

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tamer KAYIŞ

**FARKLI KADMIYUM ORANLARININ ERGİN *Pimpla turionellae* L'nın
SENTEZLEDİĞİ PROTEİN VE GLİKOJEN MİKTARINA ETKİLERİ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2005

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI KADMIYUM ORANLARININ ERGİN *Pimpla turionellae* L.'NİN SENTEZLEDİĞİ PROTEİN VE GLİKOJEN MİKTARINA ETKİLERİ.

Tamer KAYIŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof.Dr. İskender EMRE

Yıl: 2005, **Sayfa:** 38

Jüri Prof.Dr. İskender EMRE
Yrd.Doç.Dr. Fatma Çevik
Yrd.Doç.Dr. Pınar Özalp

Kadmiyumun farklı oranlarının (%0.05, %0.10, %0.50 ve %1.00) ergin *Pimpla turionellae*'nin sentezlediği protein ve glikojen miktarı üzerine günlere göre (10., 15., 20., 25. ve 30.) olan etkileri kimyasal yapısı bilinen sentetik besinler kullanılarak araştırıldı.

Deneylerde kullanılan kadmiyum derişimleri erkek *P. turionellae* bireylerinin sentezlediği protein miktarını genelde etkilemezken, dişi bireylerde düşük derişimler (%0.05 ve %0.10) protein miktarını arttırmış, yüksek derişimler ise (%0.50 ve %1.00) azaltmıştır. Erkek bireylerdeki glikojen miktarı deney periyodunun ilk günlerinde kadmiyum derişimlerinden etkilenmezken, kadmiyuma maruz kalma süresinin artmasına bağlı olarak glikojen miktarı azalmıştır. Dişi glikojen miktarı genelde günlere ve derişimlere bağlı olarak dalgalanmalar göstermekle beraber, 20. ve 25. günlerde kadmiyum derişiminin artmasına paralel olarak glikojen miktarında bir azalma gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pimla turionellae*, Kadmiyum, Protein ve Glikojen Sentezi

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT CADMIUM CONCENTRATIONS ON PROTEIN AND GLYCOGEN SYNTHESIS IN ADULT *Pimpla turionellae* L

Tamer KAYIŞ

**DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Prof. Dr. İskender EMRE

Year: 2005, **Pages:** 38

Jury Prof. Dr. İskender EMRE
Assist.Prof.Dr. Fatma Çevik
Assist.Prof.Dr. Pınar Özalp

In this study .the effects of different cadmium concentrations (0.05%, 0.10%,0.50% and 1.00%) on *Pimpla turionellae*'s protein and glycogen synthesis were investigated by using synthetic diet.

In the experiments, concentrations of cadmium did not affected on the male *P.turionellae*'s protein levels, where as in female insects, generally high Cd concentrations (0.50% and 1.00%) reduced protein levels and low Cd concentrations (0.05% and 0.10%) increased the protein levels.

On male insects, at the beginning of the experimental periods the glycogen level was not effected by the Cd concentrations, but glycogen levels was reduced due to increasing exposure time of Cd. Although the glycogen levels was not stable on female insects according to the days and concentrations of Cd, an increase of glycogen level was observed as a result of increased concentration of Cd on the 20th and 25th days of experiment.

Key Words: *Pimpla turionellae*, Cadmium, Protein and Glycogen Synthesis

TEŞEKKÜR

Bana bu araştırma konusunu veren, çalışmayı yöneten ve her türlü desteğini esirgemeyen danışman hocam Ç.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Prof.Dr. İskender EMRE' ye içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuvar çalışmalarım sırasında bana çok büyük yardımları olan hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet SULANÇ'a, Araş. Gör. Mustafa COŞKUN'a, arkadaşım Kadir KOCALAR'a ve diğer laboratuvar arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi çalışmalarım sırasında da bana maddi ve manevi olarak sürekli destek veren aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3. MATERYAL VE METOT	7
3. 1. Stok Kültürün Devamlılığı, Beslenmesi ve Deney Böceklerinin Elde Edilmesi	7
3.2. Deney Besinlerinin Hazırlanması	7
3.2.1. Kontrol Besinin Hazırlanması	7
3.2.2. Kadmiyum İçeren Besinlerin Hazırlanması	10
3.3 Deney Böceklerinin Beslenmesi	11
3.4. Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi	11
3.4.1 Glikojen Özütlerinin Hazırlanması.....	11
3.4.2 Protein Özütlerinin Hazırlanması	12
3.4.3 Protein ve Glikojen Miktarının Tespiti İçin Gerekli Çözeltilerin Hazırlanması	12
3.4.4 Total Glikojen Miktarının Saptanması	13
3.4.5 Total Protein Miktarının Saptanması	14
4. BULGULAR	15
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	30
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	38

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Kontrol besininin bileşimi (Emre, 1988)	8
Çizelge 4.1. Ergin <i>P.turionellae</i> dişilerinin sentezledikleri protein miktarına farklı kadmiyum konsantrasyonlarının günlere göre etkileri	16
Çizelge 4.2. Ergin <i>P. turionellae</i> erkeklerinin sentezledikleri protein miktarına farklı kadmiyum konsantrasyonlarının günlere göre etkileri	19
Çizelge 4.3. Ergin <i>P. turionellae</i> dişilerinin sentezledikleri glikojen miktarına farklı kadmiyum konsantrasyonlarının günlere göre etkileri	20
Çizelge 4.4. Ergin <i>P. turionellae</i> erkeklerinin sentezledikleri glikojen miktarına farklı kadmiyum konsantrasyonlarının günlere göre etkileri	24

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1. Besindeki Farklı Kadmiyum Oranlarının <i>P. turionellae</i> Ergin	
Dişilerinin Sentezlediği Protein Miktarına Günlere Göre Etkileri	17
Şekil 4.2. Besindeki Farklı Kadmiyum Oranlarının <i>P. turionellae</i> Ergin	
Erkeklerinin Sentezlediği Protein Miktarına Günlere Göre Etkileri ..	21
Şekil 4.3. Besindeki Farklı Kadmiyum Oranlarının <i>P. turionellae</i> Ergin	
Dişilerinin Sentezlediği Glikojen Miktarına Günlere Göre Etkileri	21
Şekil 4.4. Besindeki Farklı Kadmiyum Oranlarının <i>P. turionellae</i> Ergin	
Erkeklerinin Sentezlediği Glikojen Miktarına Günlere Göre Etkileri ..	25

1. GİRİŞ

Günümüzde doğal çevreyi tehdit eden en önemli tehlikelerden biri çevre kirliliğidir. Çevre kirliliğinin en önemli nedenlerinin başında ise hava, su, toprak ve dolayısıyla flora ve fauna kirliliğine neden olan ağır metaller gelir (Ortel ve Vogel, 1989; Ortel, 1991). Metaller, çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirleticiler arasında ayrı bir önem taşırlar (Ortel 1995a; Türkan, 1995)

Organizmaya alınan metaller toksik etkilerini değişik yollarla gösterebilirler. Örneğin proteinlerle birleşerek onların enzimatik ve yapısal fonksiyonlarını değiştirerek inhibe edebilirler, temel elementlerin yerine geçerek toksik etkilerini gösterebilirler. Bazı toksik metaller ise proteinlerle birleşerek hücre içinde birikime neden olurlar (Bremner, 1974; Yoshikawa, 1982). Biyokimyasal düzeyde bu metallerin aşırı derişimlerinin neden olduğu olumsuz etkiler ATP ve ADP'nin fosfat grubuyla olan reaksiyonları, hücre membranlarının zarar görmesi, -SH gruplarıyla olan reaksiyonları, esas iyonların yerine geçmesi ve esas metabolitlerle rekabet etmesidir. Ağır metaller, özellikle kurşun, peptid ve proteinlerin -SH gruplarıyla reaksiyonlara girerek bu moleküllerin hücredeki biyolojik fonksiyonuna engel olmakta ve bu nedenle azot ve protein miktarı derişim arttıkça azalmaktadır (Gregory, 1997).

Ağır metallerin atom numaraları büyüdükçe toksisite dereceleri artmakta ve bu da canlılar üzerinde geri dönüşümü olmayan tahribatlara hatta ölümlere neden olmaktadır (Uysal ve Bahçeci, 1996). Her geçen gün doğada daha da fazla birikim gösteren ağır metaller, çevrenin doğal dengesini sağlamada önemli rolü olan birçok canlının ortadan yok olmasına neden olmaktadır. Bunlardan en önemli olanı belki de biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilen predatör böcek türü populasyonlarının azalması ve giderek yok olmasıdır. Ağır metallerin ekosistemden uzaklaştırılamadığı da göz önünde bulundurulacak olursa (Linde ve ark., 1996) sorunun önemi bir kez daha açığa çıkmaktadır.

Metallerin vücuda alınımı, fizyolojik etkileri ve salgılanması türlere göre değişiklik gösterdiği gibi, aynı zamanda eşey durumu, yaş, gelişim evresi, mevsimsel farklılıklar, fizyolojik aktivite gibi birçok etmene de bağlıdır (Rabitsch, 1995). Yapılan bu genelleme tüm omurgasızları içine alıyor olsa da mevcut çalışmaların çoğunun aquatik organizmaları kapsıyor olması (Wada ve Fujinuki, 1976; Zaba ve Haris, 1978; George, 1982; Cinier ve ark., 1999; Keteles ve Fleeger, 2001) özellikle böcek türleri için yetersizliği ortaya koyması açısından dikkat çekicidir. Diğer taraftan omurgalılar için toksik kirlenme, büyüme, ölüm oranı ve verimlilik gibi birçok faktör bazında belirlenirken, aynı durum böcekler için çoğunlukla hemolenf bileşiminde etkili olabilecek düzeyleri belirleme amaçlı olması (Gintenreiter ve ark., 1993; Ortel ve ark., 1993; Ortel, 1995c) yetersizliği pekiştiren önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kadmiyum, kurşun, bakır ve çinkonun hem total hemolenf içeriğinde, hem de serbest aminoasit kompozisyonunda bir azalışa yol açtığı gösterilmiştir (Ortel, 1995b). Bununla birlikte aynı metaller yüksek derişimlerine bağlı olarak hemolenf ve dokularda karbohidrat seviyelerini değiştirmiştir (Ortel, 1996). Benzer şekildeki ağır metal stresindeki *Lymantra dispar* larvalarının hemolenfde trehalozun özellikle yüksek kadmiyum derişiminden sonra önemli derecede azaldığı (Bischof, 1995a), aynı böceğin parazitoidi *Glytapanteles liparidis* larvalarının metal uygulanmış konak hemolenfi üzerinde beslenirken metalleri biriktirdiği kanıtlanmıştır (Bischof, 1995b).

Her hayvan grubunda olduğu gibi böcekler de büyüme ve gelişmelerini tamamlamak için karbohidratlar, proteinler, lipitler, vitaminler, madensel tuzlar ve diğer besin bileşenlerine ihtiyaç duymaktadırlar (House, 1962, 1972, 1974; Dadd, 1973; Jacob ve Morugan 1989; Tsiropoulos 1992; Thompson ve Hagen, 1999). Protein ve glikojen birçok böcekte ana enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca proteinin böceklerde üreme performansını doğrudan etkilediği de bilinmektedir (Friend and Dadd, 1982; Dadd, 1985;).

Toksisite derecesi bakımından önemli bir ağır metal olan kadmiyum, canlı organizmalardan atılamadığı için ekosistem için önemli bir problemi oluşturmaktadır (Jensen ve Bro-Rasmussen, 1992). Diğer birçok ağır metaller gibi endüstriyel atıklarla veya lağım suları ile nehir sistemlerine giren kadmiyumun aynı zamanda

atmosferik kadmiyum olarak da karşımıza çıkmaktadır. Atmosferik kadmiyum; madencilik, demir dışındaki metallerin eritilmesi, demir-çelik üretimi, fosil yakıtların kullanımı ve endüstriyel atık yakma sonucunda ortaya çıkmaktadır (McLaughlin ve ark., 1999).

Günümüzde parazitik Hymenoptera türleri, biyolojik mücadele programlarında biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmaktadır. Bu türler ergin hayat devresi oldukça uzun olan entomofaj özelliğe sahip parazitlerdir. Hymenoptera türlerinin hayatta kalabilmeleri ve üreyebilmeleri için gerekli olan protein, lipit, karbohidrat, vitamin, madensel tuzlar ve diğer besin bileşenlerini bitki özsuğu, polen veya konak hemolenfinden karşılamaları gerekmektedir (Emre, 1988). Bu böceklerin besin maddelerinin yukarıda belirtildiği şekilde çeşitli toksik maddelerle kontamine olması doğaldır.

Bu bilgiler doğrultusunda kadmiyumun artan derişimlerinin (%0.05, %0.10, %0.50 ve %%1.00) ve bu derişimlere maruz kalma sürelerine (10, 15, 20, 25 ve 30 gün) bağılı olarak *Pimpla turionellae* erginlerinde glikojen ve protein sentezi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ortel ve Vogel (1989), pupal bir parasitoid olan *P. turionellae*'nin ortalama ömrü üzerine kadmiyumun sadece besin kontaminasyonu yoluyla etkili olduğunu ve Cd +Pb'un birlikte oksijen tüketimi üzerine etkisinin besin yolundan daha çok su yoluyla olduğunu tespit etmiştir.

Ortel (1991), *P. turionellae*'nin özellikle kadmiyumlu besinle beslenmesi sonucu su içeriğinde bir artma olduğunu, aynı zamanda total lipit ve protein miktarında önemli bir azalmanın olduğunu göstermiştir.

Bischof (1995a), parazitlenmiş *Lymantria dispar* larvalarının hemolenf ve total vücut dokularındaki karbohidrat ve lipit derişimleri üzerine ağır metal iyonu stresinin etkilerini incelemiş ve total vücut dokularında glikojen miktarının önemli derecede azaldığını tespit etmiştir.

Ortel (1995b), Lymnatriidae familyasından *L. dispar* larvalarının, ağır metalle kontamine olmuş sentetik besinle beslenmesi sonucunda hem total hemolenf içeriğinde hem de serbest amino asit kompozisyonunda bir düşüş olduğunu göstermiştir.

Ortel (1996), Cd, Pb, Cu ve Zn gibi ağır metalli besinlerle beslenen *L. dispar* larvalarında her bir metalin artan derişime bağlı olarak hemolenf ve dokularda karbohidrat seviyelerinin değiştiğini, özellikle kadmiyumlu ve çinkolu besinlerle beslenen böceklerin hemolenf şekeri trehaloz seviyesi ve buna bağlı olarak da larvanın glikojen ve glukoz seviyelerinin metal derişimlerinin artışı ile düştüğü deneysel olarak gösterilmiştir.

Crawford ve ark. (1996), Acrididae familyasından herbivor bir böcek türü olan *Locusta migratoria*'nın farklı oranlardaki bakır ve kadmiyumla kontamine olmuş mısırla beslenmesi sırasında ağır metallerin besin zinciri yoluyla barsaktan vücut sıvısına alındığını, kadmiyumun bakırdan daha fazla biriktiğini ve besinsel regülasyonda kadmiyumun etkili olmayarak dişi ve erkekte benzer etkilere maruz kaldığını göstermiştir.

Uysal ve Bahçeci (1996), kurşun nitratin *Drosophila melanogaster* larvalarının tükürük bezi politen kromozomları üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar kurşun nitratin kromozomal aberasyonlara neden olduğunu göstermişlerdir.

Vuori ve Kukkonen (1996), Hydropsychidae familyasından sucul bir böcek türü olan *Hydropsyche pellucidula* larvalarında Al, Cd, Cu, Pb ve Zn gibi çeşitli metal derişimlerinin vücut yüzeyindeki dokular tarafından absorblandığını ve ekzokütikül oluşumunu etkileyerek morfolojik anormalliklere neden olduğunu göstermiştir.

Uysal ve Bahçeci (1997), *D. melanogaster*'in gelişimi üzerine kurşun nitratin etkisini incelemiş ve bu maddenin böceğin metamorfoz süresini uzattığı, meydana getirdikleri yavru sayısında bir azalmaya neden olduklarını tespit etmişlerdir.

Gelegen ve Yeşilada (2000), *D. melanogaster*'in bazı gelişimsel özellikleri üzerine kadmiyum nitratin etkilerini araştırdıkları çalışmalar ve ergin dönemde verilen kadmiyum nitratin derişim artışına bağlı olarak yumurta verimini inhibe ettiğini ve larvadan ergine gelişim oranının derişim artışı ile azaldığını bulmuşlardır.

Kazimirova ve Ortel (2000), Tephritidae familyasından (Diptera) *Ceratitis capitata*'de yaptıkları çalışmada kurşun, kadmiyum ve bakır gibi metallerin besin yoluyla birikimini ve bu türün pupal parazitoidi olan Proctotrupoidae familyasından (Hymenoptera) *Coptera occidentalis*'e bu metallerin transferinde kadmiyum ve çinkonun kurşun ve bakırdan daha fazla biriktiğini ve sonuçta strese neden olduğunu, metal stresi sonucunda dişilerin yüzde oranının bakır ve kadmiyumlu besinlerden etkilendiğini göstermişlerdir.

Moe ve ark. (2001), sublethal dozda toksik maddelerin *Lucilia sericata* popülasyonunun büyüme oranına etkilerini araştırmışlar ve besin yoluyla alınan kadmiyumun hem larval evrede hem de ergin evrede birikim gösterdiğini, ayrıca yetişkinlerde ömür uzunluğunu ve fertilitiyi düşürdüğünü bulmuşlardır.

Shin ve ark. (2001), *Galleria mellonella*'da kadmiyumun total lipit ve yağ asitleri üzerine etkilerini araştırmış ve kadmiyumun total lipid bileşenlerini önemli derecede azalttığını bulmuşlardır.

Cervera ve ark. (2004), *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae)'da kadmiyumun gelişme ve verimlilik üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kadmiyumun kontrol grubuna göre ovoposition oranını ve yumurta açılımını önemli derecede azalttığını bulmuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3. 1. Stok Kültürün Devamlılığı, Beslenmesi ve Deney Böceklerinin Elde Edilmesi

Farklı kadmiyum derişimlerinin *P. turionellae* erginlerinin protein ve glikojen sentezine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada kullanılan böcekler 70 ± 5 bağıl nem içeren $24 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve 12 saat aydınlık fotoperiyodu uygulanan laboratuvar koşullarında %50 bal çözeltisi ve *Galleria mellonella* hemolenfi ile beslenerek elde edilmiştir. Deneylerde stok kültür böceklerinin *G. mellonella* pupalarını parazitlemesi sonucu elde edilen parazitlenmiş pupaların laboratuvar koşullarında açılmalarıyla elde edilmiş *P. turionellae* erginleri kullanılmıştır.

Deney böceklerinin elde edilmesi, beslenmesi, laboratuvar koşullarının belirlenmesi sırasında EMRE (1988) tarafından belirlenen yöntem ve teknikler kullanılmıştır.

3.2. Deney Besinlerinin Hazırlanması

Çalışmada kimyasal yapısı bilinen sentetik besin (Emre, 1988) kontrol besini olarak kullanıldı ve bu besine %0.05, %0.10 %0.50 ve %1.00 oranlarında kadmiyum klorür ($\text{CdCl}_2 \cdot 5/2\text{H}_2\text{O}$: Sigma, C-5081) eklenerek hazırlanan besinlerle *P. turionellae* erginleri beslendi.

3.2.1. Kontrol Besinin Hazırlanması

Deneylerde kontrol besini olarak kullanılan kimyasal yapısı bilinen sentetik besinin bileşimi Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Kontrol besininin bileşimi (Emre, 1988).

Besin Bileşeni	mg/100 ml besin	Besin Bileşeni	mg/100 ml besin
L-Amino asit karışımı	3000.00	Suda çözünen vitamin karışımı	284.38
Alanin	210.00	Askorbik asit	10.6105
Arjinin-HCl	150.00	Biotin	0.0379
Aspartik asit	195.00	Ca-Pentotenat	2.8042
Fenilalanin	165.00	Folik asit	0.1137
Glisin	192.00	Inositol	17.0526
Glutamik asit	315.00	Kolin klorür	246.3158
Hidroksipirolin	57.00	Nikotinik asit	5.6842
Histidin	120.00	Pridoksin -HCl	0.2842
Izolösin	156.00	Riboflavin	1.3263
Lizin	159.00	Tiamin-HCl	0.1516
Lösin	231.00		
Metionin	90.00	İnorganik tuz karışımı	75.00
Prolin	246.00	CaCl ₂	3.6684
Serin	195.00	CuSO ₄ 5H ₂ O	0.6721
Sistein	39.00	CoCl ₃ 6H ₂ O	0.5798
Tirozin	120.00	FeCl ₃ 6H ₂ O	2.1583
Treonin	165.00	K ₂ HPO ₄	45.0129
Triptofan	60.00	MgSO ₄ 7H ₂ O	15.7853
Valin	135.00	MnSO ₄ H ₂ O	6.2201
		Na ₂ HPO ₄ 12H ₂ O	0.0479
Lipit karışımı	540.96	ZnCl ₂	0.8552
Kolesterol	138.8430		
Linoleik asit	8.0331	Ribonükleik asit	75.00
Linolenik asit	25.5537	Sükroz	14000.00
Oleik asit	10.5950	2N KOH	280.00
Palmitik asit	0.6777	2N K ₂ HPO ₄ *	14.03
Stearik asit	0.2314	Saf su	100 ml oluncaya kadar
Tween 80	357.0248		

* : Vitamin karışımı çözeltisine ilave edilmiştir.

Çizelge 3.1 de verilen kimyasal yapısı belirli besini hazırlamada, önce besin bileşenlerinden L-amino asit karışımı, lipit karışımı, inorganik tuz karışımı ve vitamin karışımı çözeltileri stok çözelti ve karışımlar halinde hazırlandı. Bu stok karışım ve çözeltilerin hazırlanmasında aşağıdaki yöntemler uygulandı.

Amino Asit Karışımı: Nicel ve nitel bileşimi *G. mellonella* hemolenfi amino asit bileşimine dayanan (Wyatt ve ark., 1956) bu karışım 100 gramlık stok halinde hazırlandı. Bu karışımında bulunan amino asitler gram olarak şu şekildedir. Alanin 7.0; arjinin-HCl 5.0; aspartik asit 6.5; fenilalanin 5.5; glisin 6.4; glutamik asit 10.5; hidroksiprolin 1.9; histidin 4.0; izolösin 5.2; lizin 5.3; lösin 7.7; metionin 3.0; prolin 8.2; serin 6.5; sistein 1.3; tirozin 4.0; treonin 5.5; triptofan 2.0; valin 4.5. Belirtilen miktarlarda alınan amino asitler bir porselen havan içinde ezilerek toz haline getirildi ve bu suretle karışımın homojen bir yapı kazanması sağlandı. Karışım ağzı sıkı bir şekilde kapanan renkli bir şişeye konularak saklandı. Yüz mililitrelik besine bu karışımdan 3,0 g katıldı.

Lipit Karışımı: Karışımında bulunan yağ asitleri ve kolesterol miktarı gram olarak şu şekildedir: Kolesterol 0,8400, linolenik asit 0,1546, linoleik asit 0,0486, oleik asit 0,0641, palmitik asit 0,0041 g, stearik asit 0,0014 g. Yağ asitleri ve kolesterol bir homojenizatör tüpüne kondu ve üzerine 2,16 g Tween 80 ve 32,00 ml sıcak su konulduktan sonra UltraTurrax T25 marka homojenizatörde 22.000 devirde 5 dakika süreyle karıştırıldı. Elde edilen karışım bir erlenmayere konuldu ve ağzı sıkıca kapatılarak -10°C de kullanılıncaya kadar saklandı. Lipit karışımı kontrol besine katılmadan önce 40°C deki su banyosuna kondu ve tekrar sıvı hale gelmesi sağlandı. Karışım daha sonra manyetik karıştırıcıda iki dakika süreyle karıştırılarak homojenliği sağlandı. 100 ml besine bu emülsiyondan 6 ml. ilave edildi.

Suda Çözünen Vitamin Karışımı Çözeltisi: Stok suda çözünen vitamin karışımı çözeltisi gram olarak şu vitaminleri içermektedir: Askorbik asit 0,1120, biotin 0,0004, Ca-pantotenat 0,0296, folik asit 0,0012, inozitol 0,1800, kolin klorür 2,6000, nikotinik asit 0,0600, pridoksin-HCl 0,0030, riboflavin 0,0140, tiamin-HCl 0,0016. Belirtilen miktarlarda tartılan vitaminler bir erlenmayer içine konuldu ve üzerine 90,00 ml saf su konularak manyetik karıştırıcıda karıştırılarak çözünmeleri sağlandı. Suda çözünen vitaminleri içeren bu çözeltiye daha sonra 0.850 ml 2N K₂HPO₄ ilave

edilerek çözeltinin pH sınırın 6.5 olması sağlandı. Hazırlanan stok çözelti kullanılıncaya kadar -10°C de saklandı. Çözelti kontrol besine katılmadan önce oda sıcaklığına gelmesi sağlandı ve manyetik karıştırıcıda tekrar karıştırıldıktan sonra 100 ml besine 9 ml ilave edildi.

İnorganik tuz karışımı: Bu karışımı hazırlamak için 0.8580 g CaCl_2 ; 0.1572 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 0.1356 g $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 0.5048 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 10.5280 g K_2HPO_4 ; 1.4548 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; 3.6920 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.0112 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 0.2000 g ZnCl_2 , bir beher içine kondu ve üzerine 100 ml sıcak su ilave edilerek tuzların çözölmeleri sağlandı. Daha sonra bu çözelti 150°C deki etüvde karışımın ağırlığı sabit oluncaya kadar bekletildi. Bu süre sonunda suyundan tamamen arınan tuz karışımı daha sonra bir porselen havana konularak dövöldü ve karışımın homojenliği sağlandı. Elde edilen stok karışım, ağzı sıkı bir şekilde kapanan renkli bir şişeye kondu ve kullanılıncaya kadar nem içermeyen bir ortamda saklandı. 100 ml'lik besine bu tuz karışımından 0.075 g katıldı.

Kontrol besinin hazırlanması: İlk olarak çizelge 3.1 de belirtilen miktarlardaki L-amino asit karışımı, inorganik tuz karışımı, RNA ve süroz bir behere konuldu ve üzerine toplam su miktarının yarısı kadar 80°C de saf su eklenmesi ile bu maddelerin çözönmeleri sağlandı. Çözelti soğuduktan sonra üzerine lipit karışımı, vitamin karışımı ve pH'yı 6.5'e ayarlamak için 2N KOH ilave edildi. Bu işlemler sonunda elde edilen çözeltinin hacmi, saf su ilave edilerek 100 mililitreye tamamlandı. Böylece deneyde kullanılacak kontrol besini hazırlandı. Bu besin bir erlenmayer içerisinde ağzı sıkıca kapatılarak buzdolabında muhafaza edildi.

3.2.2. Kadmiyum İçeren Besinlerin Hazırlanması

Kadmiyum besine kontrol besinin hazırlanması esnasında gram olarak katıldı. Bunun için 100 ml besin içinde 0.05, 0.10, 0.50 ve 1.00 mg kadmiyum olacak şekilde sırasıyla 0.10, 0.20, 1.02 ve 2.03 mg kadmiyum klorür ($\text{CdCl}_2 \cdot 5/2\text{H}_2\text{O}$) tartılarak tuz karışımı içine katıldı ve besine bu şekilde ilave edildi. Kadmiyumun katılmasıyla değışen besin bileşimi oranı besindeki su miktarının ayarlanmasıyla sabit tutuldu.

3.3 Deney Böceklerinin Beslenmesi

Deneylerde pupalardan yeni çıkmış, besin almamış *P. turionellae* bireyleri kullanıldı. Her serinin her tekrarında denenen her bir gün (10., 15., 20., 25. ve 30. günler) için 4 dişi ve 4 erkek birey alınarak 1000 ml lik beherlere konuldu. Böceklerin beslenmesi, 3x3 cm boyutundaki alüminyum kâğıt parçaları üzerine eşit miktarlarda damlatılan besinlerin böcekler verilmesi ile sağlandı. Deney kafeslerine konan besin 1 saat süre ile tutuldu ve bu işlem deney periyodu sonuna kadar her gün aynı saatte tekrarlandı. Deney böceklerinin dışkıları ile kirlenen beherler, mikroorganizmaların üremesini engellemek amacıyla her gün temizlendi.

3.4. Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Farklı kadmiyum derişimlerinin *P. turionellae*'nın protein ve glikojen sentezine etkisinin araştırıldığı çalışmada her bir derişimde beslenen deney böcekleri 10., 15., 20., 25. ve 30. gün sonunda deney ortamından alınarak tartılmış ve daha sonra %10 luk 5 ml TCA (trikloroasetik asit) içine konulmuş ve glikojen ve protein özütlerinin hazırlanmasına kadar +4°C saklanmıştır. Dişi böceklerin yumurtalarından gelebilecek verilerin minimuma indirilmesi amacıyla böceklerin 10. günden itibaren üçer gün ara ile yumurta bırakmaları sağlanmış ve ondan sonra deney ortamından uzaklaştırılmışlardır. Yumurta bırakma işleminde böceklerin *G. mellonella* hemolenfinden beslenmemesi için pupalar iki kat kafes teline sarılarak böcekler verildi.

3.4.1 Glikojen Özütlerinin Hazırlanması

P. turionellae örneklerinden glikojen özütlerinin hazırlanması için Roe ve ark. (1961) tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı. Deney periyodu sonunda yaş ağırlıkları alınan ve daha sonra +4°C de TCA içerisinde tüplerde bekletilen böcekler Ultra Turrax T25 marka homojenizatör ile 24.000 devir/dakika da 5 dakika süreyle homojenize edildi. Elde edilen homojenat santrifüj tüplerine aktararak 3500

devir/dakika da 15 dakika süreyle santrifüj edildi. Santrifüj sonunda süpernatant kısım başka iki tüpe aktararak glikojenin çöktürülmesi için üzerlerine çözeltinin iki katı kadar %96 lık etil alkol ilave edildi. (santrifüj tüpünde kalan prespitant kısım üzerine 5 ml soğuk TCA ilave edilerek protein özütlemesi yapılmaya kadar +4°C de buzdolabında saklandı). Alkol eklenmiş çözeltilerdeki glikojenin çöktürülmesini kolaylaştırmak için tüpler 37°C'lik ısıda etüvde bir gece bekletildi. Bu süre sonunda tüpler 3500 devir/dakikada 30 dakika tekrar santrifüj edildi ve süpernatant kısım atıldı. Daha sonra tüpler 37°C'deki etüve konularak içerisindeki alkolün tamamen buharlaşması sağlandı. Elde edilen glikojen özütleri +4°C de glikojen miktarı tayinleri yapılmaya kadar saklandı.

3.4.2 Protein Özütlerinin Hazırlanması

Glikojen özütlemesi sırasında elde edilen ve %10'luk TCA içerisinde saklanan protein içerikli tüpler 3500 devir/dakikada 15 dakika süre ile santrifüj edildi ve süpernatant kısım dikkatli bir şekilde tüpten uzaklaştırıldı. Daha sonra tüpteki prespitant üzerine 5 ml %96'luk etil alkol eklenerek tekrar 3500 devir/dakikada 10 dakika santrifüj edildi. Aynı işlem protein özütleri içerisindeki lipidlerin uzaklaştırılması için 3 kez tekrar edildi. Bu işlemler sonunda elde edilen protein içerikli çökelti 37°C ye ayarlı etüvde alkol tamamen uzaklaşmaya kadar bekletildi. Alkolü uzaklaştırılan çökelti daha sonra ince bir spatül yardımıyla tüp içerisinde dövülerek toz haline getirildi ve spektrofotometrik yöntemler uygulanmaya kadar +4°C de saklandı.

3.4.3 Protein ve Glikojen Miktarının Tespiti İçin Gerekli Çözeltilerin Hazırlanması

Protein özütlerinin okunması sırasında kullanılan Kantitatif Biüret çözeltisini hazırlamak için 3 gr. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ alındı ve bunun üzerine 9 gr. $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (sodyum potasyum tartarat) ilave edilerek 500 ml 0,2 N NaOH içinde çözüldü. Maddelerin iyice çözünmeleri sağlandıktan sonra çözeltiliye 5 gr. KI ilave edilerek

çözünmesi sağlandı ve çözelti daha sonra 0,2 N NaOH ile 1 lt ye tamamlandı (Plummer, 1971).

Glikojen özütlerinin okunması sırasında kullanılan Antron çözeltisi ise 2 gr antronun %0,2 lik H₂SO₄ ile 1 lt ye tamamlanmasıyla elde edildi (Plummer, 1971).

3.4.4 Total Glikojen Miktarının Saptanması

Glikojen miktar tayininde “Antron Testi” yöntemi uygulandı (Plummer, 1971). Örneklerin miktar tayinine geçmeden önce glikojen standartları hazırlandı. Bu amaç için önce mililitresi 0,1 g saf glikojen (Sigma G-8751) içeren bir stok glikojen çözeltisi hazırlandı ve bu stok çözeltiden seyreltme yöntemi ile 0.001, 0.003, 0.004, 0.005, 0.010, 0.025, 0.050, 0.100 mg/ml glikojen standardı çözeltileri elde edildi. Bu glikojen standardı serisine antron testi uygulandı ve örneklerin ışık absorbsiyon değerleri 620 nm dalga boyundaki spektrofotometrede okundu ve verilerden $y = 7.1665x + 0.0118$ regresyon doğrusu elde edildi.

Örneklerden elde edilen glikojen miktarının belirlenmesinde ise özütlenen glikojen 5 ml saf suda çözüldü. Bu çözeltiden tüpe 1 ml alındı ve üzerine 4 ml taze antron çözeltisi ilave edildikten sonra 10 dakika etüvde bekletildi. Süre sonunda örnekler 3500 devir/dakikada 5 dakika süreyle santrifüj edilerek tüp içeriğinde partikül kalmaması sağlandı. Daha sonra örneklerin ışık absorbsiyon değerleri spektrofotometrede 620 nm dalga boyunda okundu. Elde edilen absorbsiyon değerleri regresyon denkleminde yerine konularak örneğin 1 ml içindeki glikojen miktarı mg cinsinden elde edildi. Bu değer özütlerin seyreltme oranı olan 5 ile çarpılarak bir serinin bir tekrarındaki böcekler için toplam glikojen miktarı elde edildi. Daha sonra bu değer o serideki böcek sayısına bölünerek dişi ve erkek birey başına düşen glikojen miktarı saptandı. Yaş ağırlığa göre böcekbaşına düşen glikojen oranı ise birey başına düşen glikojen miktarının 100 ile çarpımının birey başına düşen yaş ağırlığa bölünmesiyle elde edildi.

3.4.5 Total Protein Miktarının Saptanması

Protein miktar tayininde “Kantitatif Biüret Testi” (Plummer, 1971) yöntemi uygulandı. Örneklerdeki total protein miktarının tayinine geçmeden önce glikojen tayininde olduğu gibi standart çözeltiler hazırlandı. Bunun için önce 100 ml si 1 gr albümin (Sigma; A-2153) içeren bir stok çözelti hazırlandı ve bu çözeltiden seyreltme yöntemi ile 0.01, 0.05, 0.10, 0.50, 1.00, 2.00, 4.00, 6.00, 8.00, 10.00 mg/ml albümin içeren standart çözeltiler elde edildi. Her bir standart çözeltiye Kantitatif Biüret Testi uygulandı ve spektrofotometrede 540 nm de ışık absorbsiyon değerleri okundu ve verilerden $y = 0.0896x + 0.0803$ regresyon doğrusu elde edildi.

Örneklerin protein miktarı tayininde ise protein içerikli özütlerin üzerine 2 ml saf su ilave edilerek çözünmeleri sağlandı. Bu çözeltiye 3 ml Kantitatif Biüret çözeltisi ilave edildi ve karışım etüvde 37°C de 15 dakika bekletildi. Daha sonra örnekler 3500 devir/dakikada 5 dakika santrifüj edilerek partiküllerinden arındırıldı ve süpernatant kısım spektrofotometre küvetlerine aktararak 540 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede okundu. Elde edilen ışık absorbsiyon değeri regresyon doğrusu denkleminde yerine konularak bir deney serisinin bir tekrarındaki böceklerin toplam protein miktarı elde edildi. Bu değer dişi ve erkek böcek sayısına bölünerek birey başına düşen protein miktarı saptandı. Yaş ağırlığına göre birey başına düşen protein oranı ise birey başına düşen protein miktarının 100 ile çarpımının yaş ağırlığına bölünmesiyle elde edildi.

Deneyler değişik zamanlarda üçer kez tekrar edildi. Deney periyodu süresince kaçan veya deney hataları sonucu ölen böcekler değerlendirmeye alınmadı. Bir deney serisinde elde edilen veriler kontrol besini ile ve kendi aralarında günlere göre karşılaştırılmak suretiyle değerlendirildi. Verilerin karşılaştırılmasında yüzdelikli değerlerin arksin dönüşümü yapıldıktan sonra varyans analiz yöntemi, ortalamalar arası farkın önem kontrolünde ise Student Newman Keul’s (SNK) testi bilgisayarda SPSS 12.0 istatistik veri paketi kullanılarak uygulandı. Ortalamalar arası fark 0.05 olasılık seviyesinde F değerinden büyük olduğunda önemli kabul edildi.

4. BULGULAR

Farklı kadmiyum derişimlerinin ergin dişi *Pimpla turionellae* bireylerinin sentezlediği protein miktarlarına etkileri Çizelge 4. 1 ve Şekil 4. 1’de verilmiştir.

Denenen kadmiyum derişimleri dikkate alındığında deney periyodunun 10. gününde yapılan ölçümlerde denenen kadmiyum derişimlerinin böceğin sentezlediği protein miktarına önemli bir etkide bulunmadığı görölmektedir.

Besinin %0.05 oranında kadmiyum içermesi ergin *P. turionellae* dişilerinin sentezlediği protein miktarının 15. günde denenen diğer derişimlere ve kontrole göre önemli düzeyde artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 deki veriler besinin değişik oranlarda kadmiyum içermesinin dişi böceklerin protein miktarlarını 20. günde kontrole göre negatif bir etkide bulunarak önemli düzeyde düşürdüğünü göstermektedir. Söz konusu günde en yüksek protein %17.96 ile kontrol besininden elde edilmiştir. Bu günde en düşük protein oranı ise besinin %0.10 oranında kadmiyum içermesi durumunda gözlenmiştir.

Yirmibeşinci günde denenen besinlerden sadece %0.10 kadmiyum içeren besin protein miktarına kontrole göre bir etkide bulunmazken denenen diğer oranlarda önemli bir düşme görölmektedir. Bu düşüş besinin %0.05 düzeyinde kadmiyum içermesi durumunda kontrole göre yaklaşık %41 düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Otuzuncu günde *P. turionellae* ergin dişilerinin sentezledikleri protein miktarı besinin %0.05 oranında kadmiyum içermesi durumunda kontrol ve diğer derişimlere oranla önemli derecede artarken besindeki %1.00 oranı kontrole göre önemli düzeyde düşerek etkisini göstermiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Kadmiyum derişimlerinin günlere göre *P. turionellae* ergin dişilerinin protein miktarına etkileri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 de sunulmuştur.

Besindeki kadmiyum oranının %0.05 olması durumunda sentezlenen protein miktarı 30. günde %15.75 değeri ile maksimum düzeye çıkarak, 25. günde ise %8.28 değeri ile minimum düzeye inerek etkisini göstermiştir. Her iki gündeki veriler denenen diğer günlerden elde edilenlerden istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

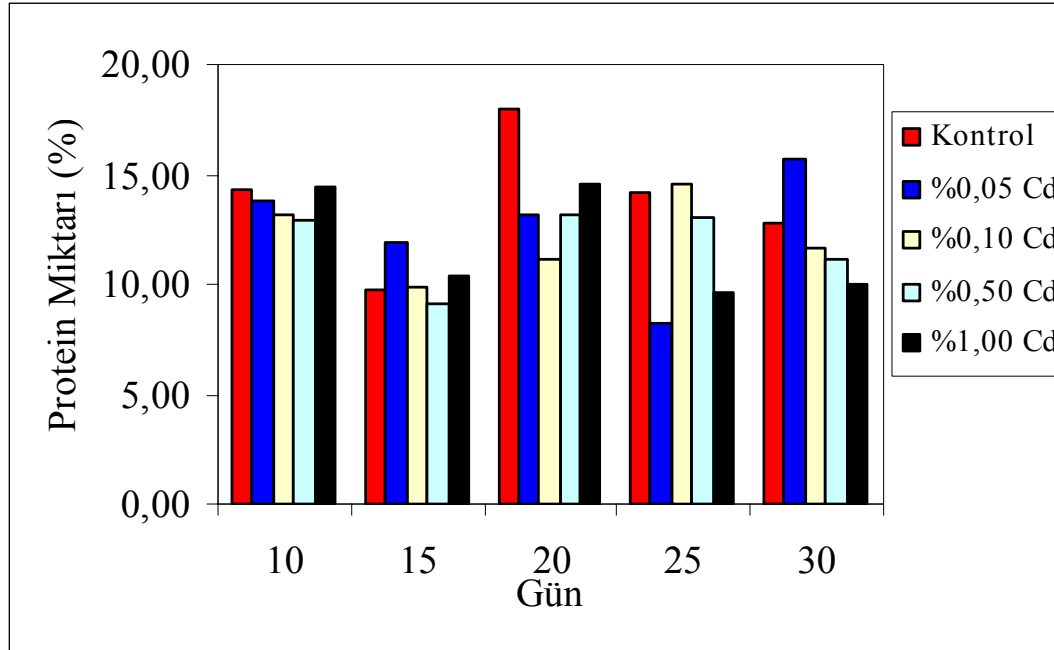
Çizelge 4.1. Ergin *P. turionellae* dişilerinin sentezledikleri protein miktarına farklı kadmiyum derişimlerinin günlere göre etkileri

Kadmiyum (%)	Böcek Sayısı	Protein Miktarı (%)				
		10. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	15. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	20. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	25. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	30. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.00 **	4	14.27 $\pm$ 0.60 a y	9.70 $\pm$ 0.39 b x	17.96 $\pm$ 0.33 a z	14.14 $\pm$ 0.51 a y	12.72 $\pm$ 0.15 b y
0.05	4	13.77 $\pm$ 0.53 a z	11.84 $\pm$ 0.41 a y	13.20 $\pm$ 0.11 c yz	8.28 $\pm$ 0.17 d x	15.75 $\pm$ 0.65 a t
0.10	4	13.11 $\pm$ 0.60 a yz	9.82 $\pm$ 0.48 b x	11.17 $\pm$ 0.52 d x	14.51 $\pm$ 0.33 a z	11.59 $\pm$ 0.42 bc xy
0.50	4	12.92 $\pm$ 0.53 a z	9.10 $\pm$ 0.26 b x	13.11 $\pm$ 0.21 c z	13.02 $\pm$ 0.02 b z	11.12 $\pm$ 0.32 bc y
1.00	4	14.43 $\pm$ 0.16 a y	10.31 $\pm$ 0.40 b x	14.58 $\pm$ 0.32 b y	9.65 $\pm$ 0.31 c x	10.05 $\pm$ 0.41 c x

* :SNK; a, b, c, d harfleri derişimleri, x, y, z, t harfleri günler arasındaki ayırımı belirtmek için kullanılmıştır. Aynı harfleri içeren veriler arasında $P < 0,05$ düzeyinde istatistik olarak ayırım yoktur

$\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

** : Kontrol Besini



Şekil 4.1. Besindeki farklı kadmiyum oranlarının *P. turionellae* ergin dişilerinin sentezlediği protein miktarına günlere göre etkileri

Onbeşinci gündeki protein miktarında 10. güne göre bir düşme gözlenirken 20. günde yeniden ilk durumuna yaklaşmıştır (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Besindeki kadmiyum oranı %0.10 olduğu durumda 25. gündeki protein miktarında 10. gündeki hariç denenen diğer günlere göre önemli bir artış gözlenmiştir. Onbeşinci ve 20. günlerdeki ergin dişi bireylerin protein miktarında önemli bir ayırım olmaz iken söz konusu günlerdeki verilerin 10. güne göre önemli düzeyde düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Yüzde 0.50 oranında kadmiyum içeren besinle beslenen dişi *P. turionellae* erginlerinin sentezlediği protein miktarı %9.10 değeri ile 15. günde minimum düzeyde gerçekleşirken 30. günde bu değer %11.12 düzeyine çıkmıştır. Bu günlerdeki veriler denenen diğer günlere oranla istatistik bakımdan önemlidir. Besindeki %0.50 kadmiyum derişimi 10., 20. ve 25. günlerde protein miktarına önemli bir etkide bulunmamıştır.

Denenen en yüksek kadmiyum derişiminden (%1.00) elde edilen veriler 10. ve 20. günlerdeki protein miktarının diğer günlere göre önemli düzeyde artarak sırasıyla %14.43 ve %14.58 olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Besindeki

kadmiyumun bu düzeyi denenen diğer günlerde protein miktarına önemli bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Farklı kadmiyum derişimlerinin ergin erkek *P. turionellae* bireylerinin sentezlediği protein miktarına etkileri Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 de verilmiştir.

Denenen kadmiyum derişimleri erkek bireylerin sentezledikleri protein miktarına 25. gün dışında denenen diğer günlerde önemli bir etkide bulunmamıştır. Yirmibeşinci günde besinin %1.00 oranında kadmiyum içermesi böceğin sentezlediği protein miktarının kontrole göre yaklaşık %83 oranında artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2)

P. turionellae ergin erkeklerindeki protein oranına denenen her bir kadmiyum derişiminin günlere göre etkisi Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 de verilmiştir.

Besinin %0.05 ve %1.00 oranında kadmiyum içermesi sadece 25. günde denenen diğer günlere göre sentezlenen protein miktarının artmasına neden olmuştur. Bu artış 10. güne göre %0.05 kadmiyum derişimi düzeyinde yaklaşık %80 oranında olurken %1.00 düzeyinde yaklaşık %101 seviyesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2).

Ergin dişi *P. turionellae* bireylerinin sentezlediği glikojen miktarına farklı kadmiyum derişimlerinin etkileri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3 de verilmiştir.

Deney periyodunun 10. gününde denenen dört farklı kadmiyum derişimi dişi ergin bireylerin sentezledikleri glikojen miktarını kontrol grubuna göre arttırmıştır. Bu dört farklı derişim arasında ise en fazla glikojen miktarı %0.0387 ile %0.50 kadmiyum içeren besinle beslenen böceklerden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla %1.00, %0.10 ve %0.05 oranında kadmiyum içeren besinler izlemiştir. Denenen tüm besinlerden elde edilen veriler arasında istatistiki bakımdan önem bulunmaktadır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

Onbeşinci günde böcekteki glikojen miktarını sadece %0.10 kadmiyum derişiminine sahip besin kontrol ve denenen diğer derişimlere göre önemli düzeyde arttırmıştır. Yüzde 0.05 kadmiyum içeren besin kontrol grubuna göre önemli bir etkide bulunmamıştır. Söz konusu günde %0.50 ve %1.00 oranında kadmiyum içeren besinler arasında da önemli bir fark bulunmamakla beraber bu besinler kontrol grubu ve %0.05 ile %0.10 derişimine sahip besinlere göre glikojen miktarını düşürmüştür

Çizelge 4.2. Ergin *P. turionellae* erkeklerinin sentezledikleri protein miktarına farklı kadmiyum derişimlerinin günlere göre etkileri

Kadmiyum (%)	Böcek Sayısı	Protein Miktarı (%)				
		10. Gün $\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	15. Gün $\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	20. Gün $\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	25. Gün $\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	30. Gün $\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.00 **	4	12.39 $\pm$ 0.47 a x	13.01 $\pm$ 0.46 a x	14.33 $\pm$ 1.73 a x	12.96 $\pm$ 1.09 b x	14.03 $\pm$ 0.89 a x
0.05	4	9.55 $\pm$ 0.77 a x	12.15 $\pm$ 0.52 a x	11.95 $\pm$ 0.81 a x	17.15 $\pm$ 1.35 b y	11.17 $\pm$ 0.28 a x
0.10	4	11.89 $\pm$ 1.64 a x	12.98 $\pm$ 0.87 a x	12.42 $\pm$ 0.88 a x	12.56 $\pm$ 0.28 b x	15.01 $\pm$ 1.47 a x
0.50	4	10.55 $\pm$ 0.80 a x	12.57 $\pm$ 1.10 a x	12.38 $\pm$ 0.69 a x	11.13 $\pm$ 0.48 b x	14.71 $\pm$ 1.74 a x
1.00	4	11.80 $\pm$ 0.60 a x	10.23 $\pm$ 0.57 a x	15.39 $\pm$ 1.82 a x	23.71 $\pm$ 3.58 a y	14.53 $\pm$ 0.56 a x

* :SNK: a, b harfleri derişimleri, x, y, harfleri günler arasındaki ayrımı belirtmek için kullanılmıştır. Aynı harfleri içeren veriler arasında $P < 0,05$ düzeyinde istatistiki olarak ayrım yoktur

$\bar{X} \pm S\bar{x}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

** : Kontrol Besini

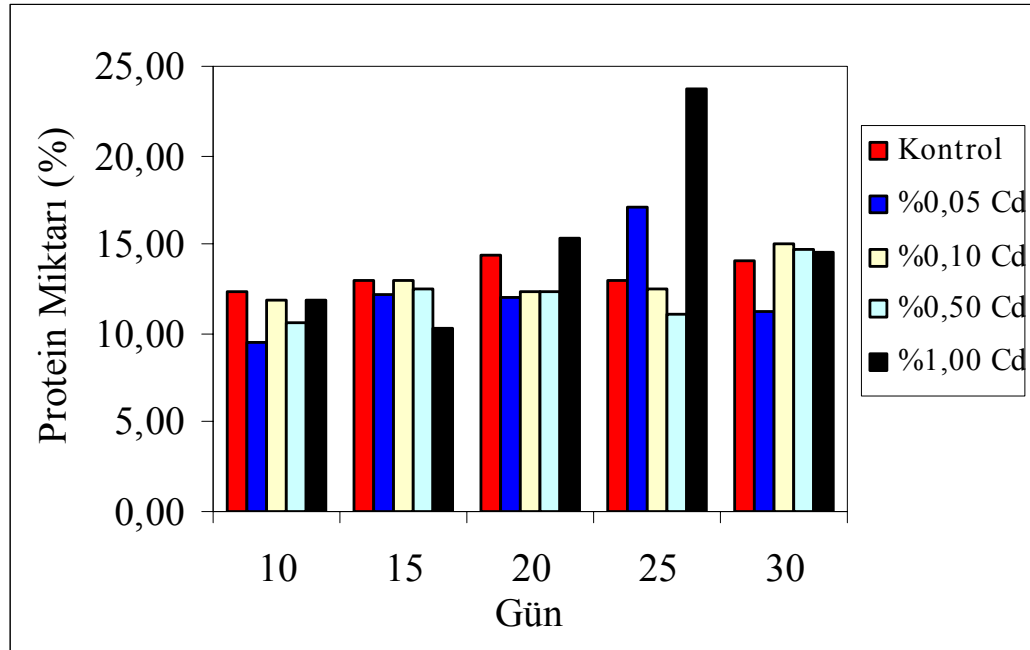
Çizelge 4.3. Ergin *P. turionellae* dişilerinin sentezledikleri glikojen miktarına farklı kadmiyum derişimlerinin günlere göre etkileri

Kadmiyum (%)	Böcek Sayısı	Protein Miktarı (%)				
		10. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	15. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	20. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	25. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	30. Gün $\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.00 **	4	0.0168 $\pm$ 0.0003 a x	0.0263 $\pm$ 0.0007 b z	0.0210 $\pm$ 0.0004 b y	0.0165 $\pm$ 0.0004 b x	0.0206 $\pm$ 0.0006 c y
0.05	4	0.0217 $\pm$ 0.0010 a y	0.0247 $\pm$ 0.0010 b y	0.0135 $\pm$ 0.0003 a x	0.0221 $\pm$ 0.0008 c y	0.0223 $\pm$ 0.0007 c y
0.10	4	0.0251 $\pm$ 0.0010 b y	0.0429 $\pm$ 0.0010 a t	0.0289 $\pm$ 0.0002 d z	0.0136 $\pm$ 0.0003 a x	0.0151 $\pm$ 0.0002 b x
0.50	4	0.0387 $\pm$ 0.0006 d t	0.0169 $\pm$ 0.0006 c x	0.0256 $\pm$ 0.0006 c z	0.0217 $\pm$ 0.0004 c y	0.0257 $\pm$ 0.0007 d z
1.00	4	0.0334 $\pm$ 0.0010 c t	0.0163 $\pm$ 0.0008 c y	0.0219 $\pm$ 0.0008 b z	0.0313 $\pm$ 0.0007 d t	0.0129 $\pm$ 0.0005 a x

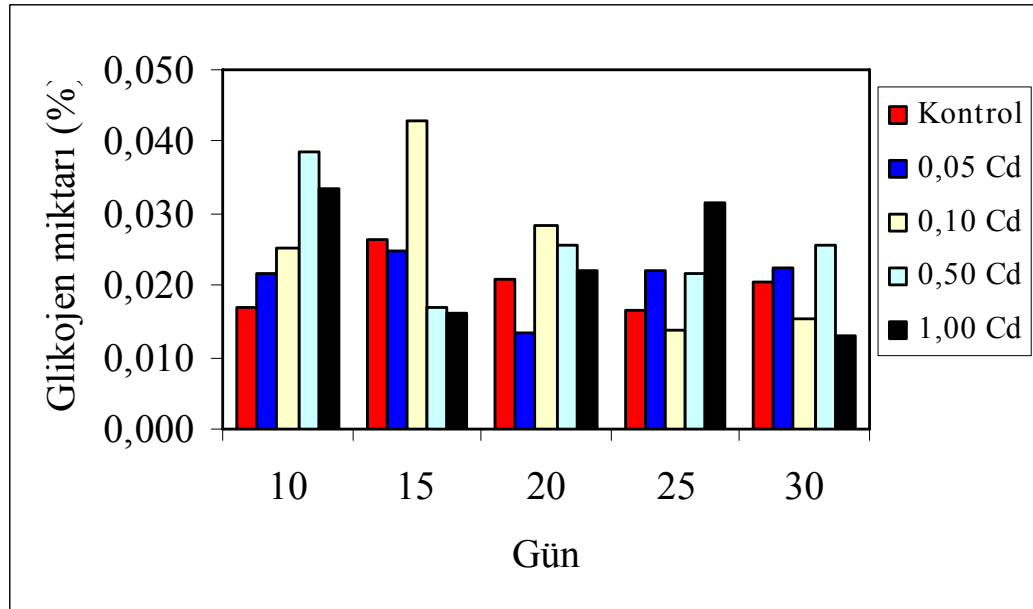
* :SNK: a, b, c, d, e harfleri derişimleri, x, y, z, t harfleri günler arasındaki ayrımı belirtmek için kullanılmıştır. Aynı harfleri içeren veriler arasında $P < 0,05$ düzeyinde istatistiki olarak ayrım yoktur

$\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

** : Kontrol Besini



Şekil 4.2. Besindeki farklı kadmiyum oranlarının *P. turionellae* ergin erkeklerinin sentezlediği protein miktarına günlere göre etkileri



Şekil 4.3 Besindeki farklı kadmiyum oranlarının *P. turionellae* ergin dişilerinin sentezlediği glikojen miktarına günlere göre etkileri

Yirminci günde %0.05 kadmiyum içeren besin glikojen miktarını kontrole göre önemli düzeyde düşüren tek besin olmuştur. Besinin %1.00 oranında kadmiyum içermesi kontrole göre önemli bir etkide bulunmamıştır. Yirminci günde en fazla glikojen oranı %0.0289 ile %0.10 kadmiyum içeren besinden elde edilmiş, bunu %0.256 ile %0.50 kadmiyum içeren besin izlemiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

Deney periyodunun 25. gününde besinin %1.00 oranında kadmiyum içermesi durumunda *P. turionellae* ergin dişi böceklerin sentezlediği glikojen miktarı %0.0313 ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Söz konusu günde kontrol grubuna ait veriler %0.0165 düzeyinde gerçekleşirken %0.10 kadmiyum derişimine sahip besin glikojen miktarını kontrol grubuna göre düşüren tek besin olmuştur. Yüzde 0.05 ve %0.50 kadmiyum derişimine sahip besinlerle beslenen böcekler arasında önemli bir fark gözlenmezken sözü edilen derişimler sırasıyla %0.0221 ve %0.0217 oranlarıyla glikojen miktarını kontrol grubuna göre önemli düzeyde arttırmışlardır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

Deney periyodunun 30. gününde elde edilen verilerde %0.50 kadmiyum içeren besinle beslenen böceklerde glikojen miktarı kontrole göre önemli düzeyde artmıştır. Yüzde 0.05 kadmiyum içeren besinle beslenen böceklerde de bir artış gözlenmiş ise de istatistik açıdan kontrol grubuna göre önemli düzeyde olmamıştır. Yüzde 0.10 ve %1.00 kadmiyum içeren besinler böcekteki glikojen miktarının önemli düzeyde düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

P. turionellae ergin dişilerinin sentezledikleri glikojen miktarına denenen her bir kadmiyum derişiminin günlere göre etkileri Çizelge4.3 ve Şekil 4.3 de verilmiştir.

Besindeki kadmiyum oranının %0.05 olması denenen günler arasında sadece 20. günde glikojen miktarında bir azalmaya neden olmuş diğer günlerde ise herhangi bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

%0.10 oranında kadmiyum içeren besinle beslenen böceklerde maksimum glikojen miktarı %0.0429 ile 15. günde gözlenmiştir. Bunu 20. ve 10. günler izlemiştir. Yirmibeşinci ve 30. günler arasında önemli bir fark olmamakla beraber bu iki günden elde edilen veriler diğer günlerden önemli düzeyde düşük gerçekleşmiştir.

Kadmiyum derişiminin %0.50 olduğu durumda en yüksek glikojen oranı %0.0387 ile 10. günde elde edilmiştir. Yirminci ve 30. günlerdeki veriler arasında

önemli bir farka rastlanmamakla beraber bahsi geçen günlerdeki glikojen miktarları 10. günden sonra elde edilen en yüksek değerlerdir. Bu derişim için en düşük glikojen yüzdesi ise %0.0169 değeri ile 15. günde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

Yüzde 1.00 oranında kadmiyum içeren bu deney serisinde en yüksek glikojen oranı %0.0334 ile 10. günde, en düşük değer ise %0.0129 ile 30. günde elde edilmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

Farklı kadmiyum derişimlerinin ergin erkek *P. turionellae* bireylerinin glikojen miktarına etkisi Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4 de verilmiştir.

Deney periyodunun 10. gününde denenen hiçbir derişim kontrol grubuna göre istatistiki açıdan önemli sayılabilecek bir etkide bulunmamıştır.

Onbeşinci günde uygulanan derişimlerden %1.00 kadmiyum oranına sahip besinle beslenen böceklerin glikojen seviyelerinde önemli bir azalma gözlenmiş, denenen diğer derişimlerle kontrol grubu arasında önemli bir fark elde edilememiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

Yirminci gündeki veriler %1.00 oranında kadmiyum içeren besinin glikojen miktarını kontrol ve denenen diğer besinlere oranla önemli derecede etkileyerek artmasına neden olmuştur. Denenen diğer derişimler bu günde önemli bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

Besinin %0.05 kadmiyum içermesi 25. günde glikojen yüzdesini diğer derişimlere ve kontrole göre artırmış, kadmiyum oranının %1 olması durumunda ise glikojen seviyesini en düşük değer olan %0.0053 e düşmüştür. Söz konusu günde kontrol grubu ile %0.10 ve %0.50 kadmiyum içeren besinlerle beslenen böceklerin glikojen miktarları arasındaki önemli bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

Deney periyodunun 30. gününde denenen derişimlerden %0.50 kadmiyum oranına sahip besin glikojen miktarına kontrole göre önemli bir etkide bulunmamıştır. %0.10 ve %1.00 lik derişime sahip besinlerin glikojen miktarına etkileri arasında bir fark bulunmamakla birlikte bu derişimler glikojen miktarını denenen diğer besinlere oranla önemli derecede düşürmüştür.

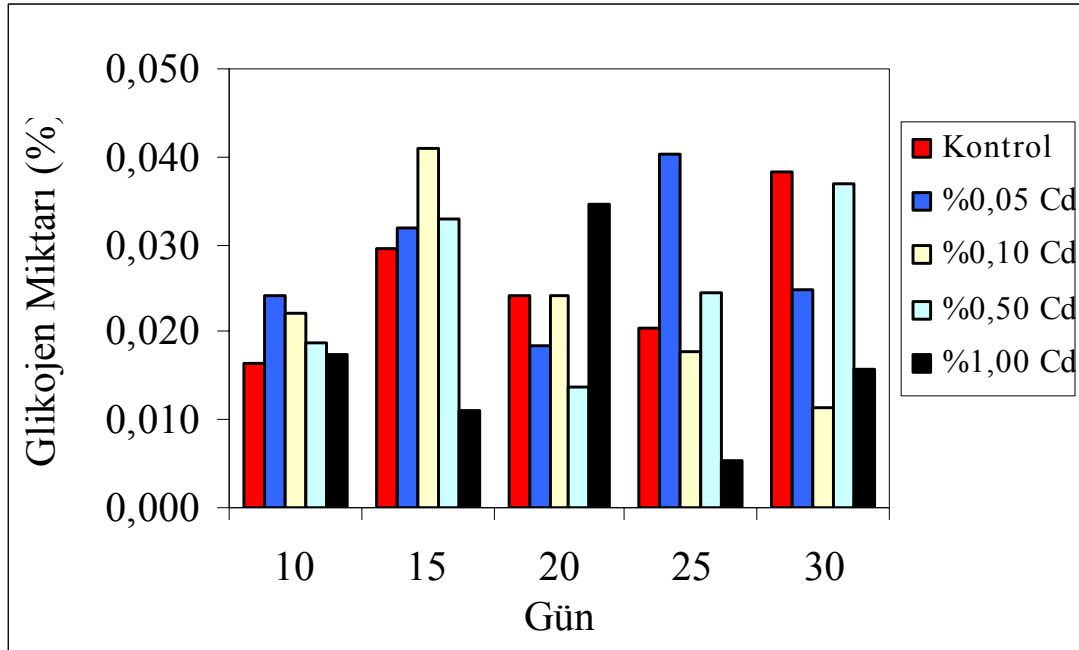
Çizelge 4.4. Ergin *P. turionellae* erkeklerinin sentezledikleri glikojen miktarına farklı kadmiyum derişimlerinin günlere göre etkileri

Kadmiyu m (%)	Böcek Sayısı	Protein Miktarı (%)				
		10. Gün $\bar{X} \pm S\bar{Y}$ *	15. Gün $\bar{X} \pm S\bar{Y}$ *	20. Gün $\bar{X} \pm S\bar{Y}$ *	25. Gün $\bar{X} \pm S\bar{Y}$ *	30. Gün $\bar{X} \pm S\bar{Y}$ *
0.00 **	4	0.0166 ± 0.0020 a x	0.0293 ± 0.0010 a y	0.0240 ± 0.0020 a yz	0.0206 ± 0.0010 b yz	0.0382 ± 0.0030 a z
0.05	4	0.0242 ± 0.0030 a xy	0.0320 ± 0.0050 a xy	0.0183 ± 0.0020 a x	0.0402 ± 0.0030 c y	0.0249 ± 0.0030 b xy
0.10	4	0.0220 ± 0.0020 a xy	0.0409 ± 0.0030 a z	0.0242 ± 0.0040 a y	0.0177 ± 0.0010 b xy	0.0113 ± 0.0020 c x
0.50	4	0.0186 ± 0.0010 a y	0.0329 ± 0.0020 a t	0.0137 ± 0.0005 a x	0.0243 ± 0.0002 b z	0.0367 ± 0.0010 a t
1.00	4	0.0173 ± 0.0010 a z	0.0112 ± 0.0008 b y	0.0344 ± 0.0010 b t	0.0053 ± 0.0007 a x	0.0157 ± 0.0010 c yz

* :SNK: a, b, c, d, e harfleri derişimleri, x, y, z, t harfleri günler arasındaki ayırımı belirtmek için kullanılmıştır. Aynı harfleri içeren veriler arasında $P < 0,05$ düzeyinde istatistikî olarak ayırım yoktur

$\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata

** : Kontrol Besini



Şekil 4.4 Besindeki farklı kadmiyum oranlarının *P. turionellae* ergin erkeklerinin sentezlediği glikojen miktarına günlere göre etkileri

P. turionellae ergin erkeklerinde glikojen oranına her bir kadmiyum derişiminin günlere göre etkileri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4 de verilmiştir.

Yüzde 0.05 kadmiyum içeren besinle beslenen böceklerde en yüksek glikojen miktarı 25. günde elde edilmiştir. Bu gündeki glikojen miktarındaki artış sadece 20. gündeki glikojen değerinden önemli düzeydedir.

Deney besininin %0.10 kadmiyum içermesi durumunda en yüksek glikojen miktarı %0.0409 ile 15. günde elde edilmiştir. Diğer günlerdeki glikojen miktarları 15. günde elde edilene göre önemli düzeyde bir düşme göstermiştir. Bu düşüş 30. gündeki glikojen seviyesinden yaklaşık %72 seviyesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

Besindeki kadmiyum oranının %0.50 olması durumunda en düşük glikojen miktarı %0.0137 ile 20. günde elde edilirken en yüksek değerler 30. ve 15. günlerde sırasıyla %0.367 ve %0.329 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

%1 oranında kadmiyum içeren besinle beslenen böceklerde ise 25. gün %0.0053 ile glikojen seviyesinin en düşük olduğu gün olmuş, bu deney serisinde

maksimum glikojen düzeyi %0.344 ile 20. günde gerçekleşmiştir. Glikojen düzeyinin bu iki ekstrem seviyesi denenen diğer günlerden istatistiki bakımdan önemlidir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4)

5. TARTIŞMA

Sunulan çalışmada oral yolla alınan %0.05, %0.10, %0.50 ve %1.00 derişimlerdeki kadmiyumun ergin *P. turionellae*'nin sentezlediği protein ve glikojen miktarına farklı sürelerdeki etkileri araştırılmıştır.

Ekosistemde bulunan toksik etkili metallerin tüm canlı türleri üzerine yaptığı etkiler sonucunda metabolik süreçlerin hem sentez olaylarında hem de enerji metabolizmasında önemli değişimlere neden olduğu bilinmektedir. Biyokimyasal düzeyde bu metallerin neden olduğu olumsuz etkiler arasında ATP ve ADP'nin fosfat gruplarıyla olan reaksiyonları, hücre membranının zarar görmesi, -SH gruplarıyla olan reaksiyonları, temel iyonların yerine geçmeleri ve esas metaboliklerle rekabet etmeleri sayılabilir (Gregory, 1997).

Böceklerin doğal ekosistemlerinden metal asimilasyonunu besin yoluyla gerçekleştirdikleri, bu alınının fizyolojik mekanizmasının ve vücuttan atılım şeklinin türe özgü olmasının yanı sıra bazı yaşamsal parametrelere de bağlı olduğu bilinmektedir (Rabitsch, 1995). Buna ek olarak her türün hayat döngüsü içinde temel ve temel olmayan iz metallerle olan gereksinim de farklı olabilir. Biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilen *P. turionellae* ve bunun gibi biyolojik mücadelede kullanılmak üzere kitle halinde üretimi amaçlanan türlerin gelişme süreçlerinde çevre şartlarına karşı duyarlılık sınırlarının iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle besinsel kontaminasyon yoluyla böceklere taşınabilen metallerin hangi derişimlerde hangi etkilere neden olduğunun araştırılması büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaçla, sunulan bu çalışmada kadmiyumun farklı derişimlerinin ergin dişi ve erkek böceklerin sentezlediği protein ve glikojen miktarına etkileri ayrı ayrı ele alınmıştır.

Farklı derişimlerde kadmiyum içeren besinlerle beslenen ergin *P. turionellae* dişi ve erkekleri ile yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde, kadmiyumun dişinin sentezlediği protein ve glikojen miktarını erkeğe göre daha fazla etkilediği sonucu ortaya çıkmaktadır. Çeşitli ağır metal iyonlarının örneğin *Oncopeltus fasciatus* (Cervera ve ark., 2004), *Eyprepocnemis plorans* (Devkota ve Schmidt, 1999), *Ailopus thalassinus* (Schmidt ve ark., 1991, 1992), *Chironomus riparius* Meigen (Sildanchandra ve Crane, 2000) ve *Acyrtosiphon pisum*

(Laskowski, 2001) gibi böcekler üzerinde eşeye göre farklı etkiler göstermesi, *P. turionellae*'dan elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir.

Elde edilen veriler sentetik besine ilave edilen kadmiyumun genelde dışının sentezlediği protein miktarına negatif bir etki yaparken, erkeklerin sentezledikleri protein miktarına önemli bir etkide bulunmadığını göstermektedir. Bununla beraber özellikle düşük kadmiyum derişimlerinde sentezlenen protein miktarında denenen bazı günlerde bir artışın olduğu gözlenmiştir. Bu durum *Aedes* hücrelerinde de (Braeckman ve ark., 1999) gözlendiği gibi kadmiyum toksisitesine karşı hücresel düzeyde gösterilen tepkinin bir sonucu olarak sentezlenen protein artışından ileri gelebilir. Ancak kadmiyumun neden olabileceği bu artışın metallotioneinler, Cd bağlayıcı proteinler veya HSP (heat shock proteins) lerin hangisinde oluşan bir artışın sonucu olabileceği (Braeckman ve ark., 1999) ile ilgili kesin bir yargıya varmak için daha ayrıntılı çalışmalara gereksinim olduğu gerçektir.

Kadmiyumun *in vitro* protein sentezini inhibe ettiği iyi bilinmektedir (Norton ve Kench, 1977). Yapılan çalışmalar kadmiyumun böceklerde hemolenfteki total protein miktarını azalttığını göstermiştir (Ortel, 1991; 1995b). Aynı metalin *O. fasciatus* dişilerinde hemolenf, ovarioller ve yağ dokudaki total protein miktarını azalttığı, buna paralel olarak da ovaryum olgunlaşmasını geciktirdiği gözlenmiştir (Cervera ve ark.: Basımda). Gözlenen bu genotoksik etkilerin, metalin nükleus içine membrandaki Ca^{+2} kanallarından girişiyle başladığı ve daha sonra nükleusa giren bu metallerin DNA yapısındaki fosfat grubunun yerine geçerek bağlanması yoluyla DNA sentezini inhibe ettikleri şeklinde gerçekleştiği bilinmektedir (Uysal ve Bahçeci, 1996). Sunulan çalışmada *P. turionallae* ergin dişilerinde gözlenen kadmiyumun yüksek oranlarının protein miktarını negatif yönde etkilemesi, denenen diğer böcek türlerinden gözlenen sonuçlarla benzerlik göstermekte ve olasılıkla da mekanizmasının aynı yönde gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Diğer taraftan kadmiyum gibi toksik bir metalin diğer metallere oranla canlı bünyesinde daha fazla birikim göstermesi de (Kazimirova ve Ortel, 2000) artan derişimlerine bağlı olarak protein sentezinin düşmesinin önemli bir nedeni olarak değerlendirilebilir.

Böceklerde enerji rezervi olarak büyük önem taşıyan glikojen, yağ doku ve uçuş kasları gibi metabolik ve fizyolojik aktivitesi yüksek böcek dokularında

depolanmaktadır. Bu depo bileşeninin dokulardaki birikim düzeyi böceğin beslenme rejiminin nicel ve nitel bileşimiyle yakından ilişkili olmakla birlikte (Wyatt, 1967; Siegert, 1987), çeşitli çevre koşulları bu bileşiğin birikim düzeyini etkileyebilmektedir. Bunlardan en önemlilerinden biri de ağır metal stresinin neden olduğu etkilerdir. Glikojen düzeyindeki değişimlerin faydalı bir kirlilik belirtici olarak değerlendirilebilmesi (Lagadic ve ark., 1994) adı geçen bileşiklerin etkilerinin önemini vurgulaması açısından dikkat çekicidir. Örneğin, parazitlenmiş *L. dispar* larvalarının hemolenf ve total vücut dokularındaki karbohidrat derişimleri, ağır metal iyonu stresinin etkileriyle önemli derecede azalmakta (Bischof, 1995a), aynı böcek türünde Cd, Pb ve Cu gibi ağır metallerin düşük derişimlerde verilmesi glikojen içeriğinin artmasına (Ortel, 1996) neden olmaktadır. Hücreye giren ağır metaller daha sonra mitokondrinin içine alınarak oksidatif fosforilasyonu inhibe ederek (Zaba ve Haris, 1978; George, 1982; Viarengo, 1985; Moura ve ark., 2000) etki gösterdikleri gibi bu metallerin oluşturduğu stres sonunda glikogenolitik sürecin hızlanması (Spring ve ark., 1977) şeklinde de etkilerini göstermektedirler. Sunulan çalışmada özellikle kadmiyuma maruz kalma süresinin erken dönemlerinde olmak üzere deney periyodunun bazı günleri ve bazı derişimlerde sentezlenen glikojen miktarının kontrole göre düşük olması yukarıda açıklanan etki mekanizmasının bir sonucu olabilir. Diğer taraftan denenen günlerden bazılarında gözlenen glikojen seviyesindeki artış ise düşük dozlarda *L. dispar*'da da gözleendiği gibi (Ortel, 1996) glikogenezin sitimüle edilmesinin bir sonucu olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sunulan çalışmada kadmiyum gibi ağır bir metalin farklı oranlarının *P. turionellae* L. ergin dişi ve erkeklerinin protein ve glikojen sentezi üzerine etkileri araştırılmış ve sonuç olarak kullanılan kadmiyum oranlarının böceğin eşey durumuna bağlı olarak besinsel regülasyonda önemli derecede farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Deneylerde kadmiyumun besinlere katılan tüm derişimleri, erkek bireyin protein sentezinde önemli etkiler göstermemesine rağmen, dişi böceğin protein sentezinde farklılıklar göstermiştir. Buna karşılık aynı metalin tüm konsantrasyonları gerek dişi gerekse erkek böceklerde glikojen sentezi üzerinde kontrole göre ekstrem sonuçlar göstermiştir

Sonuç olarak; kadmiyumun değişen derişimleri *P. turionellae* üzerinde hem dişi hem de erkekte protein ve glikojen sentezi üzerinde farklı etkilere neden olmaktadır. Bu etkilerin belirli bir orantı oluşturmamasının sebepleri arasında oldukça fazla faktör yer almaktadır. Temel olarak toksik etkili bu metallerin aktif veya pasif yollarla membrandan hücre içine alınarak, başta protein sentezi olmak üzere, enerji üretimi ve enzim sentezi mekanizmalarını engelleyerek metabolik bozukluklara neden oldukları bilinen nedenler arasındadır. Aynı zamanda DNA, ATP ve ADP'nin fosfat gruplarıyla olan reaksiyonları, temel iyonların yerine geçmeleri ve esas metaboliklerle rekabet etmeleri nedeniyle toksik etkilerinin artması da bilinen bir gerçektir. Buna bağlı olarak artan toksik etkileri de protein ve glikojen sentezi üzerinde olumsuzluklara neden olmaktadır.

Sunulan çalışmalardan elde edilen sonuçların daha sağlıklı değerlendirilebilmesi benzer deneylerin *P. turionellae* üzerinde larval düzeyde denenmesi ile mümkün olabilir.

Şu ana kadar yapılan çalışmalar, farklı besinsel yollarla kadmiyum gibi ağır metallerin alınımının besin zinciri yoluyla protein ve glikojen sentezinde etkili olabileceğini göstermekle birlikte kadmiyum, cıva, kurşun ve bakır gibi benzer ağır metal etkilerinin tüm parazitoid böceklerde dikkatle çalışılması gereken problemler olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu konuda daha sağlıklı değerlendirmeler yapabilmek için şu ana kadar yapılan benzer çalışmaların yanı sıra ağır metallerin böcek türleri üzerindeki biyokimyasal ve fizyolojik etkilerinin daha ayrıntılı olarak çalışılması gerekmektedir. Bu da toksik etkili metallerin tek tek ya da kombine olarak böcek türlerine uygulanması ile hücrel depolanma mekanizmalarının ayrıntılı olarak çalışılması ve ağır metallerin direkt ölçülmesi ile mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- BISCHOF, C., 1995a. Effects of Heavy Metal Stress on Carbohydrate and Lipid Concentrations in the Haemolymph and Total Body Tissue of Parasitized *Lymantria Dispar* L. Larvae (Lepidoptera). *Comp. Biochem. Physiol.*, 112 C: 1, 87–92.
- BISCHOF, C., 1995b. Heavy Metal Concentrations of the Endoparasitoid *Glyptapanteles liparidis* Bouché (Hymenoptera) in Contaminated *Lymantria Dispar* L. Larvae (Lepidoptera). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 55, 533–538.
- BRAECKMAN, B., SMAGGHE, G., BRUTSAERT, N, CORNELIS, R. and RAES, H., 1999. Cadmium Uptake and Defense Mechanism in Insect Cells. *Environmental Research Section A*, 80, 231-243.
- BREMNER, I., 1974. Heavy metal Toxicities *Quart. J. Biophys.*, 7,74–124.
- CERVERA, A., MAYMO, A.C., SENDRA M., MARTINEZ-PARDO, R. and GARCERA, M.D., 2004. Cadmium Effects on Development and Reproduction of *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae). *J. Insect Physiol.*, 50, 737–749.
- CERVERA, A., MAYMO, A.C., SENDRA M., MARTINEZ-PARDO, R. and GARCERA, M.D., 2005. Vitellogenesis Inhibition in *Oncopeltus fasciatus* (Heteroptera: Lygaeidae).Exposed to Cadmium. *J. Insect Physiol.*, (Basimda)
- CINIER, CHRISTINE DE CANTO, PETIT-RAMEL, M., FAURE, R.; GARIN, D. and BOUVET, Y., 1999. Kinetics of Cadmium Accumulation and Elimination in Carp *Cyprinus carpio* Tissues. *Comp . Biochem. and Physiol.*, Part C, 122, 345–352.
- CRAWFORD, L.A., LEPP, N.W. and HODKINSON, I.D., 1996. Accumulation and Egestion of Dietary Copper and Cadmium by the Grasshopper *Locusta migratoria* R&F (Orthoptera: Acrididae). *Environ. Pollut.*, 92: 3, 241–246.
- DADD, R.H., 1973. Insect Nutrition: Current Developments and Metabolic Implications. *Ann. Rev. Ent.*, 18, 381–420.

- DADD, R.H., 1985. Nutrition: Organism. In Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology. (Edited by Kerkut G.A and Gilbert L.I.) Pergamon Press., Volume 8, p.p. 313–390
- DEVKOTA, B. and SCHMIDT, G.H., 1999. Effect of Mercury (Hg^{2+}) on the Life Span and Development of *Eyprepocnemis plorans* (Charp.) (Orthoptera, Caelifera, Acrididae). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri"*, 55, 113-125.
- EMRE, İ., 1988. Meridik bir Besinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Ergin Dişilerinin Yumurta Verimine Etkisi. *Doğa Tu. Biyol.*, 12(2) 101–105.
- FRIEND, W.G. and DADD, R.H., 1982. Insect Nutrition. A Comparative Perspective. *Advances in Nutritional Research*, Vol., 4, 205–247.
- GELEGEN, L. ve YEŞİLADA, E., 2000. *Drosophila melanogaster*'in Bazı Gelişimsel Özellikleri Üzerine Kadmiyum Nitratın Etkisi. *Turk. J. Biol.*, 24: 585–591
- 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*, New York, 3–52.
- GINTENREITER, S., ORTEL, J. and NOPP, H., 1993. Effect of Different Dietary Levels of Cadmium, Lead, Copper and Zinc on the Vitality of the Forest Pest Insect *Lymantria dispar* L. (Lymantriidae, Lepid). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 25, 62–66.
- GREGORY, J.L., 1997. The Effect of Cadmium on Cytosolic Free Calcium, Protein Kinase and Collagen Synthesis in Rat Osteosarcoma (Ros 17/2.8) Cells. *Toxicol. And App. Pharmacol*, 143, 189–195.
- HOUSE, H.L., 1962. Insect Nutrition *Ann. Rev. Biochem.*, 31, 653–672.
- HOUSE, H.L., 1972. Insect Nutrition: In *Biology of Nutrition*, I.E.F.N. Vol. 18. Edited by R.N. Fiennes. *Pergamon Press. Oxford and New York*, Chapter 17, Pages 517–573.

- HOUSE, H.L., 1974. Nutrition in the Physiology of Insecta Vol. V. Edited by M. Rockstein *Academic Pres. New York*, Pages 1–62.
- JACOB, P.J. and MORUGAN, K., 1989. Impact of Natural and Artificial Diet on the Feeding and Reproduction in two Species of Acridids (Orthoptera: Insecta) *Entomon.*, 15, (3), 221–226.
- JENSEN, A. and BRO-RASMUSSEN, F., 1992. Environmental Cadmium in Europe. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 125, 101–181.
- KAZIMIROVA, M. and ORTEL, J., 2000. Metal Accumulation by *Ceratitis capitata* (Diptera) and Transfer to the Parasitic Wasp *Coptera occidentalis* (Hymenoptera). *Environ. Toxicol. And Chem.*, 19: (7) 1822–1829.
- KETELES, K.A. and FLEEGER, J.W., 2001. The Contrubution of Ecdysis to the Fate of Copper, Zinc and Cadmium in Grass Shrimp, *Palaemonetes pugio* Holthius. *Mar. Pollut. Bull.*, 42: 12, 1397–1402.
- LAGADIC, L., CAQUET, T. and RAMADE, F., 1994. The Role of Biomarkers in Environmental Assessment. Invertebrate Populations and Communities. *Ecotoxicology*, 3(5), 193–208.
- LASKOWSKI, R., 2001. Why Short-Term Bioassay are not Meaningful-Effects of Pesticide (Imidacloprid) and a Metal (Cadmium) on Pea Aphids (*Acythosiphon pisum* Haris). *Ecotoxicology*, 10, 177–183.
- LINDE, A.R., ARRIBAS, P., SANCHEZ-GALAN, S. and GARCIA-VAZQUEZ, F., 1996. Eel (*Anguilla anguilla*) and Brown Trout (*Salmo trutta*) Target Species to Assess The Biological Impact of Trace Metal Pollution in Freshwater Ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 31, 197–302.
- McLAUGHLIN, M.J., PARKER, D.R. and CLARKE, J.M., 1999. Metals and Micronutrients-food Safety Issues. *Field Crops Research*, 60, 143–163.
- MOE, S.J., STENSETH, N.C. and SMITH, R.H., 2001. Effect of a Toxicant on Population Growth Rates: Sublethal and Delayed Responses in Blowfly Populations. *Functional Ecology*, 15, 712–721.
- MOURA, G., VILARINHO, L. and MACHADO, J., 2000. The Action of Cd, Cu, Cr, Zn and Pb on Fluid Composition of *Anodonta cygnea* (L.): Organic Components. *Com. Biochem. and Physiol.*, Part B, 127.

- NORTON, K.B. and KENCH, J.E., 1977. Effects of Cadmium on Ribosomal Protein Synthesis in Rat Liver. *Environmental Research*, 13, 102-110.
- ORTEL, J., 1991. Effects of Lead and Cadmium on Chemical Composition and Total Water Content of Pupal Parasitoid *Pimpla turionellae*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 59:1, 93-100.
- ORTEL, J., 1995a. Accumulation of Cd and Pb in Successive Stages of *Galleria mellonella* and Metal Transfer to the Pupal Parasitoid *Pimpla turionellae*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 77:1, 89-97.
- ORTEL, J., 1995b. Changes in Protein Content and Free Amino Acid Composition in Metal-Contaminated Gypsy Moth Larvae (*Lymantria dispar* L., Lymantriidae, Lepidoptera). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 112C, 291-298.
- ORTEL, J., 1995c. Effects of Metals on the Total Lipid Content in the Gypsy-Moth (*Lymantria dispar* L., Lymantriidae, Lepid.) and its Hemolymph. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 55, 216-221.
- ORTEL, J., 1996. Metal Supplemented Diets Affect Carbohydrate Levels in Tissue and Hemolymph of Gypsy-Moth (*Lymantria dispar* L., Lymantriidae, Lepidoptera). *Environ. Toxicol. and Chem.*, 15:7, 1171-1176.
- ORTEL, J., GINTENREITER, S. and NOPP, H., 1993. The Effect of Host Metal Stress on a Parasitoid in an Insect / Insect Relationship (*Lymantria Dispar*, L., Lymantriidae Lepid. – *Glyptapanteles liparidis* Bouché, Braconidae Hym.). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 24, 62-66.
- ORTEL, J. and VOGEL, W.R., 1989. Effects of Lead and Cadmium on Oxygen Consumption and Life Expectancy of The Pupal Parasitoid *Pimpla turionellae*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 52:1, 83-88.
- PLUMMER, D.I. 1971. "Practical Biochemistry" Mc Graw Hill Book Company Ltd., England, 369.
- RABITSCH, W.B., 1995. Metal Accumulation in Arthropods Near a Lead / Zinc Smelter in Arnoldstein, Austria. I. *Environ. Pollut.*, 90:2, 221-237.

- ROE, H.J., BATLEY, J.M., Gray, R.R. and ROBINSON, J.N., 1961. Complete Removal of Glycogen from Tissues by Extraction with Cold Trichloroacetic Acid Solution. *J. Biol. Chem.*, 236, 1224-1246.
- SHIN, BYUNG-SIK., RI, NA CHOI. AND CHOONG-UN LEE, 2001. Effect of Cadmium on Total Lipid Content and Fatty Acids of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*. *Korean J. Ecol.*, 24(6), 349-352.
- SCHMIDT, G.H., IBRAHIM, N.M.M. and ABDALLAH, M.D., 1991. Toxicological Studies on the Long-Term Effects of Heavy Metals (Hg, Cd, Pb) in Soil on the Development of *Aiolopus thalassinus* (Fabr.) (Saltatoria: Acrididae). *The Science of the Total Environment*, 107, 109-134.
- SCHMIDT, G.H., IBRAHIM, N.M.M. and ABDALLAH, M.D., 1992. Long Term Effects of Heavy Metals in Food on Developmental Stages of *Aiolopus thalassinus* (Saltatoria:Acrididae). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 23, 375-382.
- SIEGERT, K.J., 1987. Carbohydrate Metabolism in *Manduca sexta* During Late Larval Development. *J. Insect Physiol.*, 33(6), 421-427.
- SILDANCHANDRA, W., CRANE, M., 2000. Influence of Sexual Dimorphism in *Chironomus riparius* Meigen on Toxic Effects of Cadmium. *Environmental Toxicology and chemistry*, 19, 2309-2313.
- SPRING, J.H., MATTHEWS, J.R. and DOWNER, A., 1977. Fate of Glucose in the Haemolymph of the American Cockroach, *Periplaneta amaricana*. *J. Insect Physiol.*, 23, 525-529.
- THOMPSON, S.N. and HAGEN, K.S., 1999. Nutrition of Entomophagous Insect and Other Arthropods, In the Handbook of Biological Control, Ed. By Thomas et al., *Academic Press*, Chapter 22, 594-652.
- TSIROPOULOS, G.J., 1992. Feeding and Dietary Requirements of the Tephritid Fruit Flies, Advances in Insect Rearing for Research and Pest Management. Edited by Thomas E.A. and Norman C.L., *In Westview Press*, Chapter 7, 93-118.

- TÜRKAN, İ., 1995. Comparison of Moss and Bark Samples as Biomonitors of Heavy Metals in a Highly Industrialized Area in İzmir, Turkey. *The Science of the Total Environment*, 166, 61–67.
- UYŞAL, H. ve BAĞÇECİ, Z., 1996. Kurşun Nitrat'ın *Drosophila melanogaster*'in Üçüncü İnstar Larvalarının Tükruk Bezi Politen Kromozomları Üzerine Etkileri. *Tr. J. of Biology*, 20. 199-205,
- UYŞAL, H. ve BAĞÇECİ, Z., 1997. Kurşun Nitrat'ın *Drosophila melanogaster*'in Gelişimi Üzerine Etkileri. *Tr. J. of Biology*, 21. 1-10.
- VIARENGO, A., 1985. Biochemical Effects of Trace Metals. *Mar. Pollut. Bull.*, 16, 153–158.
- VUORI, K-M., and KUKKONEN, J., 1996. Metal Concentrations in *Hydropsyche pellucidula* Larvae (Trichoptera, Hydropsychidae) in Relation to the Anal Papillae Abnormalities and Age of Exocuticle. *Wat. Res.*, 30:10, 2265–2272.
- WADA, K. and FUJINUKI, T., 1976. Biomineralization in Bivalvae Molluscs with Emphasis on the Chemical Composition of the Extrapallial Fluid. In: Watabe, N., Wilbur, K. M. (Eds.), *The Mechanisms of Mineralization in the Invertebrates and Plants. University of South Carolina Press*, Columbia, 175–190.
- WYATT, R.G., 1967. The Biochemistry of Sugars and Polysaccharides in Insect. In *the Advance in Insect Physiology* (ed. by Treherne, J.W.L. and Wigglesworth, V.B.), Vol IV 287-347, Academic Press, New York.
- YOSHIKAWA, H.S., 1982. Interaction of Metals and Metallothionein. *Elsevier/North-Holland. New York Amsterdam Oxford*, 11–23.
- ZABA, B.N. and HARRIS, E.J., 1978. Accumulation and Effects of Trace Metal Ions in Fish Liver Mitochondria. *Comp. Biochem. Physiol.*, 61C (1), 57–66

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Adana'nın Kozan ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi İstiklal İlk Okulunda ve Orta öğrenimimi Kozan Ortaokulunda tamamladım. 1997 yılında Kozan Lisesinden mezun oldum. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü kazandım. 2002 yılında Biyolog olarak mezun oldum. Aynı yıl Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladım.