm'de $191,90 \pm 12,44 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine düştü ($F=9,021$; $sd=8,531$; $P=0,000$).



Şekil 3.3. *A. grisella* hemolenfinde toplam şeker miktarındaki değişimler

Konak larval hemolenfinde toplam şeker miktarı kontrol grubunda ortalama $66,13 \pm 2,61 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken; 100 ppm'de $102,38 \pm 3,14 \mu\text{g}/\mu\text{L}$; 200 ppm'de $98,78 \pm 2,58 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine yükseldi ($F=58,139$; $sd=8, 531$; $P=0,000$). Bununla beraber 10 ppm'de $62,32 \pm 1,81 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 50 ppm'de $57,51 \pm 1,74 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 500 ppm'de $55,31 \pm 2,15 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ ($F=58,139$; $sd=8, 531$; $P=0,000$) seviyesine düştü (Şekil 3.3).

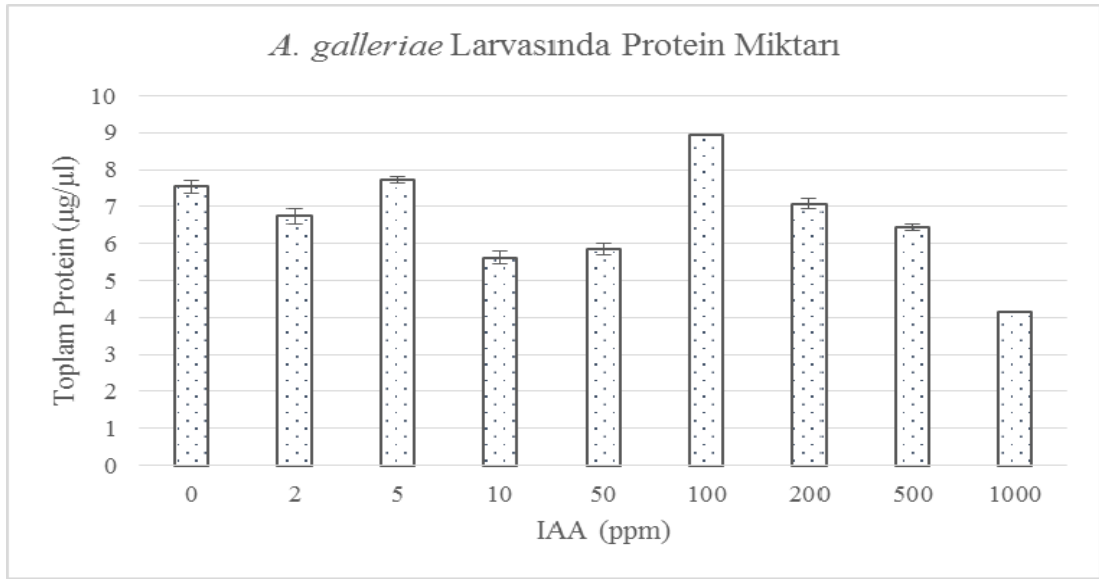
Tablo 3.2. IAA-etkisiyle *Apanteles galleriae* larvasında toplam protein, toplam yağ ve toplam şeker miktarlarındaki değişimler ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$)

IAA ppm	<i>Apanteles galleria</i>			
	Toplam protein ^a (Ortalama \pm SH) ^b	Toplam yağ ^a (Ortalama \pm SH) ^b	Toplam şeker ^a (Ortalama \pm SH) ^b	Glikojen ^a Ortalama \pm SH) ^b
0	7,54±0,18ab	40,66±0,61a	5,05±0,14a	22,45±0,61a
2	6,74±0,20ac	39,74±0,61a	4,46±0,08b	17,97±0,21b
5	7,73±0,09b	48,67±1,50c	6,91±0,09c	15,73±0,36c
10	5,61±0,17d	38,20±1,54a	4,80±0,15abc	22,22±0,45ad
50	5,85±0,15de	65,10±3,63b	5,45±0,18a	13,55±0,60c
100	8,94±0,01f	55,06±0,49b	8,11±0,23d	24,43±0,42a
200	7,07±0,14a	57,91±1,34b	6,67±0,14c	27,67±0,20e
500	6,44±0,10ce	37,90±1,81a	4,17±0,03e	18,05±0,18b
1000	4,15±0,01g	57,51±0,96b	4,46±0,04b	21,94±0,57ad

^aHer bir kolonda bulunan aynı harfler anlamlı değişiklik olmadığını ifade eder ($P>0,05$).

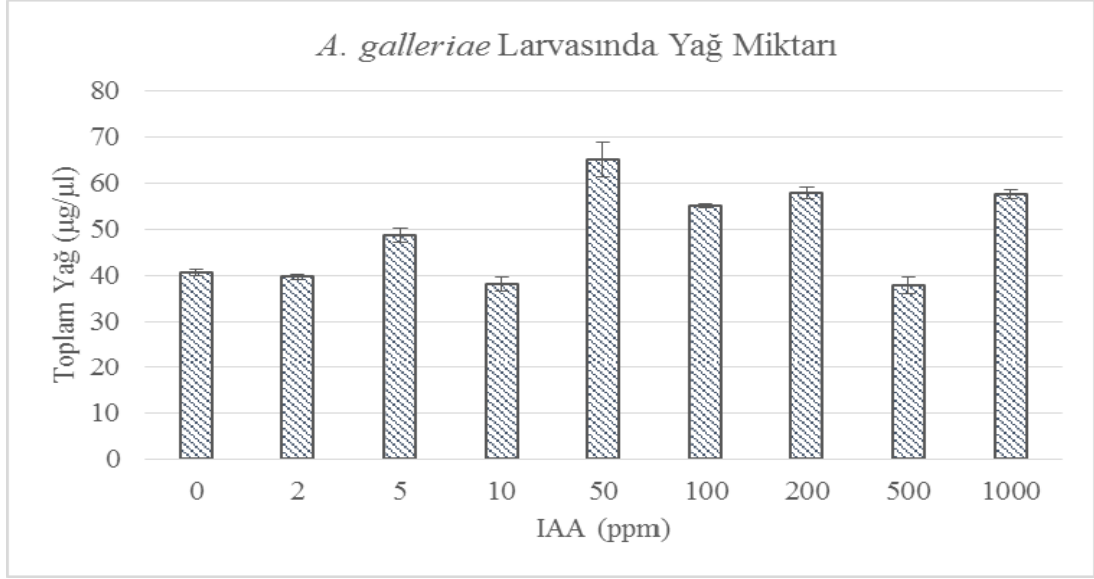
^bn= 60

Konak larval hemolenfi ile beslenmek sureti ile dolaylı olarak IAA'ya maruz kalan parazitoidin toplam protein seviyesi kontrol grubunda ortalama $7,54 \pm 0,18 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken, 5 ppm'de $7,73 \pm 0,09 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ 100 ppm'de $8,94 \pm 0,01 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine yükseldi ($F=106,904$; $sd=8, 531$; $P=0.000$). Bununla beraber toplam protein seviyesi ortalaması 10 ppm'de $5,61 \pm 0,17 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 50 ppm'de $5,85 \pm 0,15 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 500 ppm'de $6,44 \pm 0,10 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ ve 1000 ppm'de $4,15 \pm 0,01 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ değerlerine düştü ($F=106,904$; $sd=8, 531$; $P=0.000$) (Şekil 3.4).



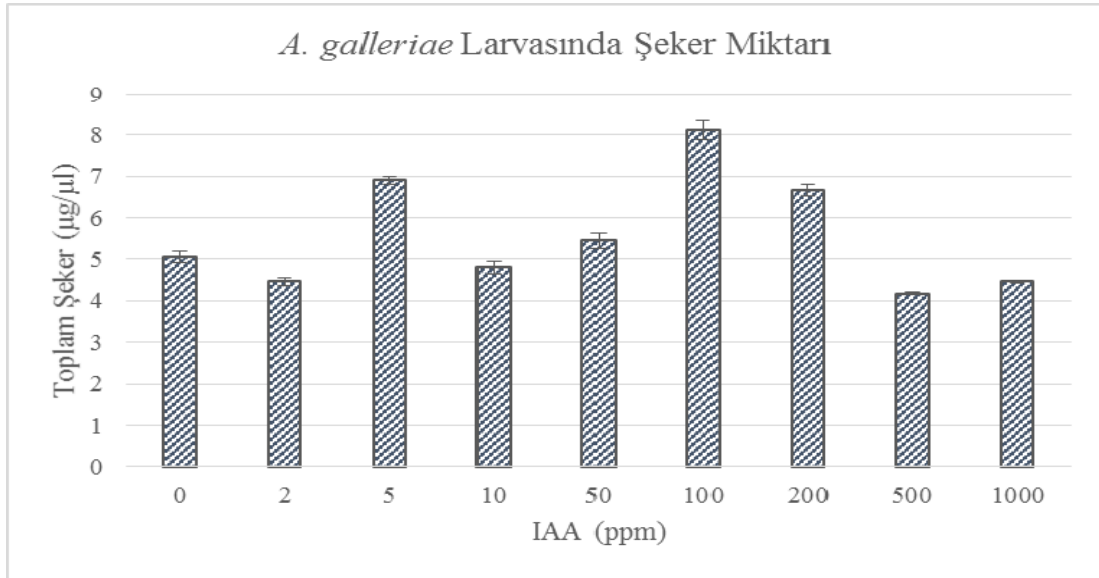
Şekil 3.4. *A. galleriae* larvasında toplam protein miktarındaki değişimler

Parazitoidin toplam yağ miktarı kontrol grubunda ortalama $40,66 \pm 0,61 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken 5 ppm'de $48,67 \pm 1,50 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 50 ppm'de $5,85 \pm 0,15 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 100 ppm'de $8,94 \pm 0,01 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 200 ppm'de $7,07 \pm 0,14 \mu\text{g}/\mu\text{L}$, 1000 ppm'de $4,15 \pm 0,01 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine düştü ($F=38,284$; $sd=8, 531$; $P=0,000$) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *A. galleriae* larvasında toplam yağ miktarındaki değişimler

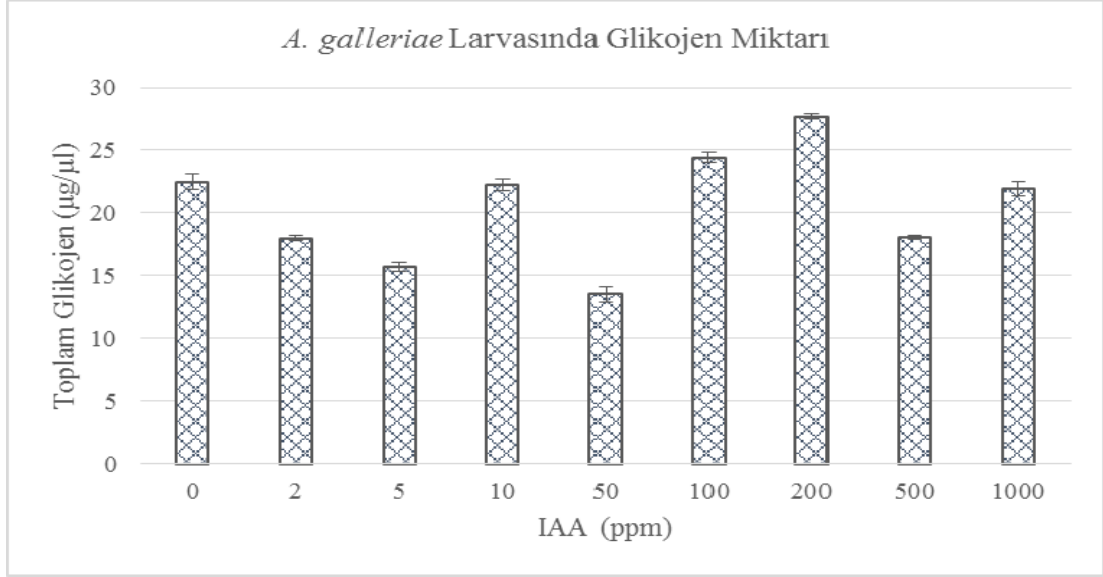
Parazitoid larvalarında toplam şeker miktarı kontrol grubunda ortalama $5,05 \pm 0,14$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken, 2 ppm'de $4,46 \pm 0,08$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 500 ppm'de $4,17 \pm 0,03$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ ve 1000 ppm'de $4,46 \pm 0,0$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine düştü. Bununla beraber 5 ppm'de $6,91 \pm 0,09$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 100 ppm'de $8,11 \pm 0,23$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 200 ppm'de $6,67 \pm 0,14$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine düştü ($F= 101,923$; $sd=8, 531$; $P=0,000$) (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *A. galleriae* larvasında toplam şeker miktarındaki değişimler

IAA muamelesi parazitoidin glikojen seviyesinde kontrol grubunda ortalama $22,45 \pm 0,61$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ iken, 2 ppm'de $17,97 \pm 0,21$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 5 ppm'de $15,73 \pm 0,36$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$, 50 ppm'de $13,55 \pm 0,60$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ ve 500 ppm'de $18,05 \pm 0,18$ $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine düştü,

bununla beraber yalnızca 200 ppm dozunda ortalama değer $27,67 \pm 0,20 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ seviyesine yükseldi ($F= 106,361$; $sd=8, 531$; $P=0,000$) (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. *A. galleriae* larvasında toplam glikojen miktarındaki değişimler

4. TARTIŞMA

Bitki gelişim düzenleyicileri ile yapılan çalışmalarda, bu bileşiklerin böcekler üzerinde; beslenmeyi engelleme (antifedant) [42,43], diyapoza girmeyi engelleme [44], deformasyonlar ve ağırlık kaybı [45], morfolojik ve eşeyssel gelişmeyi yavaşlatma [45, 45], kısırlık ve doğurganlığı azaltma etkileri olduğu tespit edilmiştir [45, 47, 48-50]. Ayrıca embriyonik gelişmede, eşeyssel verimlilikte, yumurta verimi ve açılımında etkili oldukları bildirilmiştir [22,23]. Bu çalışmalar, BGD'lerin, böceklerin karbohidrat, yağ, proteinler gibi temel metabolitlerindeki değişimlerde ve hormonal düzenleme mekanizmalarında potansiyel etkilerinin olduğuna işaret etmektedirler. Çünkü böceklerde morfogenez ve üreme, hormonların kontrolü altındadır ve bitki gelişim düzenleyicileri hemolenfte bağlayıcı proteinler ve endojen hormonlar ile etkileşime girerler [20].

Elde edilen sonuçlar IAA uygulamasının hem konak larval hemolenfinin hem de parazitoid larvasının protein, yağ ve karbonhidrat miktarları üzerinde etkili olduğunu gösterdi. Konak larval hemolenfindeki protein miktarı üzerinde 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 ppm IAA dozları arttırıcı etki yaparken, parazitoid larvalarında 100 ppm IAA dozu arttırıcı, 2, 10, 50, 500 ve 1000 ppm IAA dozları azaltıcı etki yaptı. IAA'nın konak ve parazitoitte farklı etki göstermesinin, metabolik ve hücreyel olayların türe özgü oluşundan kaynaklandığı düşünülebilir [73, 74]. Her böceğin gelişim süresi birbirinden farklıdır. Protein miktarı gelişim süresince, böceğin içinde bulunduğu larval evreye bağlı olarak değişmektedir. Hemolenf örneklerinin toplandığı zaman konağın 25 °C sıcaklıkta metamorfoza girmesine 14-18 gün kalmış olmasına rağmen, parazitoid örnekleri toplandığı zaman, parazitoid larvalarının 25 °C sıcaklıkta metamorfoza girmesine 1-3 gün kalmıştır. Metamorfoza zaman bakımından eşit uzaklıkta olmamaları IAA'nın protein miktarı üzerindeki etkilerini değiştirmiş olabilir.

Muz sineği *Zaprionus paravittiger* ile yapılan bir çalışmada yumurtalar çatladıktan 63 saat sonra larvaların besinine 1000, 2000 ve 4000 ppm dozlarında GA₃ eklenmiş ve larvaların 30-40 saat GA₃'e maruz kalması sağlanmıştır. Kaur ve Rup bu çalışmalarının sonucunda 1000 ppm GA₃'in protein miktarında artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir [125]. Çalışmada 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 ppm IAA'ya maruz kalan konak hemolenfinde protein miktarı arttı. Ancak bir oksin olan IAA'nın, bir giberellin olan GA₃ ile böcekler üzerinde fizyolojik olarak aynı etkiye sahip olup olmadığı ile ilgili literatürde bir çalışmaya rastlanmamıştır.

IAA'nın bitkilerde DNA ve RNA sentezini arttırdığı, mitoz bölünmede düzenleyici olduğu ve dokularda enzim sentezi ve enzim aktivitesini arttırdığı bilinmektedir [59]. Literatürde IAA'nın bceklerdeki mRNA sentezine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Vierstraete ve arkadaşlarının *Drosophila melanogaster*'in larval hemolenf proteinlerini belirledikleri çalışmalarında böceklerde gelişim evresine bağlı olarak seyir eden protein sentezleme kapasitesindeki değişimlerin yağ cisimlerindeki mRNA miktarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir [95]. IAA'nın böcekler üzerinde, bitkilerdekine benzer şekilde mRNA miktarını arttırıcı etkisi varsa, IAA uygulaması böceklerde toplam protein miktarını arttırabilir.

Plantevin ve arkadaşları *Bombyx mori*'nin üçüncü, dördüncü ve beşinci evre larvalarında jüvenil hormon ile protein miktarı arasındaki ilişkiyi araştırdıkları bir çalışmada, jüvenil hormonların etkisiyle larvanın ilk evrelerinde protein miktarının yüksek olduğunu ve metamorfoza yaklaştıkça JH azalmasıyla birlikte protein miktarının da azaldığını keşfetmişlerdir [126]. Uçkan ve Haftacı bir çalışmalarında 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500 ve 1000 ppm dozlarında konak *A. grisella*'ya verilen IAA'nın, 500 ve 1000 ppm dozlarına maruz kalan konakta yaşayan parazitoid *A. galleriae* bireylerinde birinci nesil ergin çıkış süresinin uzadığını tespit etmişlerdir [127]. Bu durumda IAA, JH seviyesinin yüksek kalmasını sağladığı için metamorfoza girmeyi geciktiriyor olabilir. Çalışmamızda 500 ve 1000 ppm IAA dozlarına maruz kalmış parazitoidin hemolenfinde JH miktarı yükselmiş ise ve metamorfozun gecikmiş olduğu, bu nedenle de protein miktarının yüksek kalmış olduğu düşünülebilir.

Tribolium castaneum altıncı evre larvaları üzerinde 20 ppm malation ve 200 ppm permethrin uygulanarak yapılan çalışmalarda, böceklerin detoksifikasyonda ihtiyaç duyulan proteinazları oluşturmak ve enerji depolamak amacıyla yüksek miktarda protein sentezlediği bildirilmiştir [128]. Benzer şekilde IAA konak *A. grisella* tarafından detoksifiye ediliyorsa, hemolenf ile beslenen *A. galleriae* üzerinde 100 ppm hariç arttırıcı etkisi olmamasının sebebi IAA'nın toksik etkisinin konak tarafından kısmen bertaraf edilmesi olabilir. Ancak 100 ppm dozundaki artışın sebebi bu yaklaşımla açıklanamamaktadır.

Kaur ve Rup tarafından *Zaprionus paravittiger* ile yapılan bir çalışmada, larvalar yumurtadan çıktıktan 63 saat sonra larvaların sentetik besinine 1000, 2000 ve 4000 ppm dozlarında GA₃ eklenmiş ve larvaların 30-40 saat GA₃'e maruz kalması sağlanmıştır. 1000 ve 2000 ppm GA₃ uygulaması toplam yağ ve toplam karbonhidrat miktarında azalmaya sebep olurken, 4000 ppm dozunda toplam yağ ve toplam karbonhidrat miktarında artışa sebep olmuştur [125]. Bu tez çalışmasında, Kaur ve Rup'un çalışmasına benzer olarak 2, 5, 50 ppm IAA dozlarına maruz kalan parazitoid larvasının glikojen miktarındaki azalma ve 200 ppm IAA dozuna maruz kalan parazitoid larvasında kaydedilen artma, BDG düzenleyicisinin düşük dozlarının glikojen miktarını azaltıcı, yüksek dozlarının arttırıcı etkisi olduğunu düşündürmektedir. Ancak parazitoid larvasında 500 ppm dozunda kaydedilen glikojen miktarındaki azalma bu yaklaşımla açıklanamamaktadır.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak IAA'nın balmumu zararlısı konak *A. grisella* ve onun doğal düşmanı parazitoid *A. galleriae*'nin karbonhidrat, yağ ve protein miktarlarında değişikliğe sebep olduğunu gösterdi.

Yapılan literatür taramasında detoksifikasyon metabolizmasında IAA'nın herhangi bir değişikliğe sebep olup olmadığı ve organizmada IAA'nın etkilerini bertaraf edebilmek için böceklerde fizyolojik olarak ne gibi değişikliklerin meydana gelebileceği ile ilgili yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca IAA uygulamasının böceklerde hangi proteinlerin artışına sebep olduğu ve bu proteinlerin artışının metabolizmayı nasıl etkilediği aydınlatılması önem arz eden bir konudur. Böceklerin larval evrelerinin sürdürülmesinden sorumlu olan juvenil hormon, juvenil hormon bağlayıcı protein ve hormonların taşınmasında görev alan lipoproteinlerin IAA uygulamalarından nasıl etkilendiği başka bir önemli araştırma konusudur. İndol-3-asetik asitin mRNA sentezine, glikojenez sürecine, trehalaz enzimi aktivitesine, yağ metabolizmasına ve böceklerde gelişimi düzenleyen hormonlar üzerine olan etkilerine ilişkin yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konularda yapılacak çalışmalar IAA'nın böcekler üzerindeki etkilerini anlamada fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Gürkan M. O., Tarımsal Savaşım Yöntemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, http://www.agri.ankara.edu.tr/bitkikoruma/1382_Tarimsal_Savas.ppt. (Ziyaret Tarihi: 29 Ekim 2014).
- [2] Carson R., *Sessiz Bahar*, 1. Basım, Palme, Ankara, 2004.
- [3] Ecevit O., *Zirai Mücadele İlaçları ve Çevreye Olan Etkileri*, 1. Basım, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun, 1988.
- [4] Güler Ç., *Canlıkırınlar*, 1. Basım, Yazıt, Ankara, 2010.
- [5] Hoy M. A., Barnett W. W., Reil W. O., Castro D., Cahn D., Hendricks L. C., and Bentley W. J., Large-Scale Releases of Pesticide-Resistant Spider Mite Predators, *California Agriculture*, 1982, **36**(1), 8-10.
- [6] Guo F. Y., Zhang Z. Q, and Zhao Z. M.. Pesticide resistance of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) in China: a review, *Systematic and Applied Acarology*, 1998, **3**, 3-7.
- [7] Black C., Shaw A., Harned C., and Coffman C., A Survey of Chemical Resistant Glove Use Practices and Preferences of Pesticide Applicators, *Journal of Pesticide Safety Education* , 2014, **16**, 17-26.
- [8] Biddinger D. J., Leslie T. W., Joshi N. K., Reduced-Risk Pest Management Programs for Eastern US Peach Orchards: Effects on Arthropod Predators, Parasitoids, and Select Pests, *Journal of Economic Entomology*, 2014, **107**(3), 1084-1091.
- [9] Janghel S., Thomas M., Thakur A. S., Nema S., Sharma H. L., Study on Bio Efficacy of Insecticides in the Predator Management of Katki Lac Crop. *Bioengineering and Bioscience*, 2014, **2**(2) 15-22.
- [10] Martinou A. F., Seraphides N., Stavrinides M. C., Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*, *Chemosphere* 2014, **96**, 167-173.
- [11] El-kott A. F., Sayed A. A., El-Sayad S. M., Abdourahman M. H., The pharmaceutical effect of date palm fruit extract (*Phoenix dactylifera* L.) against amitraz-induced infertility in male rats, *Advances in Life Science and Technology*, 2014, **22**, 14-26.
- [12] Juul A., Almstrup K., Anderson A. M., Jensen T. K., Jorgensen N., Main K. M., and Skakkebaek N. E, Possible fetal determinants of male infertility *Nature Reviews Endocrinology*, 2014, **1**, 263-270.

- [13] Mejía R, Quinteros E., López A., Ribó A., Cedillos H., Orantes C. M., and López D. L, Pesticide-Handling Practices in Agriculture in El Salvador: An Example from 42 Patient Farmers with Chronic Kidney Disease in the Bajo Lempa Region, *Occupational Diseases and Environmental Medicine*, 2014, **2**, 56-70.
- [14] Law J. Y., Duong J. A., Gerber D. E., Naina H. V., Simultaneous acute myeloid leukemia and mesothelioma diagnoses in a long-term survivor of the 1984 Bhopal gas leak, *Acta Oncologica*, 2014, **0**, 1-4.
- [15] Durham W. F., Williams C. H., Mutagenic, teratogenic, and carcinogenic properties of pesticides, *Annual review of entomology*, 1972, **17**(1), 123-148.
- [16] Goldoni A., Klauck C. R., Da Silva S. T., Da Silva M. D., Ardenghi P. G., and Da Silva L. B. Short Communication DNA Damage in Wistar Rats Exposed to Dithiocarbamate Pesticide Mancozeb, *Folia Biologica (Praha)*, 2014, **60**, 202-204.
- [17] Kılınçer N., Yiğit A., Kazak C., Er M. K., Kurtuluş A., Uygun N., Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele., 2010, *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, **1**(1), 15-60.
- [18] Edge J.M., Benedict J.H., Carroll J.P. and Reading H.K., Bollgard Cotton: An assesment of global economic, environmental and social benefits, *The Journal of Cotton Science*, 2001, **5**, 121-136.
- [19] Fait A., Iversen B., Tiramani M., Visentin S., Maroni M., Preventing Health Risks from the Use of Pesticides in Agriculture, *World Health Organization International Centre for Pesticide Safety* Number 1, 7, 2001.
- [20] Dong S., Li Z., Shi L., Huang G., Chen S., Huang T., The interaction of plant-growth regulators with serum albumin: Molecular modeling and spectroscopic methods, *Food and Chemical Toxicology*, 2014, **67**, 123-130.
- [21] Karimi M., Ahmadi A., Hashemi J., Abbasi A., Angelini L. G., Effect of two plant growth retardants on steviol glycosides content and antioxidant capacity in Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) *Acta Physiologiae Plantarum*, 2014, **36**(5), 1211-1219.
- [22] Visscher N. S., Regulation of grasshopper fecundity, longevity and egg viability by plant growth hormones, *Experientia*, 1980, **36**, 130-131.
- [23] Rup P. J., Kalia S., Effect of gibberellic acid on the development of banana fruit fly, *Zaprionus paravittiger* (Godbole and Vaidya) (Drosophilidae: Diptera), *Pest Manag. Econ. Zool.*, 1993, **1**, 27-31.
- [24] .Greathead D. J., Waage J. K., Opportunities for biological control of agricultural pests in developing countries, *The World Bank*, Number 11, 1-12, 1983.

- [25] Yıldız M., Gürkan O., Turgut C., Kaya Ü., Ünal G., Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları, *VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*, Ankara, Türkiye, 3-7 Ocak 2005.
- [26] Birişik N., Kütük H., Karacaoğlu M., Yarpuzlu F., İslamoğlu M., Öztemiz S., *Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele*, 1. Basım, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara, 2013.
- [27] Xu J., Shelton A .M., 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.*, 2001, **94**(1), 14-20.
- [28] 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.*, 2002, **126**(10), 534-537.
- [29] 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.*, 1988, **78**, 199-208.
- [30] Faulds W., Spread of *Bracon phylacteophagus*, a biocontrol agent of *Phylacteophaga froggatti*, and impact on host, *New Zealand Journal of Forestry Science*, 1991 **21**(2/3), 185.
- [31] Ünal E., *Funalia trogii*'de kültür periyoduna bağlı olarak indol-3-asetik asit (IAA) üretimi ve peroksidad aktivitesi arasındaki ilişki, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 1998, 78360.
- [32] Awad T. M., Taha F. A., The effect of some plant growth inhibitors on the developmental stages of *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lep.: Noctuidae), *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 1976, **80**(3), 306-310.
- [33] Bidwell R. G. S., *Plant Physiology*, 1st ed, The Macmillan Biology Series, England, 502-506, 1974.
- [34] Güteryüz M., Bahçe ziraatında büyütücü ve engelleyici maddelerin kullanılması ve önemi, *Atatürk Üniversitesi*, No:279, 4-7, 1982.
- [35] Campbell N. A., Reece J. B., Editörler: Demirsoy, A., Türkan, İ., *Biyoloji*, 6. Baskı, E., Palme, Ankara, 2008.
- [36] Mao L., Zhang L., Zhao X., Liu S., van der Werf W., Zhang S., Li Z., Crop growth, light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator, *Field Crops Research*, 2014, **155**, 67-76.

- [37] Biles S. P., Cothren J. T., Flowering and yield response of cotton to application of mepiquat chloride and PGR-IV *Crop Science*, 2001, **41**, 1834–1837.
- [38] Brand M. H., Shade influences plant growth, leaf color and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. *Cultivars Hortscience*, 1997, **32**, 206–208.
- [39] Kim Ī. S., Okubo H., Fujieda K., Endogenous levels of IAA in relation to partenocarpny in cucumber, *Elsevier Science Publishers*, 1992, **52**, 1-8.
- [40] De Almeida A. Q., Rosolem C. A., Cotton root and shoot growth as affected by application of mepiquat chloride to cotton seeds *Acta Sci. Agron.*, 2012, **34**(1) 61–65.
- [41] Dong H., Li W., Tang W., Li F Z., Zhang D., Niu Y., Yield quality and leaf senescence of cotton grown at varying planting dates and plant densities in the Yellow River Valley of China *Field Crops Res.*, 2006, **98**, 106–115.
- [42] Tahori A. S., Zeidler G., Halevy A. H., Effect of some plant growth retardants on the feeding oh the cotton leaf worm, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 1965, **16**, 570-572.
- [43] Mansour M. H., Dimetry N. Z., Effect of three plant growth regulators on the immature stages of the cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep.: Noctuidae), *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 1976 **80**(1), 88-93.
- [44] Bariola L. A., Kittock D. L., Arle H. F., Vail P. V., Hennebery T. J. Controlling pink bollworms: Effects of chemical termination of cotton fruiting on populations of diapausing larvae, *Journal of Economic Entomology*, 1976, **69**(5), 633-639.
- [45] Carlisle D. B., Ellis P. E., Osborne D. J., Effects of plant growth regulators on locusts and cotton stainer bugs, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 1969, **20**, 391-393.
- [46] Van Emden H. F., Plant resistance to aphids induced by chemicals, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 1969, **20**, 385-387.
- [47] Honeyborne C. H. B., Performance of *Brevicoryne brassicae* on plants treated with growth regulators, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 1969, **20**(7), 388-390.
- [48] Bhalla O. P., Robinson A. G., Effect of chemosterilants and growth regulators on the pea aphid and artificial diet, *Journal of Economic Entomology*, 1968, **61**(2), 552-555.
- [49] El-Ibrashy M. T., The sterilent activity of certain biologically active compounds against *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lepid., Noctuidae), *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 1972, **71**(3), 326-332.

- [50] Scheurer, S., Aschermann, S., The influence of natural and some synthetic plant growth regulators on the reproductive activity of *Aphis fabae* sucking plant parts, *In Folia Entomologica Hungarica*, 1976, **21**, 221-226.
- [51] Prasad R., Behera H. N., Das C. C., MLC induced meiotic instability in grasshopper spermatocytes, *Current Science*, 1977, **46**(6), 191-192.
- [52] Dreyer D. L., Campbell B. C., Jones K. C., Effect of bioregulator-treated sorghum on greenbug fecundity and feeding behavior: Implication for host-plant resistance, *Phytochemistry*, 1984, **23**(8), 1593-1596.
- [53] Smith B. D., Spectra of activity of plant growth retardants against various parasites of one host species, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 1969, **20**, 398-400.
- [54] Worthing C. R., Use of growth retardants on Chrysanthemums: effect on pest populations, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 1969, **20**, 394-397.
- [55] Önder F., Karsavuran Y., Hakerler H. ve S. Tezcan, Bitki büyüme regülatörlerinden MLC'nin laboratuvar koşullarında *Dolycoris baccarum* (L) (Het.: Pentatomidae) üzerinde etkileri, *Türkiye 1. Entomoloji Kongresi İzmir*, 1987.
- [56] Posnova A. N., Plant growth regulators and their use in applied entomology, *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-issledovatel'skogo instituta Zashchity Rastenii*, 1974, **40**, 135-145.
- [57] William T., Brown C., 2,4-Di-chlorophenoxyacetic acid (2,4-D), *WHO (World Health Organization)*, 29, 5-18, 1984.
- [58] Göze İ., Yelkovan İ., Çınar Z., Daminozid'in civcivlerdeki enzimatik etkiler ve histopatolojisi, *Tr J of Biology*, 1995, **19**, 217-222.
- [59] Palavan N., Ünsal N., *Bitki büyüme maddeleri*, İ. Ü. Basım Evi ve Film Merkezi, İstanbul, 198-232, 1993.
- [60] Ünyayar S., *Phanerochaete chrysosporium* ME446'da Kültür Periyoduna Bağlı Olarak İndol-3-Asetik Asit (IAA), Gibberellik Asit (GA₃), Absisik Asit (ABA) ve Zeatin Üretimi ve Biyolojik Aktivitelerinin Tayini, Doktora Tezi, İnönü Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 1995, 29452.
- [61] Tucker D. J., The effects of far-red light on the hormonal control of side shoot growth in the tomato, *Ann. Bot.*, 1976, **40**, 1033-1042.
- [62] Blakesley D., Weston G. D., Elliott M. C., Endogeneous levels of indole-3-acetic acid and abscisic acid during the rooting of *Cotinus coggygria* cuttings taken at different times of the year, *Plant Growth Regulation*, 1991, **10**, 1-12.
- [63] Fett W. F., Osman S. F. and Dunn M. F., Auxin Production by Plant-Pathogenic Pseudomonads and Xanthomonads, *Applied and Environmental Microbiology*, 1987, **53**(8), 1838-1845.

- [64] Martinez -Toledo M. V., Moreno T. R. J., Gonzales-Lopes J., Root exudates of *Zea mays* and production of auxin, gibberellins and cytokinins by *Azotobacter chroococcum*, *Plant and Soil.*, 1988, **110**, 149-152.
- [65] Haftacı İ., Farklı dozlarda konağa verilen IAA (indol-3-asetik asit)'in parazitoid *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae) gelişim biyolojisine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2010, 259462.
- [66] Tooker J. F., De Moraes C. M. Feeding by a gall-inducing caterpillar species alters levels of indole-3-acetic and abscisic acid in *Solidago altissima* (Asteraceae) stems. *Arthropod-Plant Interactions*, 2011, **5**(2), 115-124.
- [67] Mapes C. C., Davies P. J. Indole-3-acetic acid and ball gall development on *Solidago altissima*, 2001, *New Phytol.* **151**, 195–202.
- [68] Sinna G. A., The effect of the plant hormone indole-3-acetic acid and chemically related compounds on the growth of mouse fibroblast 3T3 cells, *Comp Biochem Physiol.*, 1983, **75**, 433-436.
- [69] Tussel J. M., Artigas F., Sunol C., Martinez E. and Gelpi E., Comparison of high-performance liquid chromatography and gas chromatography-mass spectrometry for the analysis of indole-3-acetic acid in brain tissue, *J. Chromatogr.*, 1984, **306**, 338-344.
- [70] Suzuki H., Yokokura J., Ito T., Arai R., Yokoyama C., Toshima H., Suzuki Y. Biosynthetic pathway of the phytohormone auxin in insects and screening of its inhibitors. *Insect biochemistry and molecular biology* 2014, **53**, 66-72.
- [71] Kaur R., Rup P. J., Influence of four plant growth regulators on development of the melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett). *Insect Sci. Appl.* 2003, **23**, 121-125.
- [72] Yeşilada E., Bozcuk A. N., *Drosophila melanogaster*'in Yumurta Verimi Üzerine ABA ve Kinetin'in Etkisi, *Tr. J. of Biology*, 1995, **19**(1), 37-44.
- [73] Gullan P. J ve Cranston P. S, *Böcekler-Entomolojinin Ana Hatları* 4. Basım, Nobel, Ankara, 2012.
- [74] Nation J. L., *Insect Physiology and Biochemistry*, 1. Basım, CRC Press, Florida, 120-150, 2002.
- [75] Thummel C.S., Molecular mechanisms of developmental timing in *C. elegans* and *Drosophila*, *Dev. Cell.* 2001, **1**, 453–465.
- [76] Fielenbach N, Antebi A., *C. elegans* dauer formation and the molecular basis of plasticity, *Genes Dev.* 2008, **22**, 2149–2165.
- [77] Gilbert L.I, Rybczynski R, Warren J.T., Control and biochemical nature of the ecdysteroidogenic pathway. *Annu. Rev. Entomol.* 2002, **47**, 883–916.

- [78] Spindler K. D, Hönl C., Tremmel C. H, Braun S., Ruff H., SpindlerBarth M., Ecdysteroid hormone action. *Cell Mol. Life Sci.* 2009, **66**, 3837–3850.
- [79] Niwa R., Niwa Y. S., The fruit fly *Drosophila melanogaster* as a model system to study cholesterol metabolism and homeostasis. *Cholesterol*, 2011, **17**, 89-95.
- [80] Kurzchalia T. V, Ward S., Why do worms need cholesterol? *Nat. Cell Biol.*, 2003, **5**, 684–688.
- [81] Gilbert L. I., Rybczynski R., Warren J. T., Control and biochemical nature of the ecdysteroidogenic pathway. *Annu. Rev. Entomol.*, 2002, **47**, 883–916.
- [82] Karlson P., On the hormonal control of insect metamorphosis. A historical review, *Int. J. Dev. Biol.*, 1996, **40**, 93–96.
- [83] Niwa R., Niwa Y. S., Enzymes for ecdysteroid biosynthesis: their biological functions in insects and beyond, *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 2014, **78**(8), 1283-1292.
- [84] Smykal V., Daimon T., Kayukawa T., Takaki K., Shinoda T., Jindra M., Importance of juvenile hormone signaling arises with competence of insect larvae to metamorphose. *Developmental biology*, 2014, **390**(2), 221-230.
- [85] Gilbert L. I., Rybczynski R., Tobe S. S., *Endocrine cascade in insect metamorphosis*, 2nd ed., San Diego Academic Press, California, 1996.
- [86] Ilijin L. A., Mrdaković M. M., Perić-Mataruga V. D., Todorović D. D., Lazarević J. M., Matić D. R., Vlahović M. S., The specific response of gypsy moth A1 neurosecretory neurons to different environmental stressors. *Biologia* 2014, **69**(10), 1384-1394
- [87] Veenstra J. A. The contribution of the genomes of a termite and a locust to our understanding of insect neuropeptides and neurohormones, *Frontiers in physiology*, 2014, **5**, 454.
- [88] Ilijin L., Vlahovic M., Mataruga V. P., Kmetić I., Gavrilovic A., Matic D., Mrdakovic M., Temperature-induced stress response in *Lymantria dispar* neurosecretory neurons, *Turkish Journal of Biology*, 2014, **38**(2) 157-167.
- [89] Gilbert L. I., Rybczynski R., Warren J. T. Control and biochemical nature of the ecdysteroidogenic Pathway, *Annu.Rev.Entemol*, 2002, **47**, 883-916.
- [90] Koolman J., Spindler K. D., Mechanism of action of ecdysteroids, *Insect endocrinology Vol 1*, 1. Edition, New York, 179-201, 1983.
- [91] Smith S. L., Regulation of ecdysteroid titre:synthesis physiology, *Biochemistry and Pharmacology Vol.8.*, 1st Ed. Pergamon Press, Oxford, 295-341, 1985.
- [92] Hsi E., Yun C., Pei L. L. and Shi H. G., Signaling of reactive oxygen species in PTTH-stimulated ecdysteroidogenesis in prothoracic glands of the silkworm, *Bombyx mori*, *Journal of Insect Physiology*, 2014, **63**, 32-39.

- [93] Wyatt, G. R. *Biochemical Actions of Hormones Vol. 2*, 1st Ed., Academic Press, New York, 1972.
- [94] Rockstein M., *Biochemistry of Insects*, 1st ed., Academic Press, London, 1978.
- [95] Vierstraete E., Cerstiaens A., Baggerman G., Van den Bergh G., De Loof A., Schoofs L. Proteomics in *Drosophila melanogaster*: first 2D database of larval hemolymph proteins, *Biochemical and biophysical research communications*, 2003, **304**(4), 831-838.
- [96] Pearincott J. V., Changes in the lipid content during growth and metamorphosis of the house fly, *Musca domestica* Linnaeus, *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, 1960, **55**(2), 167-174.
- [97] Arrese E. L., Canavoso L. E., Jouni Z. E., Pennington J. E., Tsuchida K., Wells, M. A., Lipid storage and mobilization in insects: current status and future directions, *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 2001, **31**(1), 7-17.
- [98] Mayack C., Dhruva N., Parasitic infection leads to decline in hemolymph sugar levels in honeybee foragers, *Journal of insect physiology*, 2010, **56**(11), 1572-1575.
- [99] Law J. H., Wells M. A., Insects as biochemical models, *J. Bio. Chem*, 1989, **264**(28), 16335-16338.
- [100] Estela L., Arrese J., Soulages L., Insect Fat Body: Energy, Metabolism, and Regulation, *Annu Rev Entomol.*, 2010, **55**, 207-225.
- [101] Shimamori K., On the biology of *Apanteles galleriae*, a parasite of the two species of wax moths, *Honeybee Science*, 1987, **8**, 107-112.
- [102] Watanabe C., Occurrence of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae), a parasite of wax moth in Japan, *Kontyû*, 1987, **55**, 165-168.
- [103] Whitfield J. B., Cameron S. A., Ramirez S. R., Roesch K., Messinger S., Taylor O. M. and Cole D., Review of the *Apanteles* species (Hymenoptera: Braconidae) attacking lepidoptera in *Bombus* (Fervidobombus) (Hymenoptera: Apidae) colonies in the new world, with description of a new species from South Africa, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 2001, **94**, 851-857.
- [104] Uçkan F., Erken evre larva endoparazitoidi *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae)'nin iki konak Lepidoptera türü ile etkileşimleri, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun 1996, 56378.
- [105] Uçkan F., Gülel A., *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera; Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konak türün etkileri, *Tr. J. of Zoology*, 2000, **24**(Ek), 105-113.

- [106] Uçkan F. ve Gülel A., *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.; Braconidae)'nın verim ve eşey oranına, parazitoid-dişi eşdeğeri konak sayısındaki artışın etkileri, *BAÜ Fen Bil. Ens. Derg.*, 1999, **1**, 16-25.
- [107] Uçkan F. and Ergin E., Effect of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity, and size of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae), *Environ. Entomol.*, 2002, **31**, 168-171.
- [108] Verma S. C., Raj D., Devi N., Srivastava S., Biology of *Apanteles galleriae* Wilkinson parasitising larvae of wax moths (*Galleria mellonella* Linn. and *Achroia grisella* Fabr.), *J. Ent. Res.*, 1997, **21**, 361-364.
- [109] Uçkan F. ve Ergin E., Temperature and food source effects on adult longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae), *Environ. Entomol.*, 2003, **32**, 441-446.
- [110] Uçkan F., Ergin E., Ayaz F., Modelling age and density structured reproductive biology and seasonal survival of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae), *J. App. Entomol.*, 2004, **128**, 407-413.
- [111] Nurullohoğlu Z. Ü., Uçkan F., Sak O., Ergin E., Total lipid and fatty acid composition of *Apanteles galleriae* and its parasitized host, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 2004, **97**, 1000-1006.
- [112] Demirsoy, A., *Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar/ Böcekler II*, 1. Basım, Meteksan A.Ş., Ankara, 1992.
- [113] İçen E., Armutçu F., K., Büyükgüzel A., Biochemical stress indicators of greater wax moth exposure to organophosphorus insecticides, *J. Econ. Entomol.*, 2005, **98**, 358-366.
- [114] Büyükgüzel E., Tunaz H., Stanley D.W., Büyükgüzel K., Eicosanoids mediate *Galleria mellonella* cellular immune response to viral infection, *J. Insect Physiol.*, 2007, **53**, 99-105.
- [115] Hyrs P., Büyükgüzel E., Büyükgüzel K., Effect of eicosanoid biosynthesis inhibitors on the hemolymph protein profile of *Galleria mellonella* (Linnaeus) larvae, *Turk. J. Entomol.*, 2011, **35**(3) 397-405
- [116] Bronskill J. F., A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyrilidae), *J. Lep. Soc.*, 1961, **15**(2), 102-104.
- [117] Sak O., Uçkan F. and Ergin E., Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionella* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Belg. J. Zool.*, 2006, **136**, 53-58.
- [118] Vogelweith F., Thiéry D., Moret Y., Eloise C., Motreull S., Moreau J., Defense Strategies used by two sympatric vineyard moth pests, *Journal of Insect Pyhsiology*, 2014, **64**, 54-61.

- [119] Plummer D. I., *Practical Biochemistry*, 1st ed., Mc Graw Hill Book Company Ltd., England, 1971.
- [120] Van Handel E., Rapid Determination of Total Lipids in Mosquitoes, *J. Amer. Mosq. Cont. Assoc.*, 1985, **1**, 302-304.
- [121] Olson D. M., Fadamiro H., Lundgren J. G., Heimpel G. E., Effects of Sugar Feeding on Carbohydrate and Lipid Metabolism in a Parasitoid Wasp, *Physiol. Entomol.*, 2000, **25**, 17-26.
- [122] Van Handel E., Rapid Determination of Glycogen and Sugars in Mosquitoes. *J. Amer. Mosq. Cont. Assoc.*, 1985, **1**, 299-301.
- [123] Bradford M., A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding, *Analytical Biochemistry*, 1976, **72**, 248-254.
- [124] Van Handel E., Day, J. F., Assay of Lipids, Glycogen and Sugars in Individual Mosquitoes: Correlations with Wing Length in Field-collected *Aedes vexans*, *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1988, **4**, 549-550.
- [125] Rup P. J., Kaur R. and Kaur J., Effect of gibberellic acid (GA3) on the protein, lipid and carbohydrate contents of banana fruit fly, *Zaprionus paravittiger* larvae, *Insect Sci. Appl.*, 1998, **18**, 145-148.
- [126] Plantevin G., Relationships between juvenile hormone levels and synthesis of major haemolymph proteins in *Bombyx mori* larvae, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 1987, **86**(3), 501-507.
- [127] Uçkan F., Haftacı İ and Ergin E., Effects of Indol-3-Acetic Acid on Biological Parameters of the Larval Endoparasitoid *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 2011, **104**(1), 77-82.
- [128] Shakoori A. R., 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.*, 1989, **11**(4), 203-215.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Uçkan F., Soydabaş H. K, Özbek R., Effect of Indol-3-acetic acid on the biochemical parameters of *Achoria grisella* hemolymph and *Apanteles galleriae* larva, *Pakistan Journal of Biotechnology*, 2014, **11**(2), 163-171.

ÖZGEÇMİŞ

1987 İzmit doğumludur. İlköğretimi 2001’de Fevzi Çakmak İlköğretim Okulu’ndan, liseyi 2005’de 24 Kasım Anadolu Lisesi’nden mezun olarak tamamladı. 2009’da Gazi Üniversitesi Biyoloji Bölümü’nden mezun oldu. 2009-2012 yılları arasında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Vektör Mücadelesi Hizmet İşi dahilinde kontrol mühendisi olarak çalıştı. 2011’de Kocaeli Üniversitesi Biyoloji Bölümü’nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2014’de Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi’nde pedagojik formasyon programını tamamladı. Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Biyoloji Bölümü’ne araştırma görevlisi olarak atandı ve hala devam etmektedir.