

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞIR METALLERİN *ACHROIA GRISELLA* (FABRICIUS, 1794)  
(LEPIDOPTERA:PYRALIDAE) LARVALARININ BAZI BİYOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

YELİZ YILMAZ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

SAMSUN  
2019

Her hakkı saklıdır.

## TEZ ONAYI

Yeliz Yılmaz tarafından hazırlanan “Ağır Metallerin *Achroia grisella* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Pyralidae) Larvalarının Bazı Biyokimyasal Özelliklerine Etkileri” adlı tez çalışması ..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** Doç. Dr. Nevran Eylem AKMAN GÜNDÜZ  
Biyoloji Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri

**Başkan** Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Biyoloji Anabilim Dalı

**Üye** Dr. Öğretim Üyesi. Murat KARAVİN  
Amasya Üniversitesi  
Biyoloji Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.../.../20..

**Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK**  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

XXXXXXXXXX

Tarih

İmza

Yeliz Yılmaz

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### AĞIR METALLERİN *ACHROIA GRISELLA* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE) LARVALARININ BAZI BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Yeliz Yılmaz

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nevran Eylem Akman Gündüz

Ağır metallerin, çinko (Zn), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb), küçük balmumu güvesi *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarının protein, lipit ve karbohidrat miktarları üzerindeki etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Larvalar ağır metallerin üç farklı konsantrasyonu (50, 100 ve 200 mg/kg) ile kontamine edilmiş yapay bir besin ortamında yetiştirildi. Kontrol grubundaki, böcekler bal peteği (200 g), kepek (860 g), gliserol (300 ml), bal (150 ml) ve saf su (150 ml) içeren ağır metal içermeyen besinle beslenmiştir. Böceklerin tümü  $25 \pm 2$  °C sıcaklık, %  $60 \pm 5$  bağıl nem ve 16L: 8D fotoperiyot koşullarında tutulmuştur. Son evre *A. grisella* larvaları tartılıp, ayrı ayrı mikrosantrifüj tüplerine yerleştirilerek biyokimyasal analiz için -20 °C'de saklanmıştır. Larvaların protein, lipit ve karbohidrat miktarları sırasıyla Lowry, vanilin-fosforik asit ve sıcak antron testleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, larvaların protein miktarının 50 ve 200 mg/kg Zn konsantrasyonlarında önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Karbohidrat miktarı 50 ve 100 mg/kg Zn konsantrasyonlarında ve lipit miktarı tüm Zn konsantrasyonlarında kontrole göre önemli ölçüde azalmıştır. Benzer şekilde, Cd kontaminasyonu 50 ve 200 mg/kg konsantrasyonlarında larvaların protein seviyesinde önemli bir düşmeye neden olmuştur. Karbohidrat miktarı kontrole karşılaştırıldığında sadece 50 mg/kg'da önemli ölçüde azalmıştır. Cd uygulanan larvaların lipit miktarı, 50 ve 200 mg/kg Cd konsantrasyonlarında çok değişmediği halde 100 mg/kg konsantrasyonda önemli ölçüde düşmüştür. Pb uygulanan grupta protein miktarı, 50 ve 200 mg/kg konsantrasyonlarında dikkate değer ölçüde azalmıştır. Karbonhidrat ve lipit seviyeleri, kontrol ile karşılaştırıldığında 100 ve 200 mg/kg Pb konsantrasyonlarında önemli azalma ile benzer bir eğilim göstermiştir.

Haziran 2019, 28 sayfa

**Anahtar kelimeler:** Ağır metal, *Achroia grisella*, Protein, Lipit, Karbohidrat

## ABSTRACT

Master's Thesis Dissertation

### EFFECTS OF HEAVY METALS ON SOME BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *ACHROIA GRISELLA* (FABRICIUS, 1794)(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) LARVAE

Yeliz Yılmaz

Ondokuz Mayıs University

Institute of Science and Technology

Department of Biology

Advisor: Doç. Dr. Nevran Eylem Akman Gündüz

The effects of heavy metals, zinc (Zn), cadmium (Cd) and lead (Pb) on protein, lipid and carbohydrate levels of lesser wax moth, *Achroia grisella* (Lepidoptera:Pyralidae) larvae was examined under laboratory conditions. Larvae were reared on an artificial diet medium contaminated with three different concentrations (50, 100 and 200 mg/kg) of heavy metals. In the control group the insects fed a heavy metal-free diet containing honeycomb (200 g), bran (860 g), glycerol (300 ml), honey (150 ml) and distilled water (150 ml). All of the insects were kept at  $25 \pm 2$  °C temperature,  $60 \pm 5$ % relative humidity and 16L:8D photoperiod conditions. Last instar *A. grisella* larvae were weighed, placed individually into microcentrifuge tubes and stored at  $-20$  °C for the biochemical analysis. Protein, lipid and carbohydrate levels of the larvae were determined by Lowry, vanillin-phosphoric acid and hot anthrone tests, respectively. The results of this study showed that protein level of the larvae decreased significantly at 50 and 200 mg/kg Zn concentrations. Carbohydrate level reduced notably at 50 and 100 mg/kg Zn concentrations and lipid level decreased at all Zn concentrations with respect to control. Similarly, Cd contamination caused a significant reduction in the protein level of the larvae at 50 and 200 mg/kg concentrations. Carbohydrate level reduced significantly at only 50 mg/kg compared with control. Lipid level of the Cd-treated larvae considerably reduced at 100 mg/kg concentration, while it remained more or less unaffected at 50 and 200 mg/kg Cd concentrations. In Pb-treated group protein level significantly declined at 50 and 200 mg/kg concentrations. Carbohydrate and lipid levels showed a similar trend with a significant reduction at 100 and 200 mg/kg Pb concentrations compared to control.

June 2019, 28pages

**Keywords:** Heavy metal, *Achroia grisella*, Protein, Lipid, Carbohydrate

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik eğitim sürecimin bir üst noktası olan yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca yardım ve desteğini benden esirgemeyen, çalışmalarım da her zaman benim yanımda olan ve bana yön gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nevran Eylem Akman Gündüz'e teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarım da ve zorlandığım noktalarda öneri ve bilgilerinden yararlandığım değerli hocam Dr. Özgür Varer Özcan'a, Nuran Korkmaz Boz ve Ali Boz'a içtenlikle teşekkür ederim.

Beni bugünlere getirmek için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, bana her konuda güvenen, maddi manevi yanımda olan anneme, babama ve eşime sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2019, Samsun

Yeliz YILMAZ

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	8
3.2. Yöntem.....	8
3.2.1. <i>A. grisella</i> Stok Kültürlerinin Kurulması.....	8
3.2.2. Ağır Metal Çeşitlerinin ve Konsantrasyonlarının Belirlenmesi ve Stok Ağır Metal Çözeltilerinin Hazırlanması.....	10
3.2.3. Ağır Metallerin Uygulanışı.....	10
3.2.4. Biyokimyasal Analizler.....	11
3.2.4.1. Protein miktarının belirlenmesi.....	11
3.2.4.2. Karbohidrat ve lipit miktarlarının belirlenmesi.....	12
3.2.4.3. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi.....	14
4. BULGULAR.....	15
4.1. Çinkonun <i>A. grisella</i> larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarlarına etkileri.....	15
4.2. Kurşunun <i>A. grisella</i> larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarlarına etkileri.....	17
4.3. Kadmiyumun <i>A. grisella</i> larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarlarına etkileri.....	19
5. TARTIŞMA.....	21
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	24
7. KAYNAKLAR.....	25
8. ÖZGEÇMİŞ.....	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### SİMGELER

°C	Santigrat
g	Gram
L	Litre
ml	Mililitre
mg	Miligram
nm	Nanometre
m <sup>3</sup>	Metreküp
Ppm	Milyonda bir
µl	Mikrolitre
mM	Milimolar

### KISALTMALAR

Zn	Çinko
Cd	Kadmiyum
Pb	Kurşun
Cr	Krom
Fe	Demir
Co	Kobalt
Cu	Bakır
Ni	Nikel
Hg	Civa
As	Arsenik
Mn	Manganez
WHO	Dünya Sağlık Örgütüne
SH	Standart Hata

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Sığır serum albumin çözeltisi kullanılarak hazırlanan standart protein grafiği.....	11
Şekil 3.2. Glikoz çözeltisi kullanılarak hazırlanan standart karbohidrat grafiği.....	12
Şekil 3.3. Mısır yağı çözeltisi kullanılarak hazırlanan standart lipit grafiği.....	13
Şekil 4.1.1. Çinkonun <i>Achroia grisella</i> larvalarının protein miktarına etkisi.....	15
Şekil 4.1.2. Çinkonun <i>Achroia grisella</i> larvalarının karbohidrat miktarına etkisi.....	16
Şekil 4.1.3. Çinkonun <i>Achroia grisella</i> larvalarının lipit miktarına etkisi.....	16
Şekil 4.2.1. Kurşunun <i>Achroia grisella</i> larvalarının protein miktarına etkisi.....	17
Şekil 4.2.2. Kurşunun <i>Achroia grisella</i> larvalarının karbohidrat miktarına etkisi.....	18
Şekil 4.2.3. Kurşunun <i>Achroia grisella</i> larvalarının lipit miktarına etkisi.....	18
Şekil 4.3.1. Kadmiyumun <i>Achroia grisella</i> larvalarının protein miktarına etkisi.....	19
Şekil 4.3.2. Kadmiyumun <i>Achroia grisella</i> larvalarının karbohidrat miktarına etkisi.....	19
Şekil 4.3.3. Kadmiyumun <i>Achroia grisella</i> larvalarının lipit miktarına etkisi.....	20

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Bronskill (1961) tarafından önerilen besin içeriği ve içerikte yapılan değişiklik (Sak vd, 2006).....	9
--	---



## 1.GİRİŞ

Günümüzde insan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerden biri çevre kirliliğidir. Ağır metaller çevre kirliliğine sebep olan en önemli faktörler arasındadır. Bunlar, çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, kolaylıkla besin zincirine girerek canlıların yapılarında birikmeleri nedeniyle diğer doğal ve kimyasal kirleticiler arasında önemli bir yere sahiptir (Kayış ve Emre, 2012).

Ağır metaller, yoğunluğu 5 g/cm<sup>3</sup>'den fazla olan, atom numarası 20'den büyük olan, toksisite ve kirlilik yaratan metaller olarak tanımlanabilir (Järup, 2003). Bu gruba kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) gibi metaller dahildir. Atmosfere farklı kaynaklardan bırakılan ağır metaller, kuru ve yağ çökeltme ile toprağa, yüzeysel sulara ardından yer altı sularına karışarak ekolojik dengeye zarar verebilmektedir (Seven vd, 2018). Ağır metaller, çok sayıda endüstriyel, evsel, tarımsal, tıbbi ve teknolojik uygulamalarda kullanıldıkları için geniş dağılım oranlarına sahiptirler ve bu nedenle çevre ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri oldukça yüksektir. Ağır metal toksisitesi, kullanılan ağır metal türü, dozu, ağır metale maruz kalma yolu, etkilenen türün evre, eşey, genetik ve beslenme gibi özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Kahveciođlu vd, 2003). Yüksek derecede toksik olmaları nedeniyle, Arsenik,Cd, Cr, Pbve Hg, halk sağlığı açısından önemli olan öncelikli metaller arasında yer almaktadır. Bu ağır metallerin, düşük maruz kalma seviyelerinde bile çoklu organ hasarını indüklediği bilinmektedir. ABD Çevre Koruma Ajansı ve Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı yukarıda bahsedilen ağır metalleri insan kanserojenleri (bilinen veya olası) olarak kabul etmektedir (Tchounwouvd, 2012).

Ağır metaller çok eski zamanlardan günümüze kadar insanlar tarafından farklı amaçlarla işlenmiş ve kullanılmıştır. Madencilik, demir-çelik sanayi, cam ve seramik sanayi, kağıt endüstrisi, petrokimya sanayi, enerji üretimi ve gübre üretimi gibi günümüzün önemli endüstriyel faaliyetleri ağır metallerin en çok kullanıldığı alanlardır. Bu endüstriyel faaliyetlerin kontrolsüz devamı ve bunun yanında imha edilmek yerine doğaya atılan şehirselle atıklar ağır metal kirliliğini hızla artırmıştır (Yavuz ve Sarıgöl, 2016).

Kadmiyum, gümüş beyazlığında, yumuşak, oldukça elektropozitif ve işlenebilir bir metaldir. Doğada maden olarak genellikle Cu, Pb ve Zn ile beraber bulunur. Kadmiyum PVC ürünlerinin stabilizasyonunda renk pigmenti olarak, çeşitli alaşımların yapısında ve günümüzde yaygın olarak şarj edilebilir nikel-kadmiyum pillerin yapısında kullanılmaktadır. Ayrıca çamur veya kentsel kompostlar, pestisitler, gübreler, atık yakma tesislerinden kaynaklanan emisyonlar ve madencilik endüstrisi kadmiyum kaynaklı çevre kirliliğinin nedenleri arasında sayılabilir.

Kadmiyumun toprakta kalma süresi ve suda çözünme özelliği oldukça yüksek olduğundan, doğada hızlı yayılım gösterir ve besin zinciri yoluyla yüksek yapılı organizmalara kolayca ulaşabilir. Ulaştığı organizmalarda böbrek taşları oluşumuna, hiperkalsiüriye ve kalsiyum metabolizmasında bozukluğa yol açabilir. Kadmiyum kemik mineralizasyonuna, kemik hasarı veya böbrek fonksiyon bozukluğuna sebep olabilir. Yavuz ve Sarıgül (2016) karaciğer, mantar, kabuklu deniz ürünleri, midye, kakao tozu ve deniz yosunu gibi gıdalarla bu metalin insan vücuduna alındığını belirtmişlerdir. Ayrıca tütün bitkisi diğer birçok bitkide olduğu gibi topraktan aldığı kadmiyumu biriktirir ve biriken kadmiyum sigara tüketenlerde bu yolla vücuda alınır (Jaikaskar vd, 2014).

Kurşun, mavimsi veya gümüş grisi renğinde yumuşak bir metaldir. Eski dönemlerde kurşun yiyecek pişirme ve saklama kaplarının yapımında, hatta yıllanmış şarapların tatlandırılmasında kullanılırdı. Son yüzyılda çevremizdeki kurşun kirliliğinin %50 sinden fazlasının temel sebebi petrol ürünleridir. Son 50 yılda gelişmiş ülkelerde kurşunsuz benzin kullanımı ile kurşun salınımında ciddi bir azalma gözlenmiştir. Endüstriyel olarak kullanılan kurşun, organik ve inorganik formda bulunur. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metal olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre, çalışma ortamında izin verilen sınır  $0.1 \text{ mg/m}^3$ 'tür. Vücuttan atılım hızı çok yavaş olan kurşun kanda 30 gün, kemiklerde 27 yılda atılır. Kurşun vücutta uzun süre kaldığında depolanır. Yetişkinlerde birikmiş olan kurşunun yaklaşık %94'ü diş ve kemiklerde bulunur (Özbolat ve Tuli, 2016).

Çinko; oksitler, karbonatlar, fosfatlar, silikatlar gibi nispeten suda çözünmeyen formlar halinde bulunur. Günlük hayatımızda otomobil endüstrisinde, kozmetik, vernik, kauçuk, mürekkep, karbon kağıtları, boya maddeleri, silgi ve muşamba

üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle ipek ipliği, fiber üretimi, çelik sanayi ve katot arıtımı uygulayan soğutma sistemlerinde ve metal atık sularında bulunmaktadır (Seven vd, 2018). Çinko normal koşullarda canlılar için esansiyeldir. Çünkü protein ve karbonhidrat sentezi, enzim aktivasyonu, fotosentez, solunum ve biyolojik membran stabilitesi gibi canlılar açısından önemli bazı biyokimyasal ve fizyolojik faaliyetleri etkilemektedir (Ötüken vd, 2007). Ancak sanayileşme ve kentleşmedeki artış sonucunda, çinko ciddi derecede toksik bir çevre kirleticisi haline gelmiştir. Bu durum canlıların metabolizmasını ve gelişimini olumsuz yönde etkilediğinden çinko bazı hücrelerde deformasyonlara sebep olmuştur (Xia vd, 2005).

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda ağır metallerin böceklerin değişik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Raina vd (2001), *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvalarını 6 farklı ağır metale maruz bırakarak post embriyonik gelişim ve ergin çıkışının olumsuz etkilendiğini ayrıca ağır metal uygulanan larvalardan elde edilen neslin üreme potansiyelinin de oldukça azaldığını belirlemişlerdir. Borowska vd (2004), Cu, Zn, Pb ve Cd ile kontamine edilen yapay besin ortamında yetiştirilen *M. domestica* larvalarında, ağır metallerin vücutta biriktiğini ve bu birikiminin larval gelişimi, metamorfozu, larva ve pupların hayatta kalma oranını olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada ağır metallerin toplam hemosit sayısını ve hemositlerin yapışma (adhezyon) yeteneklerini de azalttığını belirtmişlerdir. Filipiak vd (2010) Zn uygulamasının *M. domestica* ve *Drosophila melanogaster* (Diptera:Tephritidae) türlerinde fagositozu arttırdığını ve programlanmış hücre ölümünü etkilediğini göstermişlerdir. Mirčić vd (2010), üç farklı konsantrasyonda kadmiyum çözeltisi kullanarak, kadmiyumun çingene güvesinde larva süresini değiştirmedeğini, pup süresini kısalttığını ve pup büyüklüğünü azalttığını belirlemişlerdir. Shakunthala ve Shalini (2018) kurşun asetat ve çinko klorürün sublethal konsantrasyonlarının *D. melanogaster* da ömür uzunluğunu azalttığını belirlemişlerdir. Ayrıca Suganya vd (2016), kadmiyum ve kurşunun *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) larvaları üzerinde toksik etkisi olduğunu ve antioksidan enzim faaliyetlerinde önemli bir artışa neden olduğunu gözlemlemişlerdir. El-Sheikh vd (2010), yaptıkları çalışmada *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvalarının ölüm yüzdesinin ağır metal konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak arttığını göstermişlerdir. Başka bir çalışma da Gao vd (2012), kadmiyumun tahıl biti, *Sitobion avena* Fabricius (Hemiptera: Aphididae)'un gelişimi,

verimi ve üremesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kadmiyumun *S. avenae*'nin hayatta kalma ve üreme özelliklerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

*Achroia grisella* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) Küçük Balmumu Güvesi olarak bilinen, arı kovanlarına ciddi zarar veren ve bal arısı populasyonlasyonlarını tehdit eden kozmopolit bir zararlı türüdür (Mahgoup vd, 2015). Özellikle zayıflamış kovanlarda güvelerin daha zararlı olduğu bilinmektedir. Bal arılarının olduğu hemen hemen her yerde bulunabilirler ve dişiler normal koşullarda yumurtalarını bal kovanlarının içindeki yarıklara bırakırlar. Gelişmekte olan larva,polen, bal ve balmumu ile beslenir, bu nedenle arıcılık endüstrisinde ağır ekonomik hasara neden olurlar.

*Achroia grisella* (Fabricius, 1794) türünün sistematikteki yeri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

Takım: Lepidoptera

Üst familya: Ditrysia

Familya: Pyralidae

Altfamilya: Gallerinae

Cins: *Achroia* Fabricius, 1794

Tür: *Achroia grisella*

Gelişim süresinin kısa olması, kolay üretilebilmesi ve üzerinde çeşitli parazitoit ve predatörlerin yetişmesine olanak tanınması gibi nedenlerle *A. grisella* türünün biyolojisi, davranış özellikleri ve kontrolü konusunda bazı çalışmalar yapılmıştır (Greenfield ve Coffelt, 1983; Nurulloğlu, 2003). *A. grisella* ayrıca böcek fizyolojisi, genomik ve proteomik araştırmalarda da model organizma olarak kullanılmıştır (Ellis vd, 2013; Mahgoup vd, 2015; Gleason vd, 2016; Çelik vd, 2017).

*A. grisella*'nın farklı özellikleri ile ilgili olarak yapılan yukarıda ifade edilen çalışmalar bazı önemli bilgiler sağlamış olmasına rağmen, değişik ağır metallerin *A. grisella*'nın biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkisi çok iyi bilinmemektedir. Bu nedenle bu çalışmada Zn, Pb ve Cd gibi ağır metallerin *A. grisella*'larının protein, karbohidrat ve lipid miktarlarına etkileri araştırılmıştır.

## 2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzde ağır metaller çevre kirliliğinin başlıca nedenleri arasında yer aldıklarından insan ve çevre sağlığı üzerinde önemli etkilere sahiptirler. Bu tez çalışmasında ağır metal olarak Zn, Pb, Cd seçilmiştir. Bu ağır metallere Pb ve Cd düşük konsantrasyonda bulduklarında bile toksik etki yapabilir ve canlıların yaşamsal faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyebilirler. Zn ise esansiyel bir element olup biyolojik açıdan gerekli bazı faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde önemli role sahiptir. Ancak yüksek konsantrasyonda olduğunda organizmalar için olumsuz etkiler yapmaktadır.

Baghban vd (2014), *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) nın üçüncü evre larvalarını farklı konsantrasyonlarda Cd, Cu ve Zn içeren yapay besin ortamında yetiştirmişlerdir. Bu çalışmada, ağır metallerin *H. armigera* larvalarının beslenme indeksleri ve enerji kaynakları üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, ağır metal tipine ve konsantrasyonuna bağlı olarak larvaların özelliklerinin farklı şekillerde etkilendiği gösterilmiştir. Araştırmacılar, ortamda ağır metal bulunmasının *H. armigera* türünün hem besin tüketimi hem de türün biyokimyasal özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Sonuç olarak, ağır metallerin *H. armigera* türünün bağışıklık sistemi ve diğer bazı yaşam parametreleri üzerindeki etkilerinin de çalışılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Bischof (1995), ağır metal stresinin *Glyptapanteles liparidis* Bouche (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenen *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Erebidae) larvalarının hemolenfindeki ve toplam vücut dokularındaki karbohidrat ve lipit metabolizması üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, hemolenfde trehaloz konsantrasyonunun özellikle Cd kontaminasyonundan sonra büyük ölçüde azaldığı, sorbitol ve glukoz konsantrasyonlarının ise bu durumdan çok etkilenmediği belirlenmiştir. Vücut dokularında ise, glikojen miktarı Cd ve Zn kontaminasyonundan sonra azalmıştır. Ayrıca ağır metal etkisi nedeniyle hem hemolenfde hem de vücut dokularında lipit miktarının da azaldığı gösterilmiştir. Bu nedenle, metal kontaminasyonunun trehaloz, glikojen ve lipit gibi önemli depo bileşenlerinin konsantrasyonlarını ciddi şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Bischof (1996), Cd, Pb, Cu ve Zn nin iki farklı konsantrasyonu ile kontamine edilmiş besin ortamında yetiştirilen *G.Liparidis* (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenen *L. dispar* larvalarında bu ağır metallerin hemolenf ve vücut dokularındaki protein konsantrasyonları ve hemolenfdeki serbest aminoasit konsantrasyonları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda hemolenfde bulunan serbest aminoasit konsantrasyonlarının sekiz kontaminasyon grubundan sadece beş tanesinde arttığını, ancak hemolenfdeki protein konsantrasyonlarının tüm kontamine olan gruplarda önemli ölçüde azaldığını belirlemiştir. Ayrıca çalışmada ağır metal stresi nedeniyle toplam vücut proteinlerinin hemolenfde belirlenen azalmanın aksine artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Borowska vd (2004), Cu, Zn, Pb ve Cd ile kontamine edilmiş yapay besin ortamında yetiştirilen *M. Domestica* larvalarında ağır metallerin vücutta biriktiğini ve bu birikmenin larval gelişimi, metamorfozu ve larva ve pupların hayatta kalma oranını olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Aynı çalışmada, ağır metallerin toplam hemosit sayısını ve hemositlerin yapışma (adhezyon) yeteneklerini de azalttığı gösterilmiştir.

Bream (2003), kurşun nitrat ve bakır sülfatın üç farklı konsantrasyonuna (10, 20 ve 30 mM) maruz bırakılan sucul böcek türü *Sphaerodema urinator*'da karbohidrat, lipit, protein miktarlarının büyük oranda azaldığını göstermiştir. Ayrıca, çalışmada asit fosfataz aktivitesinde artma ve alkalın fosfataz aktivitesinde azalma olduğu da belirlenmiştir.

El-Sheikh vd (2010), yaptıkları çalışmada, *C. pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvalarının ölüm yüzdesinin ağır metal konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak arttığını, test edilen larva evreleri üzerinde ağır metallerin farklı toksisiteye sahip olduklarını göstermişlerdir. Bu çalışmada larva evresi üzerinde en toksik metalin kadmiyum olduğu ve bunu Hg, Cu ve kurşunun izlediği belirlenmiştir. Ayrıca ağır metal uygulamasının dişi tarafından bırakılan yumurta sayısını ve bu yumurtaların açılma yüzdesini düşürdüğü tespit edilmiştir. Ağır metal uygulamasının biyokimyasal etkileri ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde ise, kadmiyum ve civanın *C. pipiens* erkek ve dişilerinin tüm vücut dokularında bulunan toplam karbohidrat miktarını azalttığı, bakır ve çinko verilen gruplarda dişilerin lipit içeriğinin azaldığı, bakır ve kurşun uygulamasının erkeklerde ise lipit içeriğini arttırdığı ifade edilmiştir.

Filipiak vd (2010), Zn uygulamasının *M. domestica* ve *D. melanogaster* türlerinde fagositozu arttırdığını ve programlanmış hücre ölümünü etkilediğini göstermişlerdir.

Gao vd (2012), kadmiyumun tahıl biti, *S. avena* Fabricius (Hemiptera: Aphididae)'un gelişimi, verimi ve üremesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Toprak ve buğdaydaki Cd konsantrasyonlarının korelasyon analizi, topraktaki Cd konsantrasyonunun artışıyla buğdaydaki miktarın da arttığını göstermiştir. Çalışma sonucunda kadmiyumun *S. avenae*'nin hayatta kalması ve üremesini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Kayış ve Emre (2012), kadmiyumun parazitoit *Pimpla turionellae* (Hymenoptera:Ichneumonidae) da protein ve glikojen sentezine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçları, sentezlenen toplam protein miktarının 20. günde tüm kadmiyum konsantrasyonlarında azaldığını, 30. günde en düşük kadmiyum konsantrasyonunda arttığını, en yüksek konsantrasyonda ise azaldığını göstermiştir. Bu çalışmada böcek tarafından sentezlenen glikojen miktarının da kadmiyum uygulamasından etkilendiği ve genel olarak kontrol grubuna göre artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar çalışma sonuçlarına dayanarak biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilen *P. turionellae* türünün ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olabileceğini belirtmişlerdir.

Mirčić vd (2010), üç farklı konsantrasyonda kadmiyum çözeltisi kullanarak, çingene güvesinin larva ve pup gelişim süreleri, pup büyüklüğü ve ömür uzunluğundaki değişimi araştırmışlardır. Sonuçta, besinde kadmiyum bulunmasının larva süresini değiştirmedeği, pup süresini kısalttığı ve pup büyüklüğünü azalttığı belirlenmiştir. En güçlü etki en yüksek kadmiyum konsantrasyonunda gerçekleşmiştir. Kadmiyumun erkek ve dişilerin yaşamsal parametreleri üzerindeki etkileri benzer bulunmuştur. Sonuç olarak, kadmiyumun çingene güvesinin büyüme ve gelişmesi üzerinde olumsuz etki yaptığı ve bu etkinin doza bağlı olduğu belirlenmiştir.

Raina vd (2001), *M. domestica* larvalarını 6 farklı ağır metale maruz bırakarak post embriyonik gelişim ve ergin çıkışının olumsuz etkilendiğini göstermişlerdir. Bu çalışmada ayrıca ağır metal uygulanan larvalardan elde edilen neslin üreme potansiyelinin de oldukça azaldığını belirlemişlerdir.

Seven vd (2018),“Toprak Ve Havada Ağır Metal Kirliliği” konulu derleme çalışmasında, havada ve toprakta bulunabilecek bazı ağırmetallerin (Pb, Cd, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, Hg) kaynakları, birikimi ve sağlık açısından etkileri gibi konuları değerlendirmişlerdir.

Suganya vd (2016), kadmiyum ve kurşun toksisitesi ve bu ağır metallerin *S. litura* larvalarının antioksidan enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada, kadmiyum ve kurşunun *S. litura* larvaları için toksik olduğunu ve oksidatif strese neden olduklarını göstermişlerdir.

Shakunthala ve Shalini (2018), *D. melanogaster* larvalarının besinine kurşun asetat ve çinko klorürün subletal konsantrasyonları ilave edildiğinde, erginlerin ömür uzunluğunun azaldığını belirlemişlerdir.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Denemelerde Küçük Balmumu Güvesi, *A. grisella*'nın son evre larvaları kullanılmıştır. Denemelere ilk olarak *A. grisella*'nın stok kültürlerinin kurulmasıyla başlanmıştır.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. *A. grisella* stok kültürlerinin kurulması

*A. grisella* stok kültürü Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Hayvan Fizyolojisi Araştırma Laboratuvarında yetiştirilen *A. grisella* erginleri kullanılarak hazırlandı. Böcek türünün beslenmesinde Sak vd (2006)'nın Bronskill (1961) besininde düzenleme yaparak elde ettikleri petek, kepek, bal, gliserol ve saf sudan oluşan karışım kullanıldı (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Bronskill (1961) tarafından önerilen besin içeriği ve içerikte yapılan değişiklik (Sak vd, 2006).

	Bronskill Besini	Kullanılan Besin
Ufalanmış Petek	200 g	200 g
Kepek	500 g	860 g
Süzme Bal	150 ml	150 ml
Gliserol	300 ml	300 ml
Saf Su	150 ml	150 ml

Yukarıda içeriği verilen besin hazırlanarak yarım litre hacmindeki cam kavanozlara konuldu. Kavanozların herbirine 10-15 tane *A. grisella* ergini ilave edildikten sonra kavanozların üst kısımları böceklerin kaçmasını engellemek için hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde uygun bir bez parçası ile kapatıldı.

Hazırlanan kavanozlar % 60±5 nispi nem, 26±2 °C sıcaklık ve 16:8 (A:K) fotoperiyot koşullarındaki laboratuvar ortamında bekletildi. Belirli zaman aralıklarında hazırlanan kültürler ile süksesif böcek kültürleri oluşturuldu.

### **3.2.2. Ağır metal çeşitlerinin ve konsantrasyonlarının belirlenmesi ve stok ağır metal çözeltilerinin hazırlanması**

Çalışmada, ağır metal olarak Zn, Pb ve Cd'un üçer farklı konsantrasyonu kullanılacaktır. Her bir ağır metal için 2000 ppm stok çözelti hazırlandı. Bu stok çözeltiler kullanılarak, her ağır metal türü için 50, 100 ve 200 mg/kg olmak üzere üç farklı konsantrasyonda ağır metal çözeltileri hazırlandı. Farklı konsantrasyondaki ağır metal çözeltileri *A. grisella* besinine ilave edilerek farklı beslenme grupları oluşturuldu. Bu gruplarda gözlem yapılarak, tüm ağır metal çeşitlerinde ve konsantrasyonlarında yeni ergin böceklerin elde edildiği belirlendi. Gözlem sonuçları dikkate alınarak seçilen ağır metal çeşitlerinin ve konsantrasyonlarının çalışma için uygun olduğu sonucuna varıldı.

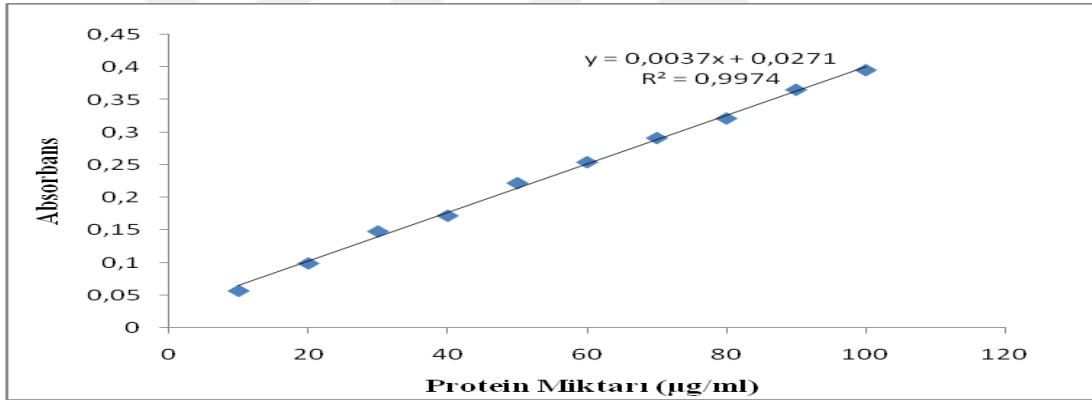
### **3.2.3. Ağır metallerin uygulaması**

Farklı konsantrasyonda (50, 100, 200 mg/kg) Zn, Pb ve Cd içeren besinler hazırlanarak bu besinlerden yarım litrelik cam kavanozlara yeterince konulup, her kavanoza 10-15 adet *A. grisella* ergini yerleştirildi. Bu kavanozlardan elde edilen son evre larvalar tartılarak -20 °C'de stoklandı ve biyokimyasal analizlerde kullanıldı. Kontrol grubunun oluşturulmasında ise besine hiçbir ağır metal çözeltilerinden ilave edilmedi ve süksesif kültürlerin hazırlanmasında kullanılan besin içeriğinin aynı kullanıldı.

### 3.2.4. Biyokimyasal analizler

#### 3.2.4.1. Protein miktarının belirlenmesi

Larvalardaki protein miktarının belirlenmesinde Lowry vd (1951)'nin yöntemi kullanıldı. Protein analizine başlamadan önce farklı konsantrasyonlarda sığır serum albumin (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 µg/ml) içeren çözeltiler kullanılarak standart bir protein grafiği hazırlandı. Bu çözelti örneklerine Lowry metodu uygulanarak elde edilen numunelerin absorbans değerleri 695 nm dalga boyunda okundu. Bu işlem her bir konsantrasyon için üç kez tekrarlandı ve elde edilen değerlerin ortalaması alındı. Her bir konsantrasyon için belirlenen absorbans değerleri kullanılarak standart protein grafiği oluşturuldu (Şekil 3.1).



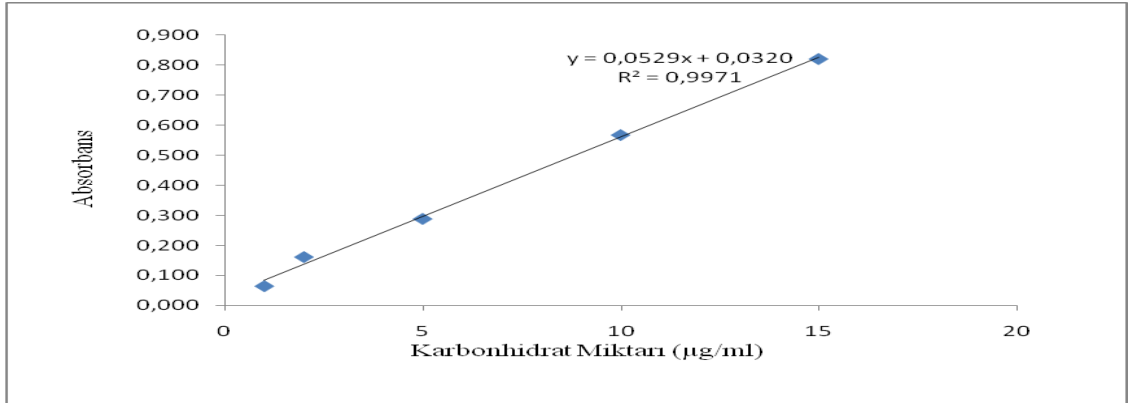
Şekil 3.1. Sığır serum albumin çözeltileri kullanılarak hazırlanan standart protein grafiği

Larvalarda protein miktarını belirlemek için, tartıldıktan sonra -20 °C'de stoklanan larva örnekleri dondurucudan çıkarılarak 500 µl tampon çözeltide homojenize edildi. Bu homojenatlar tamponla 1000 µl ye tamamlanarak +4 °C'de 3500 devir/dakikada 15 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 100 µl alınarak üzerine 900 µl tampon ilave edildi böylece örneklerde 10 kat sulandırma yapıldı. Sulandırılan örneklerden 100 µl alınarak Lowry metodu uygulandı. Hazırlanan numunelerin absorbans değerleri 695 nm dalga boyunda okundu. Elde edilen absorbans değerleri standart protein grafiğinde bulunan değerler ile karşılaştırılarak larvalardaki protein miktarı belirlendi.

### 3.2.4.2. Karbohidrat ve lipit miktarlarının belirlenmesi

Larvalarda lipit ve karbohidrat miktarının belirlenmesi için, daha önce farklı araştırmacılar (Olson vd, 2000; Fadamiro ve Heimpel, 2001; Lee vd, 2004) tarafından kullanılan van Handel (1985a ve 1985b)'den modifiye edilmiş yöntemlerden yararlanıldı. İlk olarak standart karbohidrat ve lipit grafikleri oluşturuldu.

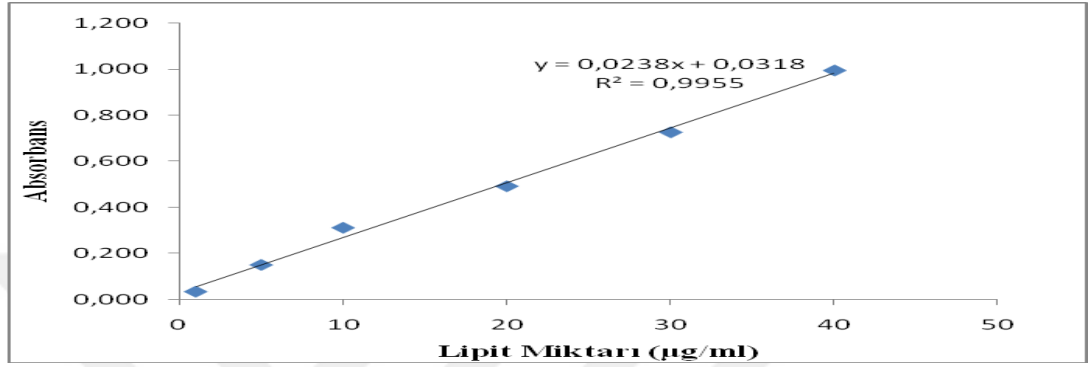
Standart karbohidrat grafiğinin hazırlanması için farklı konsantrasyonda glikoz çözeltileri (1, 2, 5, 10, 15 µg/ml) hazırlandı. Bu çözeltilerden 200 µl bir tüpe aktarıldı. Hazırlanan tüpler içerisinde yaklaşık 50 µl çözeltili kalana kadar 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda bekletildi. Su banyosundan çıkarılan tüplere 950 µl antron reaktifi (van Handel, 1985a) eklendikten sonra tüpler tekrar 90 °C'deki su banyosuna yerleştirildi ve 15 dakika bekletildi. Bu süre sonunda tüplerde bir renk değişimi gözlemlendi. Tüplerdeki numunelerin absorbans değerleri 625 nm dalga boyunda okundu. Bu işlemler her bir konsantrasyon için üç kez tekrarlandı ve ortalama değer belirlendi. Elde edilen absorbans değerleri kullanılarak standart karbohidrat grafiği hazırlandı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Glikoz çözeltileri kullanılarak hazırlanan standart karbohidrat grafiği

Standart lipit grafiğini oluşturmak için farklı konsantrasyonlarda mısır yağı çözeltileri (1, 5, 10, 20, 30, 40 µg/ml) hazırlandı. Bu çözeltilerden 200 µl alınarak bir tüpe aktarıldı ve içerisindeki çözeltilerin tamamı buharlaşıncaya kadar 90 °C'deki su banyosunda ısıtıldı. Tüplerde kalan lipit kalıntısının üzerine 40 µl konsantre sülfürik asit çözeltileri ilave edilerek tüpler karıştırıldı ve yeniden 90 °C sıcaklıktaki su

banyosuna yerleştirilerek 2 dakika bekletildi. Çıkarılan tüpler buzda soğutularak içerisinde 960 µl vanilin-fosforik asit reaktifi (van Handel, 1985b) ilave edildikten sonra 30 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Tüplerde renk değişimi gözlemlendi. Örneklerin absorbanans değerleri 525 nm dalga boyunda okundu. Bu işlemler her çözelti konsantrasyonu için üç kez tekrarlanarak ortalaması alındı. Elde edilen absorbanans değerleri kullanılarak standart lipit grafiği çizildi (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Mısır yağı çözeltisi kullanılarak hazırlanan standart lipit grafiği

Larvalardaki karbohidrat ve lipit miktarının belirlenmesi için, -20 °C'de mikrosantrifüj tüplerinde bekletilen larvalar dondurucudan çıkarıldı. Her bir mikrosantrifüj tüpüne 100 µl % 2'lik sodyum sülfat çözeltisi ilave edilerek larvalar homojenize edildi. Homojenatlara 900 µl kloroform-metanol (1:2) karışımı eklenerek karıştırıldı. Karışım 14000 devir/dakikada 2 dakika santrifüj edildi. Santrifüj işlemi sonunda oluşan süpernatanttan 100 µl alınarak bir tüpe aktarıldı ve kloroform-metanol (1:2) karışımı ile 10 kat daha sulandırıldı. Bu karışımdan 100 µl alınarak karbohidrat analizinde, diğer 100 µl ise lipit analizinde kullanıldı.

Karbohidrat analizi için, içerisinde 100 µl numune bulunan tüp 90 °C sıcaklıktaki su banyosundayaklaşık 50 µl çözelti kalana kadar bekletildi. Tüp içerisinde kalan çözelti üzerine 950 µl antron reaktifi eklendikten sonra tüpler tekrar 90°C'deki su banyosuna yerleştirildi ve 15 dakika bekletildi. Tüpteki örneğin absorbanans değeri 625 nm dalga boyunda okunarak standar karbohidrat grafiği ile karşılaştırıldı ve larvalardaki karbohidrat miktarı belirlendi.

Lipit analizi için, içerisinde 100 µl çözelti bulunan tüp çözeltinin tamamı buharlaşmaya kadar 90 °C'deki su banyosunda ısıtıldı. Tüpte kalan lipit kalıntısına 40 µl konsantre sülfürik asit çözeltisi ilave edilerek tüpler karıştırıldı ve 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda 2 dakika bekletildi. Su banyosundan çıkarılan tüp buzda soğutulmuş üzerine 960 µl vanilin-fosforik asit reaktifi ilave edildi ve 30 dakika oda sıcaklığında bırakıldı. Renk değişimi gözlenen örneklerin absorbans değerleri 525 nm dalga boyunda okundu. Bu absorbans değerleri standart lipit grafiğindeki değerlerle karşılaştırılarak larvalardaki lipit miktarı belirlendi.

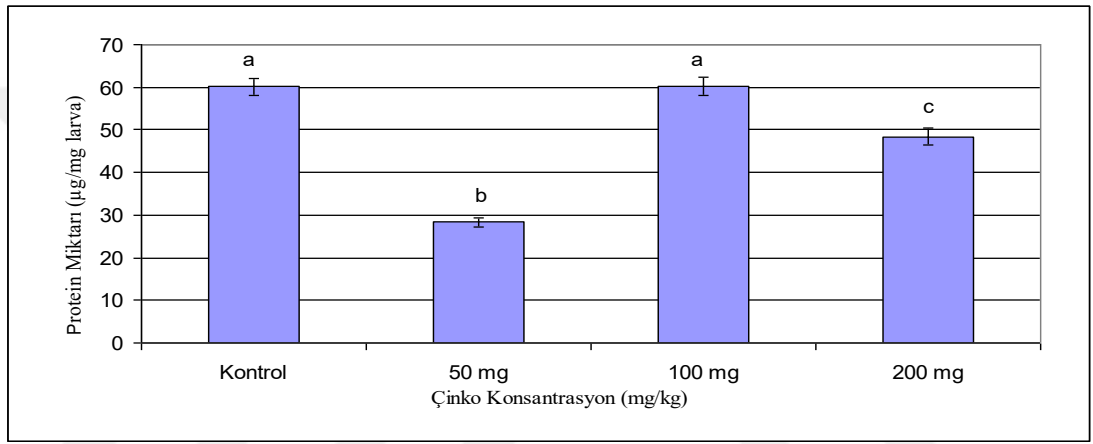
#### **3.2.4.3. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi**

Ağır metal uygulamasının *A. grisella* larvalarının protein, karbohidrat ve lipit miktarlarına etkisi ile ilgili sonuçların değerlendirilmesinde ikiden fazla grubun karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Bu testten elde edilen sonuçların önem seviyeleri Student-Newman-Keuls (SNK testi) kullanılarak değerlendirildi. Değerlendirmelerde 0.05 güven sınırı (P) esas alındı.  $P > 0.05$  ise ortalamalar arasındaki fark önemsiz,  $P \leq 0.05$  ise fark önemli olarak kabul edildi.

## 4.BULGULAR

### 4.1. Çinkonun *A. grisella* Larvalarının Protein, Karbohidrat ve Lipit Miktarlarına Etkileri

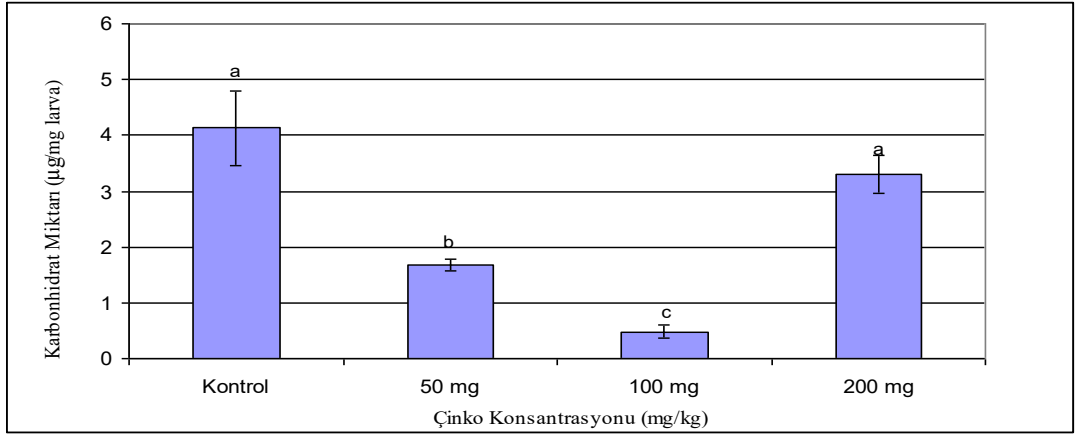
Farklı çinko konsantrasyonlarının *A. Grisella* larvalarının vücut dokularındaki protein miktarına etkisi ile ilgili deneme sonuçları Şekil 4.1.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1.1. Çinkonun *Achroia grisella* larvalarının protein miktarına etkisi

Şekil 4.1.1 incelendiğinde, çinko uygulamasının vücut dokularındaki protein miktarını etkilediği görülmektedir ( $F = 71.224$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ ). Kontrol grubunda bulunan larvaların ortalama protein miktarı  $60.09 \pm 1.90 \mu\text{g/mg}$  olarak belirlendi. Besine çinko ilave edildiğinde, larvaların protein miktarı 50 ve 200 mg/kg çinko içeren gruplarda azalırken, 100 mg/kg çinko içeren grupta dikkate değer bir değişiklik gözlenmedi (Şekil 4.1.1).

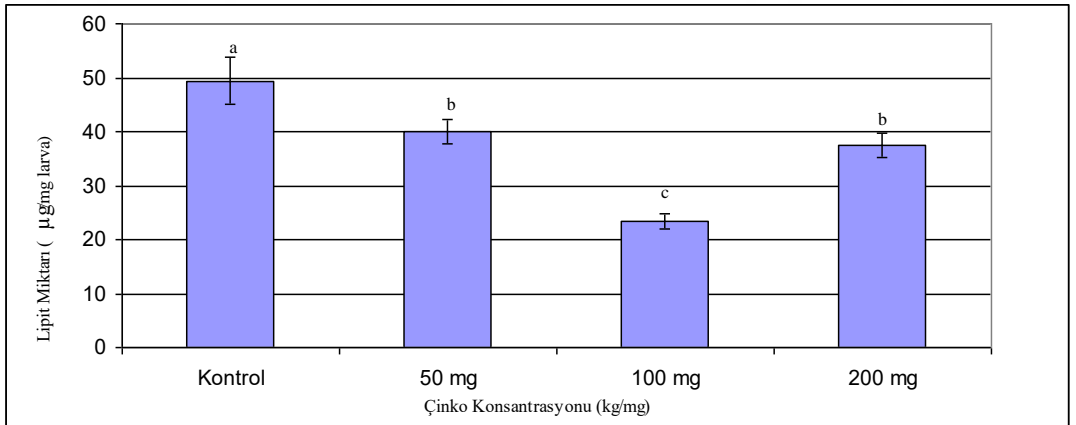
*A. grisella* larvalarının besinine çinko ilave edildiğinde larvaların karbohidrat miktarlarındaki değişikliklere ilişkin sonuçlar Şekil 4.1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1.2. Çinkonun *Achroia grisella* larvalarının karbohidrat miktarına etkisi

Şekil 4.1.2 incelendiğinde, kontrol grubundaki larvaların ortalama karbohidrat miktarının  $4.13 \pm 0.67 \mu\text{g}/\text{mg}$  olduğu görülmektedir. 50 ve 100 mg/kg çinko içeren gruplarda karbohidrat miktarının kontrol grubuna göre azaldığı ( $F = 18.158$ ,  $df = 3,76$ ,  $P 0.000$ ), buna karşın 200 mg/kg çinko içeren gruptaki larvaların kontrol grubundaki larvalarla benzer karbohidrat oranına sahip oldukları görülmektedir.

Çinko uygulamasının *A. grisella* larvalarının lipid miktarına etkisi ile ilgili sonuçlar Şekil 4.1.3’de verilmiştir.



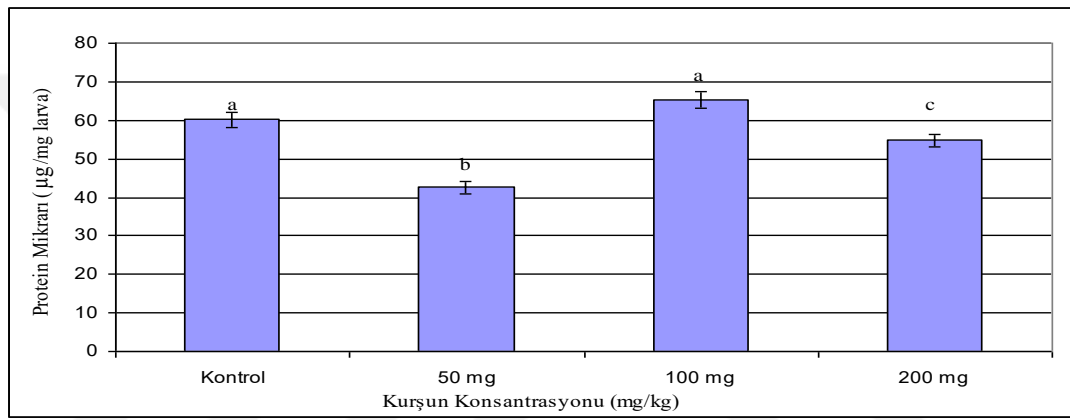
Şekil 4.1.3. Çinkonun *Achroia grisella* larvalarının lipid miktarına etkisi

Şekil 4.1.3’den besine çinko ilave edildiğinde, larvaların vücut dokularındaki lipid miktarının değiştiği görülmektedir. Kontrol grubundaki larvaların vücut dokularında bulunan lipid miktarı  $49.42 \pm 4.32 \mu\text{g}/\text{mg}$  olarak belirlendi. Çinko verildiğinde, denenen tüm konsantrasyon gruplarında larvaların lipid miktarında azalma olduğu ve bu azalmanın kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür ( $F = 15.096$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ ).

Çinko konsantrasyonları karşılaştırıldığında ise, 100 mg/kg çinko içeren gruptaki larvaların en düşük lipit oranına sahip oldukları, buna karşın 50 ve 200 mg/kg olan grupların benzer lipit oranlarına sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.1.3).

#### 4.2. Kurşunun *A. grisella* Larvalarının Protein, Karbohidrat ve Lipit Miktarlarına Etkileri

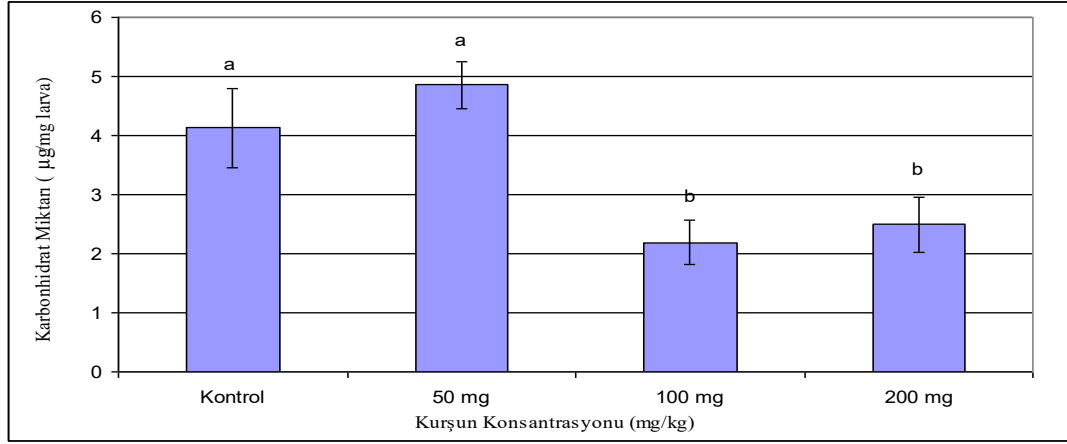
*A. grisella* larvalarının besinine kurşun ilave edildiğinde, bu larvaların vücut dokularında bulunan protein miktarının nasıl etkilendiğine ilişkin deneme sonuçları Şekil 4.2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2.1. Kurşunun *Achroia grisella* larvalarının protein miktarına etkisi

Şekil 4.2.1’de kontrol grubunda  $60.09 \pm 1.90$  µg/mg olarak belirlenen protein miktarının, 50 ve 200 mg/kg kurşun içeren gruplarda istatistiksel açıdan önemli oranda azaldığı görülmektedir ( $F = 27.599$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ ). Buna karşın, 100 mg/kg kurşun içeren gruptaki larvaların kontrol grubu ile benzer protein miktarına sahip oldukları belirlenmiştir.

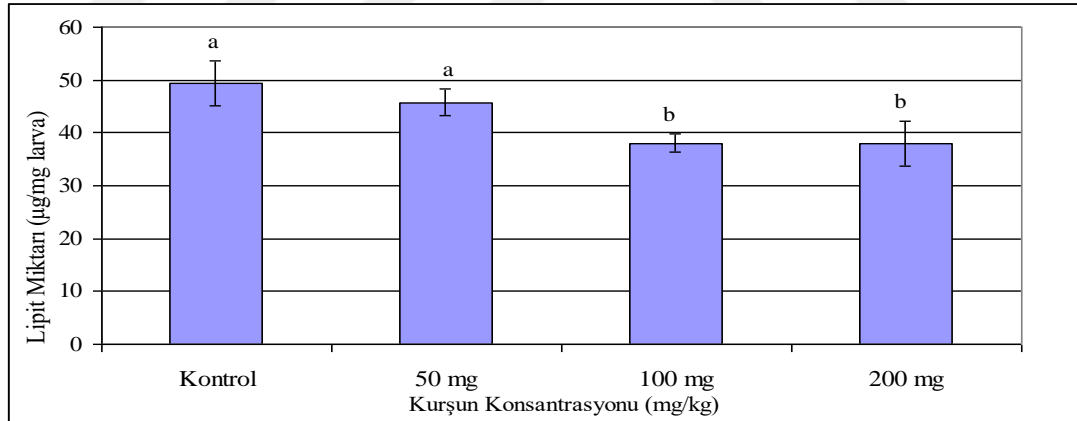
Kurşun uygulamasının larvaların karbohidrat oranına etkisi ile ilgili sonuçlar Şekil 4.2.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2.2. Kurşunun *Achroia grisella* larvalarının karbohidrat miktarına etkisi

Şekil 4.2.2’de görüldüğü gibi 50 mg/kg kurşun içeren grupta larvalar kontrol grubu ile benzer karbohidrat miktarına sahip iken, 100 ve 200 mg/kg olan gruplarda karbohidrat miktarı dikkate değer ölçüde azalmıştır ( $F = 6.905$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ ) (Şekil 4.2.2).

Besindeki farklı kurşun konsantrasyonlarının larvaların lipit miktarına etkisi ile ilgili sonuçlar Şekil 4.2.3’de verilmiştir.

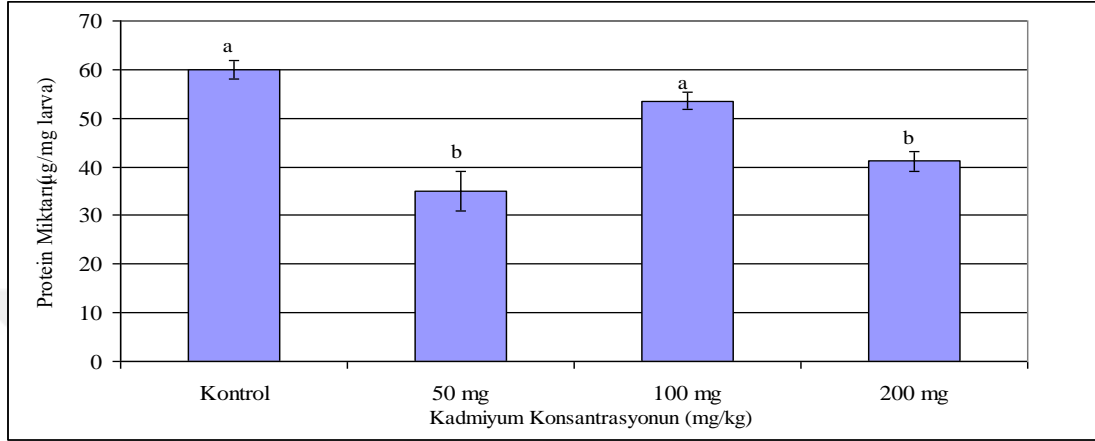


Şekil 4.2.3. Kurşunun *Achroia grisella* larvalarının lipit miktarına etkisi

Şekil 4.2.3 incelendiğinde, kurşun uygulamasının karbohidrat miktarlarına etkisi ile ilgili sonuçlara benzer bir eğilimin ortaya çıktığı görülmektedir. Kontrol grubunda ve 50 mg/kg kurşun içeren gruptaki larvalar benzer lipit oranına sahip iken, 100 ve 200 mg/kg olan gruplarda larvalar kontrol grubundan daha az lipit içermektedir ( $F = 2.857$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.043$ ) (Şekil 4.2.3).

### 4.3. Kadmiyumun *A. grisella* Larvalarının Protein, Karbohidrat ve Lipit Miktarlarına Etkileri

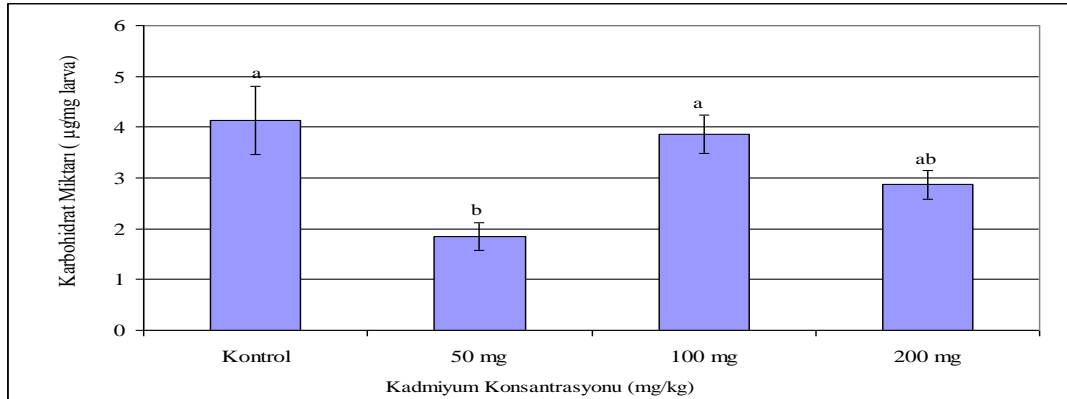
Kadmiyum konsantrasyonlarının *A. grisella* larvalarının protein miktarına etkisine ilişkin sonuçlar Şekil 4.3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3.1. Kadmiyumun *Achroia grisella* larvalarının protein miktarına etkisi

Şekil 4.3.1 incelendiğinde, besine kadmiyum ilavesinin larvaların protein miktarını azalttığı görülmektedir. Azalma oranı 50 ve 200 mg/kg kadmiyum içeren gruplarda kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli iken ( $F = 19.463$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.000$ ), 100 mg/kg olan grupta önemli değildir (Şekil 4.3.1).

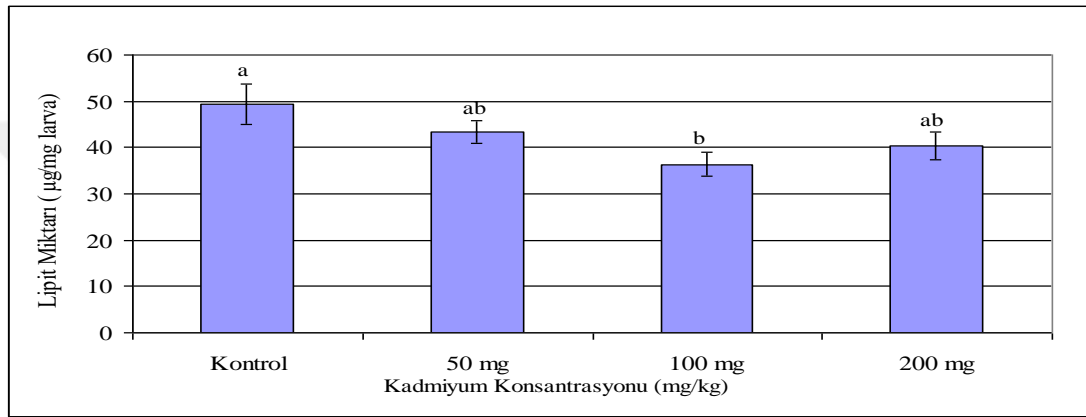
Larvalara besin içerisinde kadmiyum verilmesinin karbohidrat miktarına etkileri Şekil 4.3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3.2. Kadmiyumun *Achroia grisella* larvalarının karbohidrat miktarına etkisi

Şekil 4.3.2’de görüldüğü gibi besine kadmiyum ilavesi genel olarak *A. grisella* larvalarının karbohidrat miktarında azalmaya neden olmuştur, ancak bu azalma sadece 50 mg/kg kadmiyum içeren grupta kontrol grubundan farklı bulunmuştur ( $F = 5.820$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.001$ ) (Şekil 4.3.2). Buna karşın 100 ve 200 mg/kg kadmiyum içeren besinle beslenen gruplarda karbohidrat miktarı kontrol grubuna benzerdir.

Farklı kadmiyum konsantrasyonlarının larvaların lipit miktarına etkisiyle ilgili sonuçlar Şekil 4.3.3’de belirtilmiştir.



Şekil 4.3.3. Kadmiyumun *Achroia grisella* larvalarının lipit miktarına etkisi

Şekil 4.3.3 incelendiğinde kontrol grubundaki larvaların ortalama lipit miktarı  $49.42 \pm 4.32 \mu\text{g/mg}$  iken, deneme gruplarında azaldığı görülmektedir. 100 mg/kg kadmiyum içeren grupta lipit miktarı  $36.36 \pm 2.56 \mu\text{g/mg}$  olarak belirlendi. Elde edilen bu değer istatistiksel olarak kontrol grubundan farklıdır ( $F = 2.997$ ,  $df = 3,76$ ,  $P = 0.036$ ) (Şekil 4.3.3). 50 ve 200 mg/kg kadmiyum içeren gruplardaki larvaların lipit miktarları kontrol grubundakilerden istatistiksel açıdan farksızdır.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada çinko, kurşun ve kadmiyumun küçük balmumu güvesi *A. grisella* larvalarının vücut dokularında bulunan protein, karbohidrat ve lipit miktarları üzerindeki etkileri araştırmıştır. Ağır metallerin larvaların protein miktarlarına etkisi ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde (Şekil 4.1.1, Şekil 4.2.1, Şekil 4.3.1) genel olarak protein miktarlarının azaldığı görülmektedir. Deneme gruplarından sadece 100 mg/kg Zn ve 100 mg/kg Pb içeren gruplarda protein miktarları kontrol grubuna göre çok az artış göstermiş ancak bu artış istatistiksel açıdan kontrol grubundan farksız bulunmuştur.

Ağır metal uygulaması sonucunda protein miktarında görülen azalma farklı araştırmacıların çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, Emre vd (2013), yüksek konsantrasyonda Cd (20 ve 40 mg/kg) uygulamasının *G. mellonella* larvalarında toplam protein miktarını önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir. Benzer sonuçlar Islam ve Roy (1983), *Chrysochoris stollii*, Ortel (1991), *P.turionellae* ve Wu vd (2006), *Boettcherisca peregrina* türlerinde yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir. Protein miktarındaki azalma, Norton ve Kench (1977) tarafından ileri sürüldüğü gibi doğrudan protein sentezinin inhibe edilmesinden ya da Sancho vd (1998)'nin belirttiği gibi toksik maddelerin neden olduğu zararları giderilmesinde kullanılan lipoprotein miktarındaki azalmadan kaynaklanmış olabilir. Bulgularımızın aksine, Baghban vd (2014), çalışmalarında kullandıkları tüm bakır konsantrasyonlarında (25, 50 ve 100 mg/kg diet) ve düşük çinko konsantrasyonlarında (25 ve 50 mg/kg diet) *H. armigera*'nın 3. evre larvalarında protein miktarının arttığını göstermişlerdir.

Ağır metallerin protein miktarı üzerindeki etkileri kullanılan böcek türüne, eşeyine, böceğin maruz kaldığı ağır metal tipine, konsantrasyonuna ve maruz kalma süresine göre farklılık gösterebilir. Örneğin, Kayış ve Emre (2012), besine ilave edilen kadmiyumun *P. turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) dişilerinde genel olarak protein miktarını azalttığını ancak bazı günlerde (30. gün) özellikle düşük kadmiyum konsantrasyonlarında protein miktarının kontrol grubuna göre artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Hassan vd (2011), Cd, Cu, Pb ve Hg uygulamasının *C. pipiens* dişilerinde toplam protein miktarını azalttığını, buna karşın aynı türün Cu, Pb ve Hg uygulanan erkeklerinde proteinin artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ağır metaller aynı böcek türünün hemolenf ve toplam vücut proteinleri üzerinde de farklı etki gösterebilirler. Bischof (1996), *G.liparidis* tarafından parazitlenen ve daha sonra Cd, Pb, Cu ya da Zn ile kontamine edilen besin ortamında yetiştirilen *L. dispar* larvalarının hemolenf protein konsantrasyonunun tüm kontamine olan gruplarda önemli ölçüde azaldığını, ancak toplam vücut proteinlerinin arttığını göstermiştir.

Besine Zn, Pb ve Cd ilavesinin larvaların karbohidrat miktarlarına etkisi ile ilgili sonuçlar incelendiğinde (Şekil 4.1.2, Şekil 4.2.2, Şekil 4.3.2) genel olarak proteinde olduğu gibi azalma olduğu görülmektedir. Karbohidrat miktarlarında görülen azalma oranı bazı deneme gruplarında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Karbohidrat miktarlarında belirlenen azalma değişik araştırmacıların farklı böcek türleri ile yaptıkları çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bischof (1995), *G. liparidis* tarafından parazitlenmiş *L. dispar* L. larvalarının hemolenfdeki trehaloz konsantrasyonunun Cd kontaminasyonu ile, vücut dokularındaki glikojen konsantrasyonunun da Cd ve Zn kontaminasyonu ile azaldığını belirlemiştir. Benzer olarak, Bream (2003), üç farklı kurşun nitrat ve bakır sülfat (10, 20 ve 30 mM) konsantrasyonuna maruz bırakılan sucül böcek türü *S.urinator*'da karbohidrat miktarının azaldığını göstermiştir. El-Sheikh vd (2010)' de kadmiyum klorür veya civa nitrat verilen larvalardan elde edilen erkek ve dişi *C. pipiens* erginlerinde toplam karbohidrat içeriğinin dikkate değer şekilde azaldığını ifade etmişlerdir. George (1982), Zn, Fe, manganez, Cd ve Hg gibi birçok metal kationların kalsiyum ile birlikte mitokondri içinde biriktiğini, Viarengo (1985), ise mitokondride çok düşük konsantrasyonda bile olsalar bu metallerin oksidatif fosforilasyonu inhibe ettiklerini göstermiştir. Spring vd (1977), ise bu azalmanın glikoneolitik sürecin hızlanması ile ilişkili olabileceğini ifade etmiştir. Farklı araştırmacıların çalışmaları sonucunda elde ettikleri bu bulgular *A. grisella* larvalarının karbohidrat miktarlarında görülen azalmanın nedenini açıklamak için yardımcı olabilir. Bizim sonuçlarımızdan farklı olarak Wu vd (2006), *B. peregrina* türünde yüksek konsantrasyonda kadmiyum uygulamasının hemolenfdeki toplam şeker miktarını arttırdığını göstermiştir. Kayış ve Emre (2012), ise *P. turionellae* (Hymenoptera:Ichneumonidae) dişilerinde glikojen miktarının kadmiyum uygulamasından sonra arttığını göstermişlerdir.

Metal kontaminasyonun aynı böcek türü üzerindeki etkisi metal tipine ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, Ortel (1996), *L. dispar* larvalarının hemolenfinde metal kontaminasyonunun trehaloz miktarını düşürdüğünü göstermiştir. Aynı çalışmada larvaların vücut dokularında bulunan glikojen içeriğinin düşük Cd, Pb ve Cu konsantrasyonlarında arttığı, yüksek Cd ve her iki (yüksek ve düşük) Zn konsantrasyonunda azaldığı ve dokulardaki serbest glukoz miktarının da sadece üç metal grubunda (Cd 10, Pb 60 ve Pb 20) artış gösterdiği belirlenmiştir.

Ağır metal uygulaması *A. grisella* larvalarının vücut dokularındaki lipit miktarında azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.1.3, Şekil 4.2.3, Şekil 4.3.3). Metal kontaminasyonu sonucunda lipit miktarında görülen azalma Islam ve Roy (1983), *C. Stolle*, Ortel (1991), *P. Turionellae* Bischof (1995); Ortel (1995), *L. Dispar*, Shin vd (2001), *G. mellonella* gibi böcek türleri ile yapılan çalışmalarda da belirlenmiştir. Lipit miktarında belirlenen azalma, ağır metal stresi altında enerji ihtiyacının artışı ve böceğin bu ihtiyacı karşılayabilmek için lipitleri diğer enerji kaynaklarını desteklemek amacıyla kullanmış olması ile açıklanabilir. Ağır metal kontaminasyonunun aynı tür üzerindeki etkisi eşeyler arasında farklılık gösterebilir. Örneğin, El-Sheikh vd (2010), *C. pipiens* dişilerinde bakır sülfat ve civa nitratin toplam lipit miktarını azalttığını, erkeklerde ise bakır sülfat ve kurşun nitratin lipit miktarını artırdığını tespit etmiştir.

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Böcekler ekosistemde diğer birçok canlı türü tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ağır metal kirliliğinin yoğun olduğu yerlerde yaşayan böcekler farklı şekillerde bu ağır metalleri vücutlarına alır ve biriktirirler. Besin zinciri yoluyla bu metaller ekosistemdeki diğer yüksek yapılı organizmalara geçerek onların bazı hayatsal fonksiyonlarını olumsuz etkilerler. Ağır metallerin canlılar üzerindeki toksik etkileri, ağır metal türüne ve bu ağır metallerin etkiledikleri canlı türüne göre farklılık gösterebilir. Toksik etkinin değerlendirilmesinde, ağır metale ait doz, maruz kalma yolu ve süresi ile etkilenen türe ait gelişim evresi, eşey, genetik yapı ve beslenme şekli gibi özellikler de dikkate alınmalıdır.

Böcekler hayatta kalmak ve üremek için önemli miktarlarda protein, lipit ve karbohidrata ihtiyaç duyarlar.Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar, çalışmada kullanılan ağır metallerin (Cd, Zn, Pb) genel olarak *A. grisella* larvalarının vücut dokularında bulunan protein, lipit ve karbohidrat miktarlarını azalttığını göstermiştir. Elde edilen sonuçlar diğer birçok araştırmacı tarafından belirlenen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Böceğin biyokimyasal kompozisyonunun ağır metal kullanımı sonucunda değişmiş olması onun gelişimden üremeye birçok fizyolojik faaliyetini etkileyecektir. Bu nedenle ileri de yapılacak çalışmalarda ağır metallerin *A. grisella* türünün biyolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin ayrı ayrı ve daha detaylı şekilde değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Asri Ötüken, F., Sönmez, S. ve Çıtak, S. 2007. Kadmiyumun çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Derim*, 24, 32-38.
- Baghban, A., Sendi, J. J., Zibae, A. and Khosravi, R. 2014. Effect of heavy metals (Cd, Cu, and Zn) on feeding indices and energy reserves of the cotton boll worm *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Protection Research*, 54:4, 368-371.
- Bischof, C. 1995. Effects of heavy metal stress on carbohydrate and lipid concentrations in the haemolymph and total body tissue of parasitized *Lymantria dispar* L. Larvae (Lepidoptera). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 112:1, 87-92.
- Bischof, C. 1996. Effects of heavy metal stress on free amino acids in the haemolymph and proteins in haemolymph and total body tissue of *Lymantria dispar* larvae parasitized by *Glyptapanteles liparidis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79:1, 61-68.
- Borowska, J., Sulima, B., Niklinska, M. and Pyza, E. 2004. Heavy metal accumulation and its effects on development, survival and immuno-competent cells of the housefly *Musca domestica* from closed laboratory populations as model organism. *Fresenius Environmental Bulletin*, 13: 1402-1409.
- Bream, A.S. 2003. Laboratory evaluation of heavy metal stress on certain biochemical parameters of the aquatic insect, *Sphaerodema urinator* Duf. (Hemiptera: Belostomatidae). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 68:4, 291-297.
- Bronskill, J.K. 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyrilidae). *The Journal of the Lepidopterist's Society*, 15, 102-104.
- Çelik, D., Özbek, R. ve Uçkan, F. 2017. Effects of indole-3-acetic acid on hemocytes of *Achoria grisella* Fabr. (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Entomological Research Society*, 19:2, 83-93.
- Ellis, D. J., Graham, R. J. and Mortensen, A. 2013. Standard methods for wax moth research. *Journal of Apicultural Research*, 52:1, 1-17.
- El-Sheikh, Tarek M.Y., Hassan, M. I., Fouda Abd-Elghaphar, A.A. and Hasaballah, A.I. 2010. Toxicological effects of some heavy metal ions on *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 1, 63-76.
- Emre, İ., Kayış, T., Coşkun, M., Dursun, O. and Cogun, H.Y. 2013. Changes in antioxidative enzyme activity, glycogen, lipid, protein and malondialdehyde content in cadmium-treated *Galleria mellonella* larvae. *Annals of the Entomological Society of America, Physiology, Biochemistry and Toxicology*, 106:3, 371-377.
- Fadamiro, H.Y. and Heimpel, G.E. 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of Entomological Society of America*, 94:6, 909-916.
- Filipiak, B., Bilska, B., Tylko, G. and Pyza, P. 2010. Effects of zinc on programmed cell death of *Musca domestica* and *Drosophila melanogaster* blood cells. *Journal of Insect Physiology*, 56, 383-390

- Gao, H. H., Zhao, H. Y., Du, C., Deng, M. M., Du, E. X., Hu, Z. Q and Hu, X. S. 2012. Life table evaluation of survival and reproduction of the aphid, *Sitobion avenae*, exposed to cadmium. *Journal of Insect Sciences*, 12:44.
- George, S.G. 1982. Subcellular accumulation and detoxification of metals in aquatic animals. In: Vernberg, W.B., Calabrese, A., Thurberg, F.P., Vernberg, F.J. (Eds.), *Physiological Mechanisms of Marine Pollutant Toxicity*. Academic Press, 3-52, New York.
- Gleason, J.M., Zhou, Y., Hackett, J.L., Haris, B.R. and Greenfield, M.D. 2016. Development of a genomic resource and quantitative trait loci mapping of male calling traits in the lesser wax moth, *Achroia grisella*. *PLoS ONE 11:1*. doi:10.1371/journal.pone.0147014.
- Greenfield, M.D. and Coffelt, J.A. 1983. Reproductive behaviour of the lesser wax moth, *Achroia grisella* (Pyralidae: Galleriinae): signalling, pair formation, male interactions, and mate guarding. *Behaviour*, 84, 287–315.
- Hassan, M. I., Fouda, M. A., El-Sheikh, Tarek, M. Y., Abd-Elghaphar, A.A. and Hasaballah, A. I. 2011. Electrophoretic study of ovarian protein and amino acid in the mosquito *Culex pipiens* L. (Diptera: Clucidae) as influenced by some heavy metal ions. *Egyptian Journal of Biomedical Sciences*, 36, 1-14.
- Islam, A. and Roy, S. 1983. Effects of CdCl<sub>2</sub> on the quantitative variations of carbohydrate, protein, amino acid and cholesterol in *Chrysochoris stollii* Wolf. (Insecta: Hemiptera). *Current Sciences*, 52, 215-217.
- Jaishankar, M., Tseten, T. P. E., Anbalagan, N., Mathew, B. and Beeregowda, K.N. 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7:2, 60-72.
- Järup, L. 2003. Hazard of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167-182.
- Kahvecioglu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S. 2003. Metallerin çevresel etkileri-1. *Metallurji Dergisi*, 136, 47-53
- Kayış, T. ve Emre, İ. 2012. Ağır metal stresinin *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin protein ve glikojen sentezine etkileri. *Ekoloji*, 21: 83, 61-67.
- Lee, J.C., Heimpel, G. E. and Leibe, G.L. 2004. Comparing floral nectar and aphid honeydew diets on the longevity and nutrient levels of a parasitoid wasp. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 111:3, 189-199.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, 193, 265-275.
- Mahgoub, M.O., Lau, W.H. and Bin Omar, D. 2015. Observations on the biology and larval instars discrimination of wax moth *Achroia grisella* F. (Pyralidae: Lepidoptera). *Journal of Entomology*, 12:1, 1-11.
- Mirčić, D., Janković-Tomanic, M., Nenadović, V., Franeta, F. And Lazarević, J. 2010. The effect of cadmium on the life history traits of *Lymantria dispar* L. *Archives of Biological Sciences Belgrade*, 62:4, 1013-1020.
- Nurullahoğlu, Z.Ü. 2003. *Achroia grisella* (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun yağ asidi bileşimi. *Selçuk Üniversitesi Fen- Edebiyat Fen Dergisi*, 21, 75-78.

- Norton, K.B. and Kench, J.E. 1977. Effects of cadmium on ribosomal protein synthesis in rat liver. *Environmental Research*, 13: 102-110.
- Olson, D.M., Fadamiro, H., Lundgren, J.G., Heimpel, G.E. 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. *Physiological Entomology*, 25:1, 17-26.
- Ortel, J. 1991. Effects of lead and cadmium on chemical composition and total water content of the pupal parasitoid, *Pimpla turionellae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 59, 93-100.
- Ortel, J. 1995. Effects of metals on the total lipid content in the gypsy moth (*Lymantria dispar*, Lymantriidae, Lepid.) and its hemolymph. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 55, 216-221.
- Ortel, J. 1996. Metal-supplemented diet salter carbohydrate levels in tissue and hemolymph of gypsy moth larvae (*Lymantriadispar*, Lymantriidae, Lepidopter). *Enviromental Toxicology and Chemistry*, 17:7, 1171-1176.
- Özbolat, G. ve Tuli, A. 2016. Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri. *Archives Medical Review Journal*, 25, 4502-521.
- Raina, M. R., Pawar, P. And Sharma, N. 2001. Developmental inhibition and reproductive potential impairment in *Musca domestica* L. by heavy metals. *Indian Journal of Experimental Biology*, 39, 78-81.
- Sak, O., Uçkan, F. and Ergin, E. 2006. Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionella* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *The Belgian Journal of Zoology*, 136: 53-58.
- Sancho, E., Ferrando, D., Fernandez, C. and Andreu, E. 1998. Liver energy metabolism of *Anguilla anguilla* after exposure of fenitrothion. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 41: 168-175.
- Seven, T., Can, B., Darende, B. N. ve Ocak, S. 2018. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1:2, 91-103.
- Shakunthala, V. and Shalini H.K. 2018. Combined effect of heavy metals on longevity of *Drosophila melanogaster*. *International Journal of Science and Research*, 7:8, 1315-1318.
- Shin, B.S., Choi, R.N. and Lee, C-U. 2001. Effects of cadmium on total lipid content and fatty acids of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Korean Journal of Ecology*, 24:6, 349-352.
- Spring, J.H., Matthews, R. and Downer, A. 1977. Fate of glucose in the haemolymph of the American cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of Insect Physiology*, 23: 525-529.
- Suganya, M., Karthi, S. and Shivakumar, M.S. 2016. Effect of cadmium and lead exposure on tissue specific antioxidant response in *Spodoptera litura*. *Free Radicals and Antioxidants*, 6:1, 90-100.
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K. and Sutton, D. J. 2012. Heavy metal toxicity and the environmental A.Luch (Ed.). *Molecular, Clinical and Enviromental Toxicology, Experientia Supplementum*, 101, 133-164.
- Van Handel, E. 1985a. Rapid determination of glycogen and sugars in mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1, 299-301.

- Van Handel, E. 1985b. Rapid determination of total lipids in mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 1, 302-304.
- Viarengo, A. 1985. Biochemical effects of trace metals. *Marine Pollution Bulletin*, 16, 153–158.
- Yavuz, O. ve Sarıgöl, N. 2016. Toprak ve sucul ortamlardaki ağır metal kirliliği ve ağır metal dirençli mikroorganizmalar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7:1, 44-51
- Wu, G. Ye, G. Hu, C. and Cheng, J. 2006. Accumulation of cadmium and its effects on growth, development and hemolymph biochemical compositions in *Boettcherisca peregrinalarvae* (Diptera: Sarcophagidae). *Insect Science*, 13, 31-39.
- Zeng, D.M., Wang, Q.C., Zhang, Z.S., Zheng, N. and Zhang, X.W. 2008. Bioaccumulation of total and methyl mercury by arthropods. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 81, 95-100.
- Xia, Q., Sun, H., Hu, X., Shu, Y., Gu, D. and Zhang, G. 2005. Apoptosis of *Spodoptera litura* larval hemocytes induced by heavy metal zinc. *Chinese Science Bulletin*, 50:24, 2856-3860.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Yeliz Yılmaz  
Doğum Yeri : Samsun  
Doğum Tarihi : 31.07.1990  
Yabancı Dili : İngilizce

### **Eğitim Durumu**

Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü  
(2013)

Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji  
Anabilim Dalı (Şubat 2016 – haziran 2019)

### **Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl**

Özel Samsun Oluşum Çok Amaçlı Diş Protez Laboratuvarı/ 2016 ve Halen.