

T.C.
D CLE ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ

**Bak,r sülfat (CuSO_4)ün *Physsa acuta* (Draparnaud, 1805)ün,
H STOPATOLOJ S ÜZER NE ETK LER**

Sabahat AYZ

YÜKSEK L SANS TEZ

B YOLOJ ANAB L M DALI

D YARBAKIR

Haziran-2013

T.C. DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yapılan "CuSO₄'ın *Physa acuta* (Draparnaud, 1805)'nin Histopatolojisi Üzerine Etkileri" konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak Kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Rıdvan ŞEŞEN

Üye : Doç. Dr. Osman AKBA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Birgül OTLUDİL

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 26/06/2013

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../.....

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

Enstitü Müdürü

TE EKKÜR

Bu çal, ma Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Genel Biyoloji Anabilim Dal, Öretim Üyesi hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Birgül OTLUD LÖn dan, manl, ,nda yap,lm, t,r. Bana bu olana , sa lad, , ve her türlü bilgi ve tecrübesinden yararland, ,m, çal, malar,m,n her a amas,nda bire bir yan,mda olan say,n hocama çok te ekkür ederim.

Preparatlar,n resimlenmesi safhas,nda bize gerekli mikroskobu temin eden ve Hidrobiyoloji laboratuvar,ndan faydalanmam,z, sa layan Say,n Prof. Dr. Erhan ÜNLÜöye, örneklerin disseksiyonu s,ras,nda yard,mlar,n, esirgemeyen Say,n Prof. Dr. R,dvan e enö ve örneklerin toplanmas,nda de erli katk,lar, olan, maddi ve manevi olarak emek ve yard,mlar,n, gördü üm Umut Ula ÇEL Kœ te ekkürü bir borç biliyorum.

Çal, malar,m boyunca deste ini hep yan,mda hissetti im babam Mehmet Nezir AYAZ ve anneme, çal, mam,n her a amas,nda deste ini gördü üm can,m karde imYrd. Doç. Dr. Emine Ayaz T LKATœa ve di er karde lerime bana gösterdikleri destek ve sab,r için çok te ekkür ediyorum.

Ç NDEK LER

	Sayfa
TE EKKÜR í .	I
Ç NDEK LER í	II
ÖZET í	IV
ABSTRACT í	V
Ç ZELGE L STES í	VI
EK L L STES í	VII
KISALTMA VE S MGELER í .	X
1. G R í	1
2. ÖNCEK ÇALI MALAR í .	5
3. MATERİYAL ve METOT í .	17
3.1. Materyalí	17
3.1.1. Türün Tan,m,í	17
3.2. Metotí	19
3.2.1. Örneklerin Toplanması, ve Laboratuvara Getirilmesií í í í í	19
3.2.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması, í	19
3.2.3. Deneysel Çalı ma í	20
3.2.4. Kimyasalların Hazırlanması, í	22
3.2.5. Histolojik Preparatların Hazırlanması, í	23
4. ARA TIRMA BULGULARI í	24
4.1. Histopatolojik Bulgularí .	24
4.1.1. Ayakí .	24
4.1.1.1. Kontrol Grubu í	24
4.1.1.2. Deney Grupları, í .	24
4.1.2. Hepatopankreasí .	31
4.1.2.1. Kontrol Grubu í .	31
4.1.2.2. Deney Grupları, í .	31
4.1.3. Mantoí .	39
4.1.3.1. Kontrol Grubu í .	39

4.1.3.2	Deney Gruplar,	39
4.1.4.	Ovotestis (Hermafrodit Bez)	46
4.1.4.1.	Kontrol Grubu	46
4.1.4.2.	Deney Gruplar,	46
5.	TARTI MA VE SONUÇ	53
6.	KAYNAKLAR	58
	ÖZGEÇM	64

ÖZET

Bakır sülfat (CuSO_4)'ın *Physa acuta* (Draparnaud, 1805)'nın HİSTOPATOLOJİK ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sabahat AYZAN

DOKÜMAN VE YAYIN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

2013

Bu çalışmada, Türkiye'de yaygın olarak bulunan bir tatlı su salyangozu olan *Physa acuta*'nın hepatopankreas, ayak, manto ve ovotestis dokularına üzerine bakır sülfat'ın histopatolojik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Salyangozlar 15 günlük adaptasyondan sonra, biri kontrol grubu diğeri deney grupları olmak üzere toplam dört gruba ayrılmıştır. Salyangozlara uygulanacak subletal konsantrasyonların 96 saatlik LC_{50} değerinin 1/5 (0,2 mg/l), 1/10 (0,1 mg/l) ve 1/20 (0,05 mg/l) değerlerini alarak, sırasıyla bakır sülfat (CuSO_4) konsantrasyonları uygulanmıştır. Toplamda 30 gün olmak üzere 10 günlük aralıklarla her bir gruba farklı subletal konsantrasyonlarda ve farklı sürelerde uygulanan bakır sülfat parametreleri sonucunda salyangozların ayak, hepatopankreas, manto ve ovotestis dokularıyla ilgili histopatolojik değişiklikler gözlemlenmiştir. Deney gruplarında lezyonların şiddeti artan CuSO_4 konsantrasyonuna ve zamana bağlı olarak artmış, göstermiştir.

Deney gruplarının ayak ve manto dokularında epitelde deskuamasyon, mukus hücreleri ve lipid vakuollerinde artış, kas fibrillerinde atrofi, pigment ve protein hücrelerinde artış gibi lezyonlar saptanmıştır. Hepatopankreas dokularında; bazofilik hücrelerde artış, lipid vakuollerinde artış, bağı dokusunda atrofi, hemolenfatik alanlarda dilatasyon, tübüllerin lümeninde genişleme ve amöbositlerde artış, ekinde lezyonlar tespit edilmiştir. Ovotestis dokularında ise, epitel dokuda invazyon, oositlerde dejenerasyon, asinüs hücrelerinde bozulma, sitoplazmada vakuolleme ve piknotik hücre artışı gibi patolojik lezyonlar belirlenmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular salyangozların çevre kirliliğinde, özellikle de ağır metal birikiminde iyi bir biyoindikatör olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Physa acuta*, bakır sülfat (CuSO_4), histopatoloji.

ABSTRACT**THE EFFECT OF COPPER SULPHATE (CuSO₄) ON HISTOPATHOLOGY OF
Physa acuta (Draparnaud, 1805)**

Msc THESIS

Sabahat AYZAZ

UNIVERSITY OF DICLE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOLOGY

2013

In this study, it is aimed to determine the histopathological effects of copper sulphate (CuSO₄) on feet, mantle and on ovotestis tissues of *Physa acuta* hepatopancreas, a fresh water snail, which is commonly found in Turkey.

After 15 days of adaptation, snails were divided into a total of four test groups one of which was assigned as control group, while the other three were the test groups. Copper sulfate (CuSO₄) concentrations were applied provided that 96-hour LC₅₀ value of sublethal concentrations to be applied to snails were taken as 1/5, 1/10, 1/20; and 0.2 mg/l, 0.1 mg /l and 0.05 mg /l, respectively. Histopathological changes related to the feet, hepatopancreas, mantle and ovotestis tissues of snails were observed as a result of copper sulphate parameters applied during different periods and under different sublethal concentrations during 10 days intervals for totally 30 days. In all test groups except control group, increases in lesions were detected depending on increase in severity of CuSO₄ concentration and the passage of time.

Desquamation in foot and mantle tissues, in epithelium of the test groups, and increase in mucous cells and lipid vacuolation, and lesions such as increase in, muscle fibers atrophy, pigments and proteins cells were detected. Swelling in hepatopancreas tissues and basophilic cells; increase in lipid vacuolations; dilation in connective tissue atrophy, hemolymphatic areas; expansion in the lumen of the tubules and lesions in amoebocytes were identified in the form of increase. On the other hand, in ovotestis tissues, pathological lesions such as invaginations in epithelium tissues, degeneration in oocytes, deterioration in acini cells, vacuolation in the cytoplasm and pyknotic cell increases were determined.

The findings obtained in this study demonstrate that snails may be used as good bioindicator in environmental pollution, especially in the accumulation of heavy metals.

Keywords: *Physa acuta*, copper sulphate (CuSO₄), histopathology.

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	Laboratuvar şartlarında kurulan akvaryumdaki suyun kimyasal özellikleri.	20
Çizelge 3.2.	1 litre su için CuSO_4 'ün konsantrasyonları.	21
Çizelge 3.3.	Deney sırasında ölen salyangoz sayısı.	21
Çizelge 4.1.	CuSO_4 'e maruz kalan ayak dokularında saptanan lezyonların kalitatif değerlendirilmesi.	25
Çizelge 4.2.	CuSO_4 'e maruz kalan hepatopankreas dokularında saptanan lezyonların kalitatif değerlendirilmesi.	32
Çizelge 4.3.	CuSO_4 'e maruz kalan manto dokularında saptanan lezyonların kalitatif değerlendirilmesi.	40
Çizelge 4.4.	CuSO_4 'e maruz kalan ovotestis dokularında saptanan lezyonların kalitatif değerlendirilmesi.	47

EK L L STES

<u>ekil No</u>	<u>Sayfa</u>
ekil 3.1. <i>Physa acuta</i> da kabu un dorsalden ve ventralden görünü ü.	18
ekil 4.1. Grup I. (Kontrol) CuSO ₄ içermeyen ortama b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 30. gün ayak dokusu.	26
ekil 4.2. Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 10. gün ayak dokusu.	26
ekil 4.3. Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 20. gün ayak dokusu.	27
ekil 4.4. Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 30. gün ayak dokusu.	27
ekil 4.5. Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 10. gün ayak dokusu.	28
ekil 4.6. Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 20. gün ayak dokusu.	28
ekil 4.7. Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 30. gün ayak dokusu.	29
ekil 4.8. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 10. gün ayak dokusu.	29
ekil 4.9. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 20. gün ayak dokusu.	30
ekil 4.10. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 30. gün ayak dokusu.	30
ekil 4.11. Grup I. (Kontrol) CuSO ₄ içermeyen ortama b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 30. gün hepatopankreas dokusu.	33
ekil 4.12. Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 10. gün hepatopankreas dokusu.	34
ekil 4.13. Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 20. gün hepatopankreas dokusu.	34
ekil 4.14. Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 30. gün hepatopankreas dokusu.	35
ekil 4.15. Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 10. gün hepatopankreas dokusu.	35
ekil 4.16. Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> n, n 20. gün hepatopankreas dokusu.	36

ekil 4.17.	Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün hepatopankreas dokusu.	36
ekil 4.18.	Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 10. gün hepatopankreas dokusu.	37
ekil 4.19.	Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 20. gün hepatopankreas dokusu.	37
ekil 4.20.	Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün hepatopankreas dokusu.	38
ekil 4.21.	Grup I. (Kontrol) CuSO ₄ içermeyen ortama b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün manto dokusu.	41
ekil 4.22.	Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 10. gün manto dokusu.	41
ekil 4.23.	Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 20. gün manto dokusu.	42
ekil 4.24.	Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün manto dokusu.	42
ekil 4.25.	Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 10. gün manto dokusu.	43
ekil 4.26.	Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 20. gün manto dokusu.	43
ekil 4.27.	Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün manto dokusu.	44
ekil 4.28.	Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 10. gün manto dokusu.	44
ekil 4.29.	Grup IV. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 20. gün manto dokusu.	45
ekil 4.30.	Grup IV. 0.2 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün manto dokusu.	45
ekil 4.31.	Grup I. (Kontrol) CuSO ₄ içermeyen ortama b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün ovotestis dokusu.	48
ekil 4.32.	Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 10. gün ovotestis dokusu.	48
ekil 4.33.	Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 20. gün ovotestis dokusu.	49
ekil 4.34.	Grup II. 0.05 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 30. gün ovotestis dokusu.	49
ekil 4.35.	Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n 10. gün ovotestis dokusu.	50
ekil 4.36.	Grup III. 0.1 mg/l CuSO ₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan <i>Physa acuta</i> ϑ,n	50

20. gün ovotestis dokusu.

- ekil 4.37.** Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n,n 30. gün ovotestis dokusu. 51
- ekil 4.38.** Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n,n 10. gün ovotestis dokusu. 51
- ekil 4.39.** Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n,n 20. gün ovotestis dokusu. 52
- ekil4.40.** Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n,n 30. gün ovotestis dokusu. 52

KISALTMA VE S MGELER

CuSO ₄	Bak,r sülfat
LC ₅₀	Letal ölüm oran,
Cu	Bak,r
Cd	Kadmiyum
Zn	Çinko
Pb	Kur un
Fe	Demir
Ni	Nikel
Hg	C,va
5H ₂ O CuSO ₄	Bak,r sülfat pentahidrat
Kg dh	Alfa-ketoglutarat
ALAT	Alanin amino transferaz
Mn	Manganez
Mg	Magnezyum
Ca	Kalsiyum
Cr	Krom
PQ	Paraquat
MT	Metallothionein
[Cu ₂ Cl(OH) ₃]	Bak,r oksikloridin
Co	Kobalt
TBT	Tributyletin oxide
PCP	Pentaklorofenol
ml	Mililitre
l	Litre

1. G R

Mollusca filumu, Arthropoda filumundan sonra hayvanlar âleminin tür ve birey say,s, bak,m,ndan en büyük grubunu olu turur (Teker, 2006). Bu filumun kapsad, , be s,n,ftan biri olan ve yakla ,k 80.000 tür ile temsil edilen Gastropoda s,n,f, ise Mollusca filumunun en zengin ve biyolojik bak,m,ndan en geni s,n,f,d,r. S,n,f,nda karasal ve sucul türler bar,nd,ran Gastropodlar,n sucul olan türleri, dünya su ekosistemlerinin önemli bir grubunu olu turur. Bir Gastropoda alts,n,f, olan Pulmonatlar içinde yer alan Basommatophora tak,m,na ait *Lymnea*, *Planorbis*, *Helisoma*, *Bulinus* ve *Physa* gibi cinsler Pulmonatlar,n tatl, su salyangozlar, olarak adland,r,lmaktad,r.

Hemen hemen bütün tatl, sularda ya ayan *Physa* cinsi içerisinde yer alan *Physa acuta*, özellikle Kuzey Amerika ve Avrupa'da çok yayg,n olarak da ,l, gösterir. Bu türün Akdeniz'den köken ald, , ve daha sonra Avrupa'ya yay,ld, , san,lmaktad,r (Dillon ve ark., 2002). *Physa acuta*'ya özellikle nehir, akarsu, göl, gölet ve batakl,k gibi tatl, sularda, s,cak su de arj güç istasyonlar,nda ve baz, nehirlerde meydana gelen antropojenik rezervuarlarda s,kl,kla rastlanmaktad,r. Bununla birlikte kil ve çukur göletlerinde de nadiren görülmektedirler (Semenchenko ve ark., 2008).

Besin zincirinde önemli bir yere sahip olan bu salyangoz grubu, ba ta bal,kklar olmak üzere çe itli su ku lar, ve baz, su memelilerinin (samur, kunduz vb.) besinlerini olu turmaktad,r. Bunun yan, s,ra özellikle, baz, hayvanlar,n yeti tiricili inde (bal,k, tavuk, domuz) ve yem sanayinde alternatif protein kayna , olarak da kullan,lmaktad,r,rlar (K,l,çaslan ve Özbek, 2010).

Bu salyangozlar ölü hayvan, bitki ve çe itli maddelerin çökeltileriyle beslenirler (Semenchenko ve ark., 2008). Bilinen pek çok Gastropoda türü çevresinden ald, , a ,r metalleri biriktirme ve görünürde herhangi bir zararlı etkisi olmadan tolere edebilme yetene i gösterir (Piccini ve ark., 1989). Bunlar vücutlar,nda a ,r metalleri biriktirmelerinden dolayı, biyolojik indikatör olarak da kullan,lmaktad,r,rlar (Ba ç,nar, 2009).

A ,r metaller yerkabu unda do al olarak bulunan bile iklerdir, bozulmaz ve yok edilemezler. Canl,lardaki a ,r metallerin birikimi (örne in bak,r, selenyum, çinko vb.)

1.GİRİŞ

yüksek konsantrasyonlu metallere göre çok daha tehlikeli ve risklidir. Biyobirikime e ilimli oldukları,ndan yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilirler. En önemlisi, bu organik atıkların metallere birleerek veya başka bileşimlere dönüerek daha toksik hale geçmeleri büyük sorunlar yaratmaktadır.

Endüstriyel, tarımsal ve evsel atıklar arttıkça, su kaynakları sulara bırakılmaktadır. Bu atıklar, sucul canlıları olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum canlılarda yumurtlamayı, engellemekte, üremeyi durdurmakta, çevresel duyarlılığı, arttırmakta ve ölümlere yol açmaktadır (Atamanalp ve Yanık, 2003). Suyun çevresel döngüsü içinde atık maddelerle karşılaşmaları, sularda kirlilik meydana getirmektedir. Ekolojik dengeyi bozan kirletici unsurlar; ağır metaller (Cu, Cd, Zn, Pb), pestisitler, radyoaktivite, petrol ve petrol türevleri, yapay organik tarımsal gübreler, deterjanlar ve atıklar (Hu 2000, Taylan ve Özkoç 2007, Kayhan ve ark., 2009, Reddy ve ark., 1987).

Sucul ortamlarda yaşayan canlı organizmalar, besin zinciri ile bünyelerinde biriken ağır metalleri, birbirlerine taşıyabildikleri gibi birtakım yollarla insanlara da ulaştırabilmektedirler. Bu durum insan sağlığını tehdit ederek bazen tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Birçok canlıya, yaşam için gerekli olan bu elementler, belirli sınırların üzerine çıktıklarında toksik etki yaparak organizmanın yaşamını tehlikeye sokarlar. Çünkü bunların vücutta alınmaları, ve depolanmaları, metabolize edilmelerinden veya atılmaları,ndan daha hızlıdır. Ağır metaller konsantrasyonlarının yüksek olması durumunda, canlıların doku ve organlarında birikerek ciddi hasarlara neden olurlar (Sar,eyüpo lu ve Say, 1991).

Ağır metale (Cu, Zn, Fe) maruz bırakılan salyangozlar üzerine yapılan çalışmalarda, salyangozların sindirim sisteminde yüksek konsantrasyonlarda metal birikimine rastlandı, en yüksek Cu konsantrasyonunun ise solungaçlarda görüldüğü, bununla birlikte histopatolojik değişikliklerde artış oldu ve bazı epitel hücrelerinde dejenerasyonun meydana geldiği tespit edilmiştir (Kruatrachue ve ark., 2011). Bunun yanı sıra, ağır metallerin (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni ve Hg) tatlı su salyangozlarının bazı türlerinin embriyonik gelişimi ve üreme karakterleri üzerine de potansiyel bir risk olduğu belirlenmiştir. Düşük konsantrasyonlarda yapılan türlerin embriyonik gelişimlerinde değişiklikler yapıldığı, toksik dozlarda ise embriyonik ve seksüel gelişim

gecikmesi ile yüksek oranda anormal embriyolar olu umu eklinde oldu u saptanm, t,r (Ravera, 1991).

Bak,r çok yayg,n bulunan bir a ,r metaldir. Endüstri ve tar,mda kullan,l,r. Son on y,lda üretimi do al olaylar yoluyla art, göstermi ve buna ba l, olarak do adaki bak,r miktar, artm, t,r. Canl,larda bak,r eksikli i büyümeyi s,n,rland,r,rken, yüksek oranda birikimi de a ,r metal toksisitesine neden olmaktadır. Yüksek miktarda Cu al,m, vücutta karaci er, beyin, böbrek ve kas iflas,na ve hatta ölüme bile neden olurken, eksikli inde dokular,n kendini tamir etmesinin gecikti i saptanm, t,r. Kan hücrelerinin ve sistemlerin bak,r eksikli inden etkilenmesi sonucu savunma sisteminin zarar gördü ü ve sinirlerdeki iletilerin yava lad, , tespit edilmi tir (Kayhan ve ark., 2009).

Salyangozlar üzerinde bak,r,n akut ve kronik etkilerine bak,ld, ,nda; dalak, karaci er ve böbreklerde akut toksisite belirtileri gösterdi i ayr,ca beyin, karaci er, böbrek ve gastrointestinal sistemde de ayn, akut tepkileri olu turdu u belirtilmi tir. Dü ük konsantrasyonlara maruz b,rak,ld, ,nda, kan hücrelerinde ve böbreklerde kronik etkilere yol açt, , bunun yan, s,ra i tah kayb,, anemi ve dejeneratif de i ikliklere de neden oldu u saptanm, t,r (Extoxnet Extension Toxicology Network, 1996). Salyangozlar,n büyümesi ve beslenmesi üzerine Cu konsantrasyonlar,n,n etkisi incelendi inde ise; dü ük doz uygulamas,n,n beslenme üzerine herhangi bir etki göstermedi i, orta doz uygulamas,n,n ise dü ük bir beslenme oran, verdi i rapor edilmi tir (Amusan ve ark., 2002). Ayn, süre zarf,nda amonyum sal,n,m,nda da bir azalma oldu u ve bu azalman,n salyangozlarda bak,r,n karbonik anhidraz enzimini inhibe etmesinden kaynaklanabilece i öne sürülmü tür (Brix ve ark., 2011).

Bak,r,n bir pentahidrat formu olan bak,r sülfat; gözta ,, mavi vitriol, Salzburg vitriol, Roma vitriol, veya mavi bak,r,ms, olarak bilinir. Bak,r sülfat pentahidrat ($5H_2O$ $CuSO_4$) veba tedavisinde, anti-mantar ve anti-bakteriyel olarak pek çok hastal,кта kullan,lan bir bile ik olarak önemli bir role sahipken, yengeç, karides, istiridy ve salyangoz gibi omurgas,zlar için yüksek derecede toksik ve öldürücüdür.

Bak,r sülfata maruz b,rak,lan salyangozlar,n dalak, karaci er ve böbreklerinde akut toksisite belirtilerinin gözlemlendi i, daha ileri düzeyde ise beyin ve gastrointestinal sistemlerde de bu tepkilerin olu abilece i bildirilmi tir. Ayr,ca mukus salg,lanmas, gibi baz, davran, de i iklikleri ile yumurta ve embriyoda da ak,nt,lara

neden oldu u tespit edilmi tir (Exttoxnet Extension Toxicology Network, 1996). Tatlı, su salyangozlar,n,n bakır sülfata duyarlı,k gösterdi i, sindirim bezlerinin görünümünde bozulmalara yol açtı, ,, hepatopankreaslar,nda ise, lümen hücreleri, bağı dokusu ve kas lifleri gibi çeşitli kısımlar, ağırlık hasara uğrattı, bildirilmi tir (Tanveerve Salahuddin, 2001). Ayr,ca salyangozlar,n gangliyonlar,nda nöropatolojik, histopatolojik ve ultrastrüktürel düzeyde değişikliklere yol açtı, ,da saptanmı tır (Kamble ve ark., 2011).

Subletal bakır sülfat konsantrasyonlar,na uzun süre maruz bırakılan salyangozlarda mortalite yüzdesinin arttı, ,, düşük subletal konsantrasyonlarda ise görünümü te normal olmasına rağmen oksijen tüketiminin kontrol grubundan daha düşük oldu u, yüksek konsantrasyonlarda ise oksijen tüketiminin azalmasına,nda bir artış oldu u belirtilmi tir (Ishak ve Mohamed, 1975).

Hepatopankreas, ağırlık metallerin alınması, ve depolanmasında önemli bir organdır. Metalleri bağlayarak toksik etkinin yok edilmesinde iştirak yapan metalloprotein grupları,ncası zengin, proteinlerin bağlanması,ca sentezlenme yeridir. Bazı temel metabolik fonksiyonların yürütülebilmesi amacıyla, az miktarlarda gereksinim duyulan Cu ve Zn gibi bazı ağırlık metallerin ortamdaki derişimlerinin artması,, ağırlık metalin öncelikle metabolik aktivitesi yüksek organlarda birikmesine ve enzimlerin aktif bölgelerini bloke ederek organizmada toksik etkilerinin ortaya çıkması,na neden olmaktadır (Khan ve ark., 1989).

Physa acuta, Türkiye'de yaygın olarak bulunan bir tatlı, su salyangozudur. Ağırlık metallerin bu türün anatomisi veya histolojisi üzerine toksik etkileri ile ilgili az sayıda çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmada *Physa acuta*nın ayak, hepatopankreas, mantos ve ovotestislerinde bakır sülfatın neden oldu u histopatolojik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmı tır.

2. ÖNCEK ÇALIŞMALAR

Ishak ve Mohamed (1975), yaptıkları çalışmada, *Biomphalaria alexandrina* türü salyangozlar, bakır sülfat konsantrasyonlarına maruz bırakılarak, salyangozların hayatta kalma, oksijen tüketimi ve üreme durumlarına, ara tırmaklarda. Salyangozların, subletal konsantrasyonlara uzun süre maruz kalmaları, mortalite yüzdesini arttırdı, buna rağmen düşük dozlardaki subletal konsantrasyonlara maruz bırakılan salyangozların görünümü normal olmasına rağmen oksijen tüketiminin, kontrol grubundan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlara maruz bırakılan salyangozlarda oksijen tüketimine ait oranlarda bir düşüşe yol açtı, ve oksijen tüketimindeki bu azalmaların, maruz kalma süresi ile doğru orantılı olduğu rapor edilmiştir.

Sunila (1986), tarafından Bothnian denizinin Pori kentine bakan kirlenmiş kesiminden alınan midyelerin (*Mytilus edulis*) histopatolojik özellikleri çalışılmıştır. Örneklem istasyonu, titanyum dioksit bitki çik, borusunun yakınındadır. Çalışmanın kontrol örnekleri ise, Bothnian denizinin kirlenmemiş olan kesiminden alınmıştır. Pori'de bulunan midye grubunun gonad ve sindirim sistemlerinde histopatolojik değişiklikler tespit edilmiştir. Mide, barsak ve böbrekleri bulunduğu yere göre geniş bir fizyolojik tepki göstermiştir. Örneklem tarihinde (Eylül) alınan Pori Midye örneklerinin üreme dönemi dışında olmasına rağmen üreme döneminde olduğu saptanmıştır. Pori midye gruplarının yumurtlamaları anormal olduğu gözlemlenmiştir. Yumurtaların plazma membranları, vitellin membranlardan ayrılacak duruma gelmiştir.

Wolmarans ve ark. (1986), yaptıkları çalışmada bakır sülfatın tatlı su salyangozları üzerindeki zararlı etkilerini incelemiştir. Bakır sülfata maruz kalan salyangozların vasküler bağ doku ve epitel hücreleri arasında genişleme ve inflamasyon meydana getirdiği ancak elektron mikroskopu kullanılarak yapılan incelemede ise değişikliklerin histolojik düzeyde olmadığı, sadece *Bulinus tropicus*'ün yüzey epitelinde değişikliklere yol açtığı rapor edilmiştir.

Babu ve Rao (1987), bakır sülfata maruz bırakılan salyangozların yağ seviyelerinde kayda değer bir azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Çalışmada, salyangozların serbest amino asit düzeylerinde düşüş, laktat düzeylerinde ise artış gözlemlendiği, ayrıca alfa-ketoglutarat kompleks aktivitesinde %92 azalma, Alaninamino

transferaz (ALAT) aktivitesinde %33 azalma ve Glukoz-6-fosfataz aktivitesinde ise %78 oran,nda art, kaydedildi ini rapor etmi lerdir. Bak,r,n, yumu akçalarda TCA döngüsündeki alfa-ketoglutarat aktivitesini bloke etti i saptanm, t,r.

Piccini ve ark. (1989), a ,r metallerin tek hücreli ve çok hücreli organizmalarda olu turdu u cevaplar üzerine yapt,klar, derlemede, Mollusklerin hepatopankreaslar,nda bulunan baz, granüler yap,lar,n Cu ve Zn gibi a ,r metalleri toplayarak, biriktirdi ini belirtmi lerdir.

Khan ve ark. (1989), hepatopankreas,n, metallerin al,nmas, ve depolanmas,nda önemli bir organ ve metalleri ba layarak toksik etkinin yok edilmesinde i lev yapan metallotiyein gruplar,nca zengin proteinlerin ba l,ca sentezlenme yeri oldu unu bildirmi lerdir. Baz, temel metabolik fonksiyonlar,n yürütülebilmesi amac, ile az miktarlarda gereksinim duyulan Cu ve Zn gibi baz, a ,r metallerin ortamdaki deri imlerinin artmas,, metalin öncelikle metabolik aktivitesi yüksek organlarda birikmesine ve enzimlerin aktif bölgelerini bloke ederek organizmada toksik etkilere neden olduklar, tespit edilmi tir.

Sunila (1989), *Mytilus edulis L.* denize bat,k kafeslere aktar,lmadan önce bir su akvaryumunda 24 saat boyunca 0.2 mg/l Cuø maruz b,rak,lm, t,r. İlk böbrek kistleri, bak,ra maruz kald,ktan 4 ay sonra görülmü tür. Ortalama olarak bak,ra maruz midye say,s,n,n %20øsinde (830 örnekten 166ø,) 1 y,l içinde kistik böbrek lezyonlar, geli mi tir. Kontrol midye gruplar,nda hiç kist gözlenmemi tir. Böbrek epitel dokusundan kaynaklanan ve manto bo lu unun bir parças, olan kistlerin ince çeperli, içi s,v, dolu keselerden ibaret oldu u saptanm, t,r. Kistin çeperi 2 tabakadan olu mu tur. Lezyonlara iltihap durumu e lik etmi tir. Kistlerin, polipoid tüp t,kan,kl, , nedeniyle böbrek tübüllerinin geni lemesinden kaynakland, , kabul edilmi tir.

Hogstrand ve Haux (1991), baz, omurgal,lar,n a ,r metallere metallotioneinler arac,l, , ile ba lanmas, ve detoksifiye edilmesi üzerine bir çal, ma yapm, lard,r. Vücutta absorbe olan a ,r metalleri, solungaçlardan ve barsaklardan kana transfer edilir ve vücudun di er k,s,mlar,na da ,t,l,rlar.Her metalin da ,l, yeri farklıd,r. Bal,klar,n kronik olarak Cuø maruz b,rak,lm,as, sonucunda Cuø'n daha çok karaci erde akümüle oldu u saptanm, t,r.

Ireland ve Marigomez (1991), bir tatlı su salyangozu olan *Achatina fulicabowdichi*de diyet kalsiyumun, sindirim sistemi üzerine etkisini ara t,rm, lar ve diyet kalsiyumun dokularda bulunan ve d, k, ile at,lan di er metallerin konsantrasyonlar, üzerine oldukça geni bir etkiye sahip oldu unu bildirmi lerdir. Diyet kalsiyum art, ,n,n d, k,daki bak,r, fosfat ve çinko gibi metal konsantrasyonlar,n, azaltt, ,n,, buna ra men omnivor diyet salyangozlar,nda ise Mg konsantrasyonun her zaman dü ük, Cu konsantrasyonun ise her zaman yüksek oranda ölçüldü ünü, bu ba lamda uygulanan Ca diyeti ile Cu ve Mg de erlerin azald, ,n, bildirmi lerdir. Yap,lan çal, mada, yüksek oranda diyet Ca'nın bir çevresel stres ekinde karakterize oldu unu ve sindirim sisteminin morfoloji ve histokimyas,n, de i tirdi ini bildirmi lerdir.

Ravera (1991), *Crustaceae* ve tatlı su salyangozlar,n,n baz, türlerinin embriyonik geli imi ve üreme karakterleri üzerine baz, a ,r metallerin (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni ve Hg) etkisini ara t,rm, t,r. Dü ük konsantrasyondaki a ,r metallerin tatlı su salyangozlar,n,n embriyon geli imleri üzerine bir etkisi olmad, ,n, belirten çal, malar,n aksine, dü ük konsantrasyonlarda bile çal, ,lan türlerin embriyonik geli imlerinde de i iklikler yaratt, , bildirilmi tir. Pulmonatlarda, toksik metale maruz kalman,n belirgin etkilerinin embriyonik ve seksüel geli im gecikmesi ile yüksek oranda anormal embriyolar olu umu ekinde oldu urapor edilmi tir. *Cladocera*lar,n üreme sistemi

Lajtner ve ark. (1996), 250mg/l ve 300 mg/l fenole maruz kalan salyangozlar,n sindirim bezindeki de i iklikleri 7 gün boyunca incelemi ler ve bu süre sonunda salyangozlar,n ço unun hayatta kalmad, , gözlemlenmi tir. Bu çal, mada gözlenen histopatolojik de i iklikler, sindirim hücrelerinin fonksiyonunu etkiledi ini do rulam, t,r. Sindirim bezindeki bu fonksiyon bozuklu unun, fenole maruz kalmaya ba l, olarak histopatolojik etkilerle birlikte hayatta kalan salyangozlarda büyüme ve üremeye de yans,m, t,r. Çünkü kontrol grubunda yumurtlama görüldü ü halde, fenolün 100mg/l ve 150 mg/l'dik konsantrasyonlar,na maruz kalan salyangozlar,n iyile tirme

Klobucar ve ark. (1997), pentaklorofenolün akut ve kronik konsantrasyonlar,n,n, *Planorbarius corneus*ın sindirim bezi üzerinde neden oldu u lipid peroxidasyonu ve histopatolojik de i iklikleri çal, m, lard,r. Çal, ma sonucunda pentaklorofenolün,

sindirim bezinde histopatolojik de i ikliklere neden oldu u ve lipid peroxidasyonunu indükledi i belirtilmi tir.

Pinich ve ark. (1997), niclosamide salyangozlar,n üreme sistemi, sinir sistemi ve sindirim sistemi üzerindeki histopatolojik etkilerini incelemi lerdir. Çal, ma sonucunda çok say,da sperm ve yumurtan,n dejenere oldu u, sitoplazmada çok büyük vakuollerin olu tu u ve nörosekresyon hücrelerinde art, oldu u görülmü tür. Sindirim sistemindeki epitelde sil say,s,nda azalma, dilatasyon ve kas dokusunda parçalanmalar tespit edilmi tir.

Elangovan ve ark. (1997), *Lymnea stagnalis* nötral pH de erinde, alüminyumun farklı formlar,ndaki çe itli konsantrasyonlar,na 30 gün boyunca maruz b,rakm, lard,r. Çal, ma sonucunda tüm yumu ak dokularda, önemli de erlerde alüminyum birikti i bildirilmi tir. Dokular,n alüminyumdan ar,nd,r,lma sürecinde de alüminyumun en geç sindirim bezinden elimine edilebildi i belirtilmi tir.

Bhavan and Geraldine (2000), tatlı su karideslerini 21 günlük süre boyunca endosülfan,n subletal dozlar,na maruz b,rakarak, solungaç ve hepatopankreaslar,nda meydana gelen de i iklikleri ,k mikroskopuyla incelemi lerdir. Çal, ma sonucunda ise, su karideslerinin hepatopankreas ve solungaçlar,nda çe itli tahribatlar,n oldu u belirtilmi tir.

Flessas ve ark. (2000), *Bithynia tentaculata* (*Prosobranchia*) ve *Physa gyrina* (*Pulmonata*) olmak üzere iki tatlı su salyangozunu metal kirlili i (Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn) için bir biyomonitor olarak kullanm, lard,r. A ,r metallere Cu ve Zn'nun, *Bithynia tentaculata*n,n yeti kin bireylerinde, genç bireylere oranla daha yüksek konsantrasyonlarda görüldü ü, *Physa gyrina*da ise Ni, Pb ve Cu bak,m,ndan benzer bulgular elde edildi i rapor edilmi tir. *Bithynia tentaculata*n,n, Cd ve Zn için özellikle gelecek vaat eden bir biyomonitör türü oldu u belirtilmi tir.

Zyadah ve Abdel-Baky (2000), ara t,rmlar,nda bak,r, çinko ve kadmiyum gibi a ,r metallere baz, sucul organizmalardaki toksisitesini ölçerek bal,klardaki birikim oran,n, belirlemeye çal, m, lard,r. Bununla birlikte çal, t,klar, her türün LC₅₀ de erlerini belirleyerek türe ait toplam mortalite oranlar,n, saptam, lard,r.

Klobucar ve ark. (2001), bir tatlı su salyangozu olan *Planorbarius corneus*ün deneysel olarak PCPøye maruz b,rak,ld, ,nda böbreklerdeki ta olu umuna etkisini

ara t,rm, lard,r. I ,k mikroskobu alt,ndaki histopatolojik analizler, PCPøye maruz b,rak,lan *Planorbarius corneus*ın kontrol grubu ile k,yasland, ,nda yüksek derecede böbrek ta , üretti ini aç, a ç,karm, lard,r. Sonuç itibariyle, uygulaman,n yap,ld, , tüm salyangozlar,n böbrek epitel alan,n,n bu ta lar ile dolu olmas,, böbrek ta , say,s, ve büyüklü ündeki art, ile kendini göstermi tir. Ayr,ca, bo alt,ma u rayan hücrelerde lipofuksin pigmentlerinin varl, , tespit edilmi tir.

Sheriff ve Delool (2001), Irakta bulunan *Physa acuta*, *Melanopsis buccinoidea* ve *Melanoides tuberculata* olmak üzere üç tatl, su salyangozuna 0.5, 1.5 ve 10 ppm'dik a ,r metallere (Zn, Cd ve Hg) uygulayarak üç türün ekolojik ve genetik adaptasyonunu kar ,la t,rmal, bir ekilde inceleme lerdir. Türler içerisinde akut toksisite bak,m,ndan en yüksek tolerans, *Physa acuta*ın,n, en dü ük tolerans, ise *Melanoides tuberculata*ın,n gösterdi i bildirilmi tir. Ekolojik yönden salyangozlar,n ya ad,kklar, do al ortamlar ile laboratuvar ortam,ndan al,nan sonuçlar fiziksel ve kimyasal bak,m,ndan kar ,la t,r,ld, ,nda ise aralar,nda hiçbir ili kinin gözlemlenmedi i ancak genetik adaptasyon bak,m,ndan uygulanan dü ük konsantrasyonlar d, ,nda bir ili ki bulunmad, , rapor edilmi tir. Genetik yönden *Physa acuta*ın,n iki nesil boyunca sa l,kl, bireyler olu turdu u, *Melanopsis buccinoidea*ın,n zay,f bireyler olu turdu u ve *Melanoides tuberculata*ın,n ise hiç birey olu turmad, , bildirilmi tir.

Tanveer ve Salahuddin (2001), *Lymnaea*, *Physidae* salyangozlar, ve bitki mollusklerinde bak,r sülfat,n hayatta kalmalar, ve histopatolojileri üzerine olan etkileri ile ilgili bir çal, ma yapm, lard,r. Çal, mada, CuSO₄ ve üç bitki (*Euphorbia splendens*, *Azadirachta indica*, *Solanum nigrum*) *Lymnaea acuminata* ve *Physa acuta*ya kar , molluskisit olarak test edilmi tir. CuSO₄ için belirlenen LC₅₀ de eri (1 mg/l; *Physa acuta*), *E. splendens* (0.2 mg/l, *Lymnaea acuminata*), *Azadirachta indica* (400 mg/l, *Lymnaea acuminata*) ve *Solanum nigrum* (1030 mg/l, *Physa acuta*)ın etkili bir molluskisit olarak potansiyellerini gösterdi i rapor edilmi tir. Salyangozlar,n sindirim bezlerinin görünümünde bozulmalar,n olu tu u, sindirim tübül ve inter-tübüler sinüslerindeki lümenlerde a ,nma oldu u, hepatopankreasta artan vakuol olu umunun eklenmesiyle ölü dokulara ve hücrelerin parçalanmas,na neden oldu u bildirilmi tir. Her iki salyangoz türünde de gonadlar,n histolojik yap,s,nda hasar tespit edilmi tir. Bulgular sonucunda, bu bitkilerin etkili molluskisit olarak kullan,labilece i bildirilmi tir.

Amusan ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada *Limicolaria flammea* (Muller, 1774)'nin büyümesi ve beslenmesi üzerine Cu ve Pb konsantrasyonlarının etkisini araştırmışlardır. Cu'nun düşük dozlarda (1 mg) *Limicolaria flammea*'nin beslenmesi üzerine herhangi bir etki göstermediğini, bunun aksine orta dozlardaki (5 mg ve 6 mg) konsantrasyonlarında düşük bir beslenme oranı verdiği rapor edilmiştir. Düşük metal dozları ile ölüm oranları arasında herhangi bir korelasyon gözlemlenmediği, ancak yüksek Pb dozlarında uygulanan metalin dozu, maruz bırakılma süresi ve ölüm oranı arasında belirgin bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

Bachetta ve ark. (2002), bir tatlısu salyangozu olan *Physa fontinalis* herbisit paraquat (PQ) etkilerini incelemek için laboratuvar deneylerinde bir biyolojik gösterge olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada *Physa fontinalis*'nin ovipository aktivitesine PQ etkisi, ve bu salyangozlara histolojik etkisini belirlemek üzere iki amaçla gerçekleştirilmiştir. PQ'ya maruz bırakılan örnekler üremeye aktif olmaya devam etmiş, ancak yumurta kütleleri ve yumurta sayısı, önemli ölçüde azalma görülmüştür. Ölüm bütün örneklerde hemen hemen aynı, ancak önemli ölçüde değişimler yumurtaların üretimi ile ilgili olmuştur. Histolojik analiz PQ konsantrasyonları ve dejenerasyon arasında bir ilişim göstermesine rağmen erkeklerde görünen herhangi bir etki gözlemlenmemiştir. Fertilite ile müdahale edilerek, PQ herbisit birey üzerindeki öldürücü etkisi çok azaltılabilir. PQ üreme sürecine müdahale yabancı ot kontrolü programları düzenlenmesi gerektiğini düşündürmüştür. Üstelik PQ'nun endokrin bezlerini etkilemesi de göz ardı edilmemelidir.

Marigomez ve ark. (2002), yumu akçalarda metal alımı kolaylaştırılmı, difüzyon, aktif taşıma veya endositoz eklinde olabileceğini aynı zamanda metalotiyoneinlerin senteziyle veya mineralli granül oluşumuyla metal alımı kolaylaştırılabileceğini belirtmiştir. Sucul yumu akçalarda, metallerin metalotiyoneinlere bağlı olarak bulunduğu, metal alımına yardımcı olarak endositozla sindirim yolu ile gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Alınan metallerin önce lizozomlara, daha sonra organlara özellikle sindirim bezinin sindirim hücrelerine aktarıldığı, belli hücre türlerinde de biriktirilebildiği rapor edilmiştir. Ligand bağlayıcı hücreden hücreye geçişi için farklı metallerin farklı hücre tiplerinde muhafaza edilebileceğini saptamışlardır.

Real ve ark. (2003), kapalı, bir deney düzeneği içerisinde, 44 mg/l Cu²⁺ besin zinciri ile aktarılarak bir otobur salyangoz olan *Stagnicola vulnerata*'nın büyümesi ve üremesi üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmanın ilk evrelerinde alg toplulukları, bakıra duyarlılık gösterdiği ancak uygulamalar arasında önemli derecede farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte bakır salyangozların büyüme hızı, üremesi ve embriyo oluşumu üzerinde etkisinin olduğu saptanmıştır. Sonuçlar, subletal bakır toksisitesinin salyangozlar üzerinde alglerden daha fazla hassasiyete yol açtığını, bildirilmiştir.

Heng ve ark. (2004), bir tatlı su salyangozu olan *Turitella* sp.'nin vücutlarındaki ağır metallerin (Cu, Fe, Mn ve Zn) birikimini araştırarak ve özellikle Cu ve Zn'nün birikimini gözlemlemeleri, böylece salyangozların çevre kirliliğinde, özellikle de metal birikiminde bir biyoindikatör olarak kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Lefcort ve ark. (2004), 1 yıl boyunca 120 yıldan daha fazla ağır metal ile kirlenmiş bir su birikintisinde çalınan, bir akciğerli tatlı su salyangozu olan *Physella columbiana* da kaçınma davranışını gözlemlemiştir. Salyangozlarda çevrelerindeki ağır metallerden kaçınarak, maruz kaldıkları ağır metal etkisini en aza indirme yeteneği geliştirmiştir. Böylece salyangozların ağır metal etkisinden kaçınması mümkün olduğu varsayılabilir. Bunun için Y-labirent akıntı tankı kullanarak, kirliliği sedimentler, ağır metaller kadmiyum, çinko veya kuruna karşı salyangoz kaçınma davranışını test edilmiştir. Çevre kirliliği olmayan laboratuvar koşullarında yetiştirilen yavru salyangozlarda da kaçınma davranışları test edilmiştir. Bununla birlikte, bir referans olarak göletlerdeki salyangozların küçük bir popülasyonunda kaçınma davranışını test edilmiştir. Salyangozlar ağır metallerin düşük konsantrasyonlarında test edilmiş, salyangoz yavrularının kirliliğe biraz daha az duyarlı olduğu, en hassas salyangozların referans yerlerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ağır metallerin etkisini önlemek için salyangozun gerçekleştirdiği kaçınma yeteneğinin hem genetik hem de çevresel olduğu göstermiştir. Akciğerli salyangozlar, dünyanın tropikal, subtropikal ve ılıman bölgelerinde yaygın olarak bulunan kirliliği sularda sık sık görülmüştür. Sıkıyulardan oluşan ağır metal bulaşmaları, kontaminasyon için birçok kez test edilmelidir. Örneğin Hindistan ve Bangladeş gibi ülkeler başlangıç için iyi bir test olabilir. Bu bulgular, su salyangozlarının ucuz bir kirlilik dedektörü olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

Oliveira-Filho ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada, *Raphidocelis subcapitata* (planktonik alg) ve *Biomphalaria glabrata* (salyangoz) ile *Daphnia similis* (planktonik kabuklu) ve *Danio rerio* (balık) gibi geniş yelpazede türler kullanarak bakır içerikli pestisitlerin toksisitelerini ölçmeyi hedeflemiştir. Çalışma sonucunda *Raphidocelis subcapitata* ve *Daphnia similis* en duyarlı türler olarak tespit edilmiştir. *Biomphalaria glabrata* ve *Danio rerio*nın ise bakır içerikli pestisitlere karşı, *Daphnia similis*den daha az duyarlı olduğu görülmüştür.

Otludil ve ark. (2004), Türkiye’de yaygın olarak yayılan, gösteren *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata)nın sindirim bezi, ayak ve manto dokularına üzerine endosülfan,ın neden olduğu histopatolojik etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Salyangoz örnekleri endosülfan,ın iki subletal dozuna (0.4 ve 0.8 mg/l) 10, 20 ve 30 günlük parametrelere maruz bırakılmıştır. Endosülfan,ın konsantrasyonlarına ve maruz kalma süresine bakılmaksızın, salyangozun hepatopankreas, ayak ve manto dokularında önemli histopatolojik değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir.

Cengiz ve ark. (2005), laboratuvar şartlarında Thiodan’a maruz bırakılan tatlı su salyangozu *Galba truncatula* (Gastropoda ve Pulmonata)nın sindirim bezinde, ayak ve manto dokularında meydana gelen histopatolojik değişiklikleri çalışmışlardır. Salyangoz örnekleri Thiodan’ın beş farklı subletal dozuna maruz bırakılmış ve yüksek olan iki dozda 96 saat, düşük olan üç ay, dozda ise uzun süre (10, 20 ve 30 gün) bekletilmiştir. Thiodan’ın konsantrasyonlarına ve maruz kalma süresine bakılmaksızın, salyangozların dokularında önemli histopatolojik değişikliklere neden olduğu belirtilmiştir.

Dallinger ve ark. (2005), diğer bütün hayvan türleri gibi akciğerli kara salyangozlar da önemli bir ağır metal olan Cu’ya ihtiyaç duyarlar. Diğer yandan yüksek miktarda Cu salyangozlarda toksik etkiye yol açabilir. Cu homeostatik düzenleyici özelliği nedeniyle, karasal pulmonatların hayatta kalabilmesi için bir kilit olmaktadır. Salyangozlara Cu uygulanması sonrasında, organlarında birçoğunda ağır miktarda Cu birikir. HPLC ve elektrospay iyonizasyon kütle spektrometresi ile yapılan kantitatif çalışmalar, hayvanların yüksek miktarda Cu’ya maruz kalması,ın bakılmaksızın, salyangozlardaki Cu’nun büyük bir bölümünün pek çok organda sabit konsantrasyonlarda metallothionein izoformuna bağlanarak Cu-MT oluşturulması, açığa çıkarmıştır. In situ hibridizasyon teknikleri, Cu bağlayan, MT izoformunun özellikle,

hemen hemen bütün büyük salyangoz organlarında bulunan ve por hücreleri olarak adlandırılan rogositlerde bahsedildiği göstermiştir. Cu-MT mRNA reaksiyon ürünlerinden dolayı, por hücrelerinin sayısı, Cu'ya maruz bırakılmaktan etkilenmez. Rogositler ayrıca yüksek miktarlarda metalin salyangoz dokularına hızlıca girdiği ve Cu'nun granüler formda da depolandığı yerlerdir. Gıda yolu ile Cu verildiğinde granüler Cu'nun olduğu rogosit sayısı büyük oranda artmaktadır. Böylece rogositlerdeki bakır bağlayıcı MT'ler aslında fizyolojik durumlar için bakır gönderen stabil bir bakır havuzunu temsil etmiştir, ihtiyaç durumunda bakır regülasyonu için granüler Cu formuna havuzdan kolaylıkla ulaşılabilir.

Synman ve ark. (2005), bir fungusid olan bakır oksikloridin [$Cu_2 Cl(OH)_3$] *Helix aspersa*'nın sindirim bezi hücrelerinde neden olduğu değişiklikleri saptamak için bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda bakırın salyangozun sindirim sisteminde biriktiği tespit edilmiştir. Ayrıca sindirim bezinde bakır birikiminin bir sonucu olarak, sindirim bezindeki epitel hücrelerinin yüksekliği ölçülebilir değişikliklerin meydana geldiği ve bu değişikliklerin maruz kalınan doz ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Karadede-Akın ve Ünlü (2007), ağır metallerin (Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn) balıklarında (*Silurus triostegus*, *Mastacembulus simack*, *Mystus halepensis*, *Orthrias euphraticus*) kas, karaciğer ve solungaçlarında (*Potamon fluviatilis*)'nin kas ve karaciğerinde biriktiğini tespit etmişlerdir. Balıklarda (*Silurus triostegus*, *Mastacembulus simack*, *Mystus halepensis*, *Orthrias euphraticus*), salyangozlarda (*Physa acuta*), midyede (*Unio elengautulus*) ve büyük bir kütle algine sahip bir yeşil algde (*Spirogyra sp.*) ağır metallerin etkisini incelemiştir. Bu ağır metallere en fazla bakır bulunduğunu rapor edilmiştir. Balık, salyangoz, midye ve alglerin karakteristik bir biyoindikatör olarak kullanılması, belirtmiştir.

Zaldibar ve ark. (2007), sülüklerde metal ve organik kirleticilere maruz kalmanın sindirim bezi hücrelerinde hücre kayıplarına neden olduğunu ve bu kayıpların ne ölçüde biyomarkörler etkilediğini ve geri dönüşümün olup olmadığını belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalar sonucunda, laboratuvar şartlarında hücre tipi kompozisyon değişikliklerinin geri dönüşümlü olduğunu, ancak doğal ortamda hayvanların kronik olarak yaşıyor, boyunca ağır metallere maruz kalabileceklerini, bu yüzden de geri dönüşümün olup olmadığını test edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Hoang ve Rand (2009), sudan, topraktan ve gıda olarak alınan bakır, n genç ve yeti kin Florida elma salyangozlar, (*Pomacae paludosa*) üzerine etkisini ara tır, lardır. 28 gün boyunca genç salyangozlar sudaki bakır, yeti kin salyangozlar ise toprak, su ve gıda içerisindeki bakır, maruz bırakılmış, tır. Yeti kin salyangozlarda gıda olarak alınan bakır, topraktan alınan bakır, göre, salyangozlarda daha yüksek oranda birikim olur turmu tur. En yüksek bakır birikiminin yumu ak dokularda (%60 iç organlarda ve %40 ayaklarda) meydana geldi i, kabukta ise %10'den daha az oranda birikimin oldu u saptanmış, tır. Elma salyangozlar, n, n yumu ak dokular, n, n genellikle predatörleri tarafından tüketildi i de göz önüne alınarak besin zincirinde bu salyangozlar, n predatörleri için potansiyel bir risk olur turaca , da bildirilmiştir.

Otludil ve Bürçün-Karaka (2008), Cd içeren *Galba truncatula* dokularından Cd'nin eliminasyonunu ve dokularda (sindirim bezi ve ayaklarda) meydana gelen histopatolojik de i iklikleri çal, m, lardır. Çal, ma sonucunda toksisitenin hepatopankreasta daha fazla oldu u rapor edilmiştir.

Rogevich ve ark. (2009), Florida elma salyangozunu (*Pomacae paludosa*) çe itli ya am evreleri ve farklı su parametreleri altında 96 saat Cu toksisitesine maruz bırakılmış, lardır. Cu'nun genç salyangozlarda daha toksik oldu u, 96 saat LC₅₀ de erinde pH5.5 ve pH 6.5 aras,nda hiçbir fark gözlenmez iken, 96 saat pH 7.5 ve 8.5 de erlerinde LC₅₀ de erlerinin daha düşük oldu u gözlenmiştir. Sonuç olarak, Cu toksisitesinin organizman, n ya ve pH0, ile bağlantılı oldu u rapor edilmiştir.

Semenchenko ve ark. (2008), Kuzey Amerika'da yapıtlar, çal, mada *Physa acuta*, n, n ilk tespit edildi i Neman nehrinde çal, ma yapıtlar, lardır. Bu çal, mada *Physa acuta*, n, n oksijen ihtiyac., ya ad, , uygun sıcaklık, beslenmesi ve büyümesi üzerine inceleme yapıtlar, lardır.

Abdallah (2009), a r metal bula m, çevreyi incelemek için mikroskopik tekniklerin kullanılması, yararları, n, ara tır, lardır. içerisinde bu metallerin varlığı, n, göstermek için özel histokimyasal boyalar kullanılarak kirlenme dokusu incelenmiştir. TEM araçları, n, n metal kirleticileri organlarda detoksifikasyon ve depolaması, nedeniyle elat balarıyla uygun ajanlara bağlandıktan sonra, farklı a r metallerin spesifik organellerde birikmesiyle bunları, n belirlenmesinde yardımcı olabilirler. I k mikroskopu kal, c, preparatlarda, farklı organlarda kirleticilerin subletal ve letal düzeyde

a ,r metal kirlili ine maruz kalan hedef organlar,n saptanmas,nda yard,mc, olmu lard,r. Ayr,ca, akut ve kronik toksisitenin histopatolojik etkisini göstermi lerdir.

El-feky ve ark. (2009), *Lymnea natalensis* ve *Physa acuta* salyangozlar,nda Tributyletin oxide (TBT)ın ovotestis üzerindeki histopatolojik de i imlerini çal, m, lard,r.

Otoloju ve ark. (2009), büyük kara salyangozlar,nda, a ,r metallerin (Cu ve Pb) histopatolojik etkilerini ve biyolojik birikimini çal, m, lard,r. Salyangozlar,n a ,r metallerin subletal konsantrasyonlar,na maruz b,rak,lmalar, sonucunda hepatopankreaslar,nda hücresel de i iklikler tespit ettikleri bildirilmi tir.

Yap ve ark. (2009), Malezya yar,madas,nda, *Nerita lineata* salyangozlar, üzerinde a ,r metal çal, mas, yapm, lard,r. Çal, mada a ,r metallerin (Cd, Cu, Pb ve Zn) salyangozlar,n yumu ak dokular,nda, operkulum ve kabuklar,nda birikti i ve a ,r metallerin farklı da ,l,mlar,ndan ötürü *Nerita lineata*ın,n özellikle Pb için bir biyomonitör gibi kullan,labilece i bildirilmi tir.

Atabeyolu ve Atamanalp (2010), Yumu akçalarda (Molluska) yap,lan a ,r metal çal, malar,n, derlemi ler ve Gastropodlar,n a ,r metal kirlili i ve radyoaktivite çal, malar,nda önem arz etti ini ve biyoindikatör olarak kullan,labilece ini bildirmi lerdir.

Kruatrachue ve ark. (2011), Taylandın Mae Klong nehrinin bir kolundan al,nan tortuda *Pomacae canaliculata* salyangozlar,n, üç ay boyunca a ,r metale (Cr, Zn, Fe ve Cu) maruz b,rakm, lard,r. Çal, ma sonunda a ,r metallerin sindirim sisteminde ve solungaçlarda birikti i belirtilmi tir. Bununla birlikte histopatolojik de i iklikler (vakuollerde mukus art, ,, sindirim sistemi epitel hücrelerinde sil kayb, ve sindirim hücrelerinde koyu granül say,s,nda art,) gözlemlenmi tir. Solungaçlarda sil kayb,, daha geni hemolimf bo luk ve kolumnar epitel hücrelerinde dejenerasyonun olu tu u rapor edilmi tir.

Brix ve ark. (2011), yapt,klar, çal, mada *Lymnea stagnalis* üzerine bak,r,n akut ve kronik etkilerini ara t,rm, lard,r. Di er sucul organizmalara nazaran Cu \times maruz b,rak,lan *Lymnea stagnalis* için LC₅₀ de eri 96 saatte 31 µg/l ölçülmü ve bu de erde akut duyarlı,k gösterdi i tespit edilmi tir.12 µg/l Cu \times maruz b,rak,lan salyangozlar,n net Ca⁺² al,m,nda, hemolimf osmolitesinde ve amonyum sal,n,m,nda herhangi bir etki

yaratmadı, bildirilmiştir. 48 µg/l Cu'a maruz bırakılan salyangozlarda ise net Ca²⁺ alımında önemli derecede azalma (%91) olduğu ve zamanla olarak amonyum salınımında da azalma olduğu ve bu azalmanın salyangozlarda Cu'nun karbonik anhidraz enzimini inhibe etmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Bürçün-Karaka ve Otludil (2011), Cd'nin *Lymnea stagnalis*'in sindirim bezi üzerine toksisitesi ve EDTA ile iyileştirilmesini araştırmışlardır. Salyangozlar, 4 hafta boyunca Cd'a maruz bırakıldıktan sonra 30 gün boyunca EDTA ile iyileştirme sürecine devam edilmiştir. Cd toksisitesi sonucu oluşan histopatolojik değişikliklerin artan süre ile paralellik gösterdiği ve EDTA tedavisiyle histopatolojik etkilerin büyük çoğunluğunun geri dönüşümlü olduğu rapor edilmiştir.

Kamble ve Londhe (2011), bir tatlısu salyangozu *Bellamya bengalensis*'in ganglionlarında bakır sülfatın nöropatolojik etkisini incelemek için araştırma yapmışlardır. Çalışma sonunda hipertrofi, atrofi, büzülen nöronlar ile aksonal dejenerasyon gibi histopatolojik ve ultrastrüktürel değişiklikler bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Physidae familyas, Pulmonata ordosu ve Basommatophora subordosuna dahil, akci erli tatlı, su salyangozları, içine alan, yumu akçalara ait taksonomik bir gruptur (Kruglov ve Starobogatov, 1993). Genel sınıflandırılması;

Regnum (Alem)	: Animale (Hayvanlar alemi)
Phylum (Sınıf)	: Mollusca (Yumu akçalar)
Clasis (Sınıf)	: Gastropoda (Salyangozlar ve sümüklü böcekler)
Ordo (Takım)	: Pulmonata
Subordo (Alt takım)	: Basommatophora
Familia (Aile)	: Physidae
Genus (Cins)	: <i>Physa</i>
Tür	: <i>Physa acuta</i> (Draparnaud, 1805)

3.1.1. Türün Tanımı,

Kabuk düz, parlak, sert ve sinistraldir, yani kabuk helezonları, dönüşü saat yönünde tersinedir. Kabuk yüksekliği 10-15 mm, genişliği 5-7 mm'dir (Soylu, 1996), spir bölgesi boyu, apertür boyunun ortalama yarısından fazla, aperteğin en küçük ve en yaşlı olan iki helezonu (embriyonal helezon) bulunur. Embriyonal helezonun ardında geniş leylan helezonlar takip eder, son helezon çok geniştir. Helezonların üzerinde ince boyuna çizgiler bulunur. Ardında gelen helezonlar, birbirinden ayrılmış bölmelere sütür denir (Şekil 3.1).

Hortum eklemindeki başın ön tarafında bir çift tentakül bulunur. Tentaküller herhangi bir etki ya da tehlike karşısında birbirinden başlıca olarak çekilebilir. Gözler tentaküllerin proksimalindedir. Hortum ekleminde uzanan başın ön tarafında, ventralde yarıklı ekleminde bir ağız bulunur.



ekil 3.1. *Physa acuta*da kabu un dorsalden ve ventralden görünü ü.

Solunum, pneumostomun kas,l,p gev emesiyle (aç,l,p kapanma hareketiyle), oksijenli havan,n akci ere dolmas, ekinde gerçekleşir. Bunlarda deri solunumu da önemli bir yer tutar, fakat suyun içerdi i oksijen miktar,na ba l, olarak de i ir.

Hareket ayak taban,n,n kasl, yüzeyi ile zemine temas ederek ayak kaslar,n,n dalgalanmas, ekinde olur. Ayakta yap, kan özelli i olan ve pedal bez ad, verilen bir bez taraf,ndan salg,lanan mukus, aya a geni bir yap, ma alan, sa lar. Bu sayede kolayca hareket edebilirler.

Physa acuta örneklerinde e zamanl, hermafroditlik görülmektedir, bireylerden biri erkek di eri ise di i rolünü üstlenir. Genellikle, bu roller ayn, salyangoz çifti taraf,ndan ters olarak da tekrarlan,r. Yani birbirini takip eden iki birle me olur, birinci birle mede erkek rolü alan salyangoz, ikinci birle mede di i rolünü üstlenir. Yumurtalar, jelatinimsi yumurta kapsülleri halinde b,rak,l,r ve her birinde 100 veya daha fazla yumurta bulunur. Sulardaki yüzen bitkisel materyal ba ta olmak üzere yosun ve art,k bitkisel materyaller ile beslenirler.

Tıbbi önemi olmasından dolayı, üzerinde çeşitli çalınmalar yapılmaktadır. Laboratuvar koşullarında trematodlara ve diğer köullarda *Angiostrongylus cantonensis* adlı nematoda ara konakçılık yapması, bakımından parazitolojik bir öneme sahiptir. *Physa acuta* toksik maddelerin ve ağır metallerin fizyolojik süreçler üzerine olan etkilerinin araştırılmasında, geniş bir coğrafik dağılıma sahip olması ve ağır metal birikim kapasitesiyle uygun bir indikatör türüdür (Coourdassier ve ark., 2003 ve Desouky, 2006).

3.2. Metot

3.2.1. Örneklerin Toplanması, ve Laboratuvara Getirilmesi

Physa acuta örnekleri Ergani Hilar Maras, yakınlarda, derenin kıyısına yakın bölgelerindeki bitki ve sazlıklar, üzerinden bir kepçe yardımı ile toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Toplanan örnekler gölün suyu ile yaklaşık kadar doldurulmuş ve havalandırma düzenine yerleştirilmiş olan 15 litrelik plastik bidona bırakılmış, üzerine de salyangozların beslenmesi için dere kıyısındaki saz ve bitkilerden az miktarda ilave edilmiştir. Toplanan salyangozların mümkün olduğu kadar aynı büyüklükte olmasına özen gösterilmiştir.

3.2.2. Deney Düzeneklerinin Hazırlanması,

D.Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Histoloji Araştırma laboratuvarına getirilen *Physa acuta* örnekleri, burada önceki günden hazırlanmış olan ve içerisinde dinlendirilmiş musluk suyu ve havalandırma düzenine bulunan akvaryuma yerleştirilmiştir. Salyangozlar düzenine yerleştirildikten sonra beslenmeleri için yem, marul yaprakları, akvaryuma bırakılmıştır. Adaptasyon ve test amaçlarında ortam termostatlı klima ile $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ sabit sıcaklıkta tutulmuştur.

15 günlük adaptasyon sürecinde, her gün akvaryum yüzeyindeki artmış marul parçaları, kırıntılar ve salyangoz dışkıları, kepçe ile temizlenerek, akvaryum suyunun yarı, boşaltılarak yerine aynı miktarda dinlendirilmiş su bırakılmıştır (Çizelge 3.1). Bu

süre zarf,nda, salyangozlar,n vücudundaki a ,r metal ve kirlilik unsurlar,ndan ar,nmalar, sa lanm, t,r.

Salyangozlar 15 günlük adaptasyondan sonra, kontrol grubu ve deney gruplar, olmak üzere toplam dört gruba ayr,lm, t,r. Her gruba ait 200 örnek, 2ø er litre dinlendirilmi su içeren ve havaland,rma düzene i bulunan cam kavanozlara yerle tirilmi tir.

Çizelge 3.1. Laboratuvar artlar,nda kurulan akvaryumdaki suyun kimyasal özellikleri.

Kimyasal Parametreler	De er
pH	7.92
iletkenlik (us/cm)	353 us/cm
Kalsiyum (mg/L)	67.5mg/L
Nitrat (mg/L)	2.85 mg/L
Nitrit (mg/L)	0.23 mg/L
Klorür (mg/L)	0.15 mg/L
Demir (mg/L)	0.61 mg/L
Mangan (mg/L)	-
Bak,r (mg/L)	-
Kadmiyum (mg/L)	-
Magnezyum (mg/L)	7.15 mg/L

3.2.3. Deneysel Çal, ma

Physa acuta örneklerinin CuSO₄ için LC₅₀ de eri 1000 mg/l olarak tespit edilmi tir (Tanveer ve Salahuddin 2001). Bu çal, ma için seçilen subletal konsantrasyonlar (96 saatlik LC₅₀ de erinin 1/20, 1/10, 1/5)ødir. *Physa acuta* örnekleri biri kontrol grubu, di erleri de farklı konsantrasyonlardaki CuSO₄ gruplar, (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, ve 0.2 mg/l) olmak üzere toplam 4 gruba ayr,larak kavanozlara yerle tirilmi tir.

Grup I. Bak,r sülfat içermeyen kontrol grubu

Grup II. Bak,r sülfat,n 0.05 mg/l konsantrasyonuna maruz b,rak,lan grup

Grup III. Bak,r sülfat,n 0.1 mg/l konsantrasyonuna maruz b,rak,lan grup

Grup IV. Bak,r sülfat,n 0.2 mg/l konsantrasyonuna maruz b,rak,lan grup

CuSO₄'ün yaralanma ömrü ve buharla mas, gibi nedenlerle, test solüsyonlar,nda konsantrasyonlar,nda zaman içerisinde de iimler olabilece i göz önüne alınarak, test solüsyonlar,nda yaklaşık %50'isi her gün bo alt,larak yerine aynı miktarda yeni hazırlanmış solüsyonlar ilave edilmiştir (Çizelge 3.2). Tüm deneysel amaçlar boyunca kontrol grubuna besin d, nda herhangi bir madde verilmemiştir.

Çizelge 3.2. 1 litre su için CuSO₄'ün konsantrasyonları,

Gruplar	I. Grup (Kontrol)	II. Grup 1/20	III. Grup 1/10	IV. Grup 1/5
Birey sayısı,	200	200	200	200
CuSO ₄ miktarı, (1 lt)	-	0.05 mg/l	0.1 mg/l	0.2 mg/l

Farklı konsantrasyonlardaki CuSO₄ uygulaması, deneysel çalışmanın 30. gününde tamamlandı. Deneysel çalışmalarında, farklı konsantrasyonlara ait toplam 157 salyangoz ölmüştür (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Deney sırasında ölen salyangoz sayısı,

Gruplar	Maruz kalan CuSO ₄ konsantrasyonu	Ölen Birey Sayıları,	% Ölüm oranı,
I. Grup	-	14	7
II. Grup	0.05 mg/l	30	15
III. Grup	0.1 mg/l	50	25
IV. Grup	0.2 mg/l	63	33

3.2.4. Kimyasalların Hazırlanması,

Bouin Fiksatifinin Hazırlanması,

Suda doymu pikrik asit	75 ml
Formalin	25 ml
Glasiyal asetik asit	5 ml

Suda doymu pikrik asit hazırlamak için 1 ölçü pikrik asit 86 ölçü saf suda eritilir. Fiksatif kullanılabileceği zaman bu maddeler birbirine karıştırılır.

Eozin Y Solusyonunun Hazırlanması,

Eozin Y	1 gr
Saf su	100 gr

Eozin Y'nin saf su içinde çözülmesiyle hazırlanır.

Asit-Alkol Hazırlanması,

%70'lik etil alkol	100ml
HCl	1 ml

Bakır Sülfatın Hazırlanması,

Çalınmamış, zarda ağırlık metal olarak bakır sülfat kullanılmaktadır.

Bakır sülfat	1000 mg
Saf su	1000 ml

Bakır sülfatın saf su içinde çözülmesiyle, 1000 ml stok (STOK I) hazırlanmaktadır.

STOK I'den	10 ml
Saf su	90 ml

Daha sonra STOK I'den, STOK II hazırlanmaktadır.

Harris'ın Hematoksilen Solüsyonunun Hazırlanması,

Hematoksilen	1 gr
Mutlak alkol	10 ml
Potasyum ap,	20 gr
C,va oksit	0.5 gr
Glasiyal asetik asit	8 ml

Hematoksilen, mutlak alkolde çözündürülür. Ayr,ca potasyum ap,, saf suda eritilir. ki eriyik birbirine kar, t,r,l,r ve kaynama noktas,na kadar ,s,t,l,r. Kar, ,ma c,va oksit ilave edilir. H,zl, bir ekilde so utulur ve filtre edilir. Kar, ,ma glasiyal asetik asit ilave edilir.

3.2.5. Histolojik Preparatların Hazırlanması,

Deney düzene ine a ,r metal (CuSO_4) ilave edilmeye ba land,ktan sonra disseksiyonlar, CuSO_4 subletal dozunun 10., 20., 30. günlerinde yap,lm, t,r. Disseksiyondan önce örnekler, 50 mg/l MS-222 içeren çözeltiye al,nm, , 2-3 dakika içinde bay,lmalar, sa lanm, t,r. Histopatolojik çal, malar için dissekte edilen örneklerin ayak, manto, hepatopankreas ve ovotestislerinden dokular al,narak bouin fiksatif ile tespit edilmi tir. Tespitten sonra parçalar, 1 gece boyunca akar çe me suyu alt,nda b,rak,larak fiksatifin uzakla t,r,lmas, sa lanm, t,r. Dokular artan etil alkol serilerinden (%70, %80, %90, %96, %100) geçirilerek dehidre edilmi tir. Ksilolde saydamla t,r,lan dokular, parafin banyolar,ndan sonra parafin bloklara al,nm, t,r. Parafin bloklardan Leica marka mikrotom kullan,larak 4-5 μ kal,nl, ,nda kesitler al,nm, t,r.

Al,nan kesitler Hematoksilen-Eozin ile boyand,ktan sonra (Gurr, 1972), preparatlar entellen yard,m,yla kapat,lm, t,r. Hazırlanan preparatlar Nikon marka , ,k mikroskobu ile incelenerek, Coolpix 8400 marka foto raf makinesi ile foto raflanm, t,r.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Histopatolojik Bulgular

4.1.1. Ayak

Ayak, vücudun ventralinde uzanan kaslı yapıda ve geniş tabanlı bir organdır. Hareket, ayak tabanındaki kaslı ve geniş yüzeyinin zeminle temas etmesi sonucu, kolumnar kas fibrilleri sayesinde, sürünme ekinde gerçekleşir. Suprapedal bezdeki mukus hücrelerinden salgılanan mukus, ayakta zemine basılmasıyla salgılanır.

4.1.1.1. Kontrol Grubu

ekinde olan düz kas hücreleri biraraya gelerek demetler halinde düz kas fibrillerini (kolumnar kas fibrili) meydana getirir. Ayak dokusunda kolumnar kas fibrilleri dışında mukus hücreleri, protein hücreleri, pigment hücreleri, epitel hücreleri ve lipid vakuelleri de bulunur.

DeneySEL ÇALIŞMADA, I. Grup (Kontrol) salyangozlar herhangi bir ağır metal uygulamasına maruz bırakılmadıkları için ayak dokular, normal görünümündedir, bu grupta histopatolojik değişiklikler gözlenmemiştir (ekil 4.1).

4.1.1.2. Deney Grupları,

Toplamda 30 gün olmak üzere 10 gün aralıklarla her bir grup salyangoza farklı subletal konsantrasyonlarda (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, 0.2 mg/l) ve farklı sürelerde (deneyin 10., 20. ve 30. günleri) uygulanan bakır sülfat parametreleri sonucunda, belirlenen gruplara ait ayak dokusuyla ilgili histopatolojik değişiklikler gözlenmiş ve gözlem sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.1).

II. Grup (0.05 mg/l) salyangozların deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, ayak dokusunda pek fazla değişiklik gözlenmemiştir (ekil 4.2). 20 günlük uygulama sonunda, mukus, pigment ve protein hücreleri ve lipid vakuelleri sayısında artış, epitel

tabakas,nda deskuamasyon ba lam, t,r (ekil 4.3). 30 günlük uygulama sonunda ise epitel tabakas,nda deskuamasyon devam etmi ve kas fibrillerinde atrofi olu mu tur (ekil 4.4).

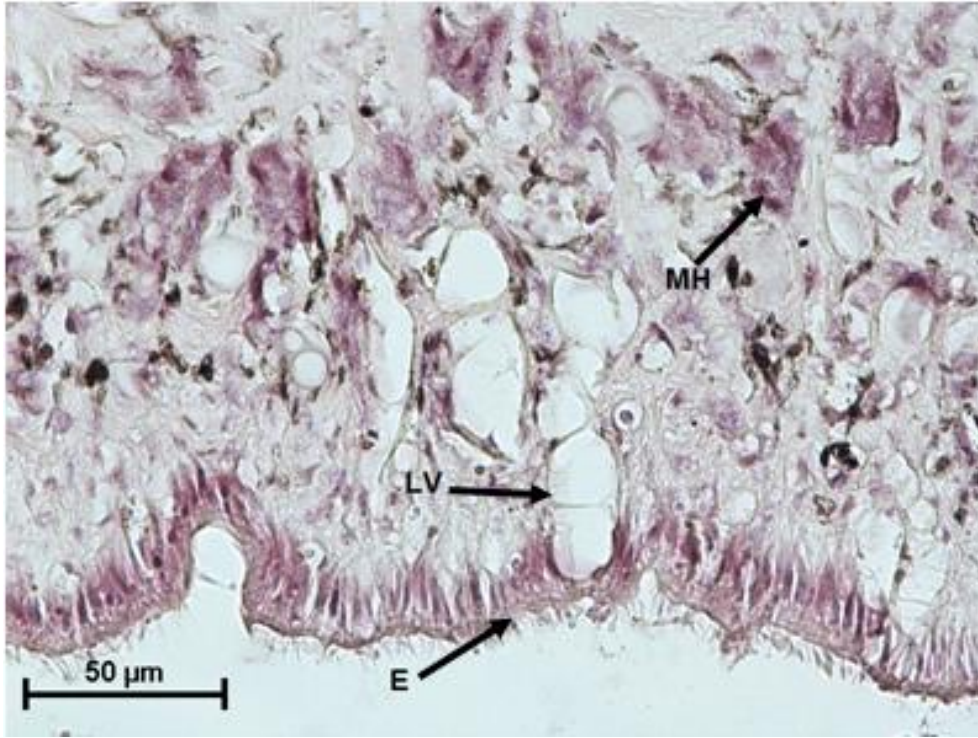
Çizelge 4.1. CuSO₄ maruz kalan ayak dokular,nda saptanan lezyonlar,n kalitatif de erlendirmesi.

Histopatolojik de i iklikler	Uygulanan CuSO ₄ konsantrasyonu (mg/l) ve uygulama süreleri											
	Grup I (Kontrol)			Grup II (0.05mg/l)			Grup III (0.1mg/l)			Grup IV (0.2mg/l)		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Epitelde deskuamasyon	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	+++
Mukus hücrelerinde art,	-	-	-	+	++	++	+	++	+++	++	++	+++
Lipit vakuollerinde art,	-	-	-	+	++	++	+	++	++	++	+++	+++
Kas fibrillerinde atrofi	-	-	-	-	+	++	+	++	+++	++	++	+++
Pigment hücrelerinde art,	-	-	-	-	+	+	+	++	++	++	++	++
Protein hücrelerinde art,	-	-	-	-	+	+	+	+	++	+	++	++

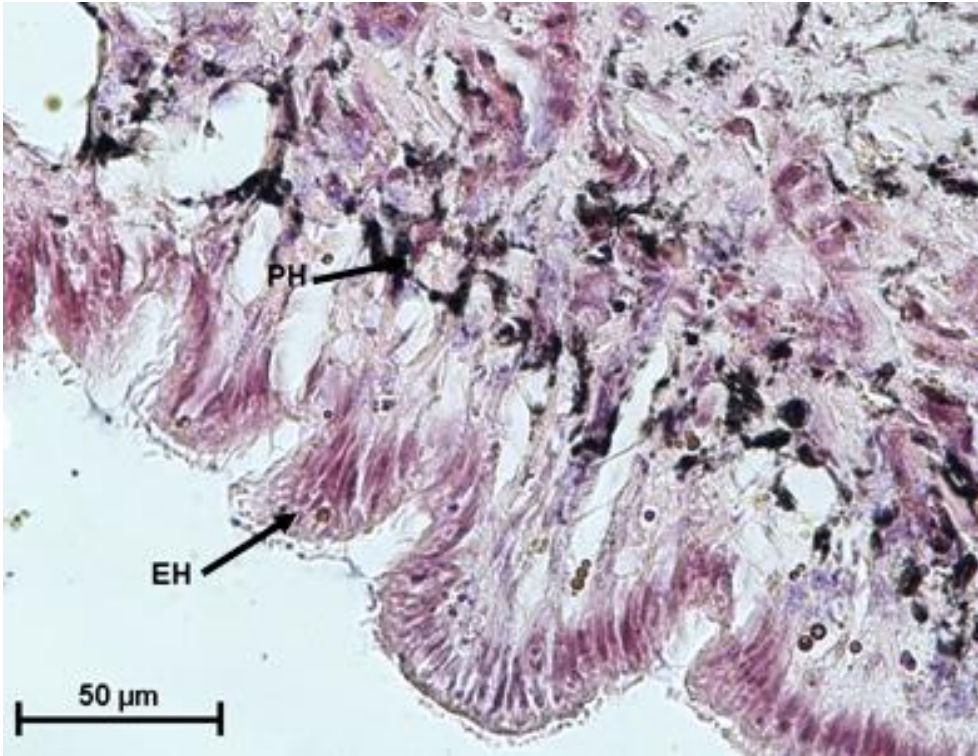
yok (-), dü ük (+), s,k (++), çok s,k (+++)

III. Grup (0.1 mg/l) salyangozlar,n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, ayak dokusuna ait epitelde deskuamasyon ba lam, , mukus hücrelerinde ve lipid vakuolleri say,s,nda art, gözlenmi tir (ekil 4.5). 20 günlük uygulama sonucunda ayak dokusuna ait pigment ve protein hücreleri ve lipid vakuollerinin say,s, artm, , epitel tabakas,nda deskuamasyon art, , devam etmi tir (ekil 4.6). 30 günlük uygulamada, mukus hücreleri ve lipid vakuolleri a ,r, yo unla m, , epitel tabakas,nda deskuamasyon ilerlemi , kas fibrillerinde atrofi artm, t,r (ekil 4.7).

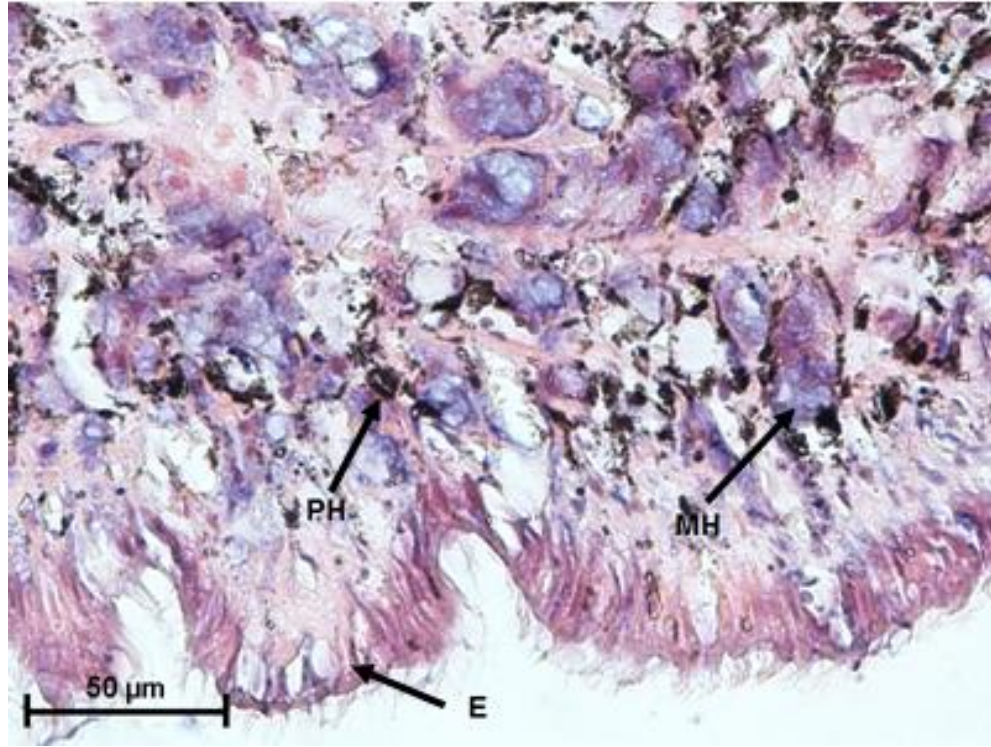
IV. Grup (0.2 mg/l) salyangozlar,n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, ayak dokusuna ait epitelde deskuamasyon ve mukus hücrelerinde art, gözlenmi tir (ekil 4.8). 20 günlük uygulamada epitelde deskuamasyon ilerlemi , mukus hücreleri, protein hücreleri ve lipid vakuolleri say,s,nda art, görülmü tür (ekil 4.9). 30 günlük uygulama sonunda, ayak dokusuna ait epitel tabakas,nda bozulmalar, nekroz ve kas fibrillerindeki atrofi daha da ilerlemi ve yerini ba dokusuna b,rakm, t,r (ekil 4.10).



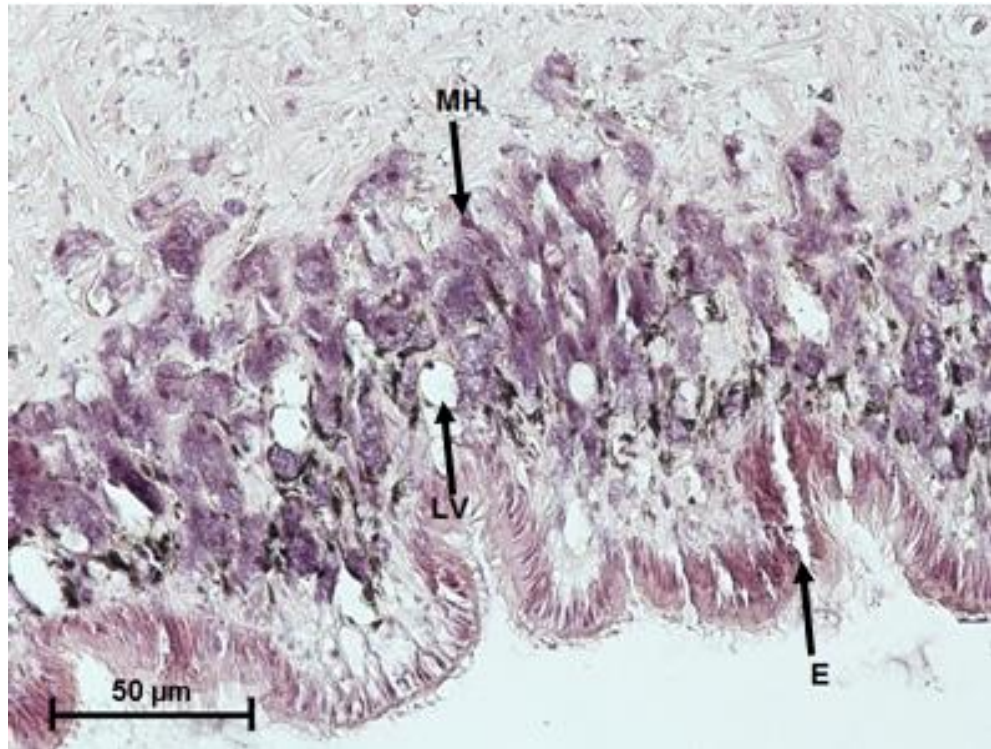
ekil 4.1. Grup I. (Kontrol) CuSO₄ içermeyen ortama bırakılan *Physa acuta*,n 30. gün ayak dokusu. E; epitel, LV; lipid vakuölü, MH; mukus hücresi. H&E.



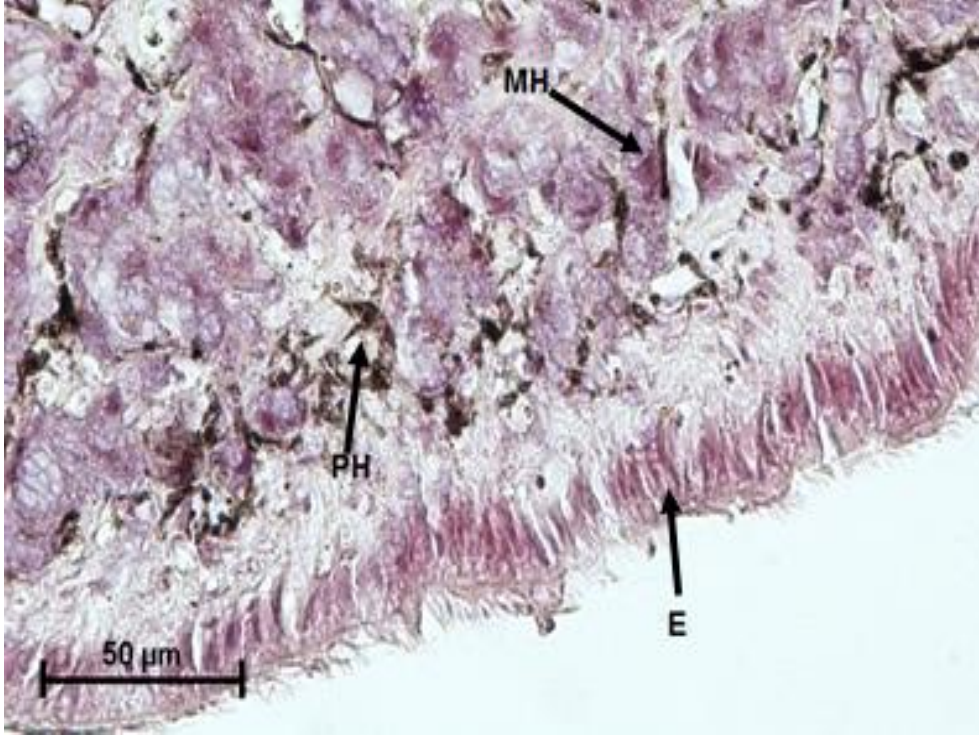
ekil 4.2. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*,n 10. gün ayak dokusu. E; epitel, PH; pigment hücresi. H&E.



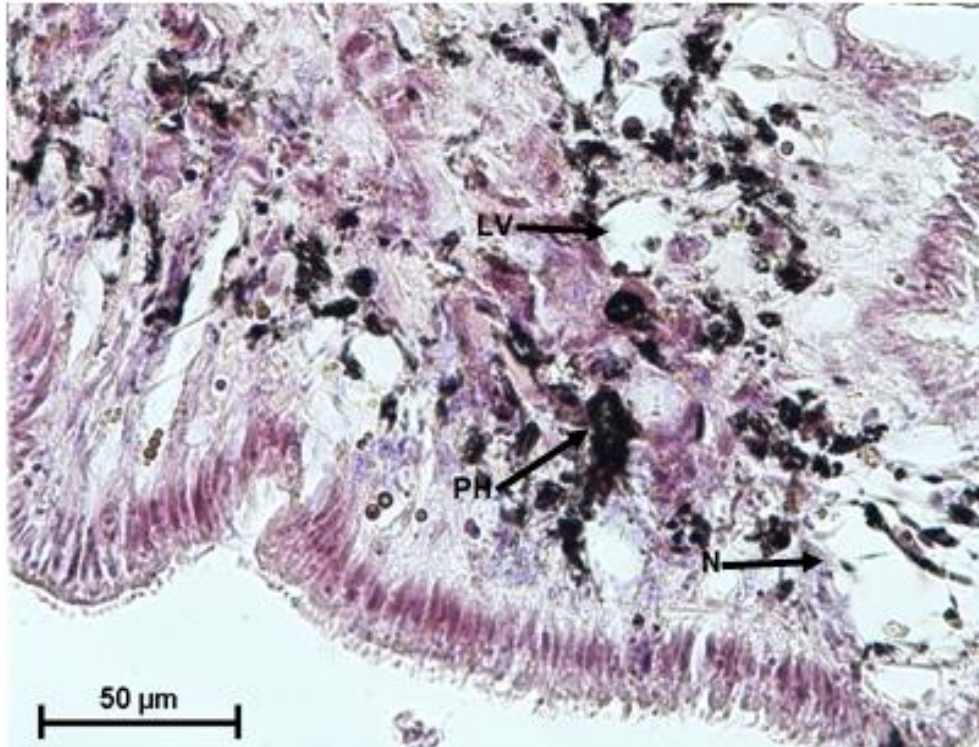
ekil 4.3. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün ayak dokusu. E; epitel, PH; pigment hücresi, MH; mukus hücresi. H&E.



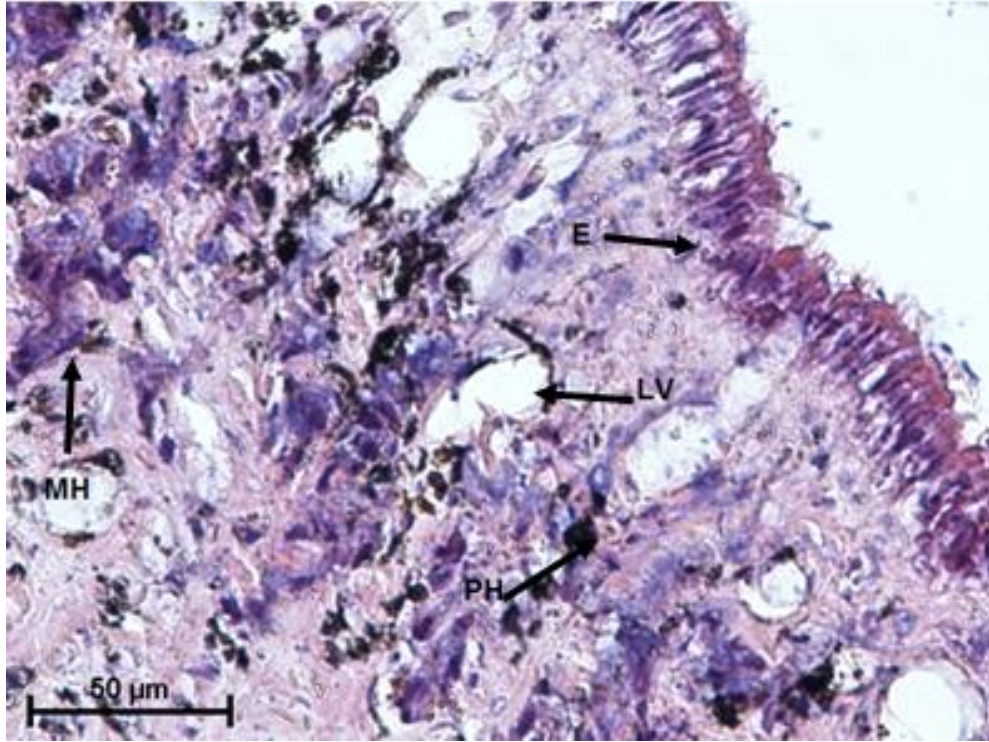
ekil 4.4. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün ayak dokusu. E; epitel, LV; lipid vakuölü, MH; mukus hücresi. H&E.



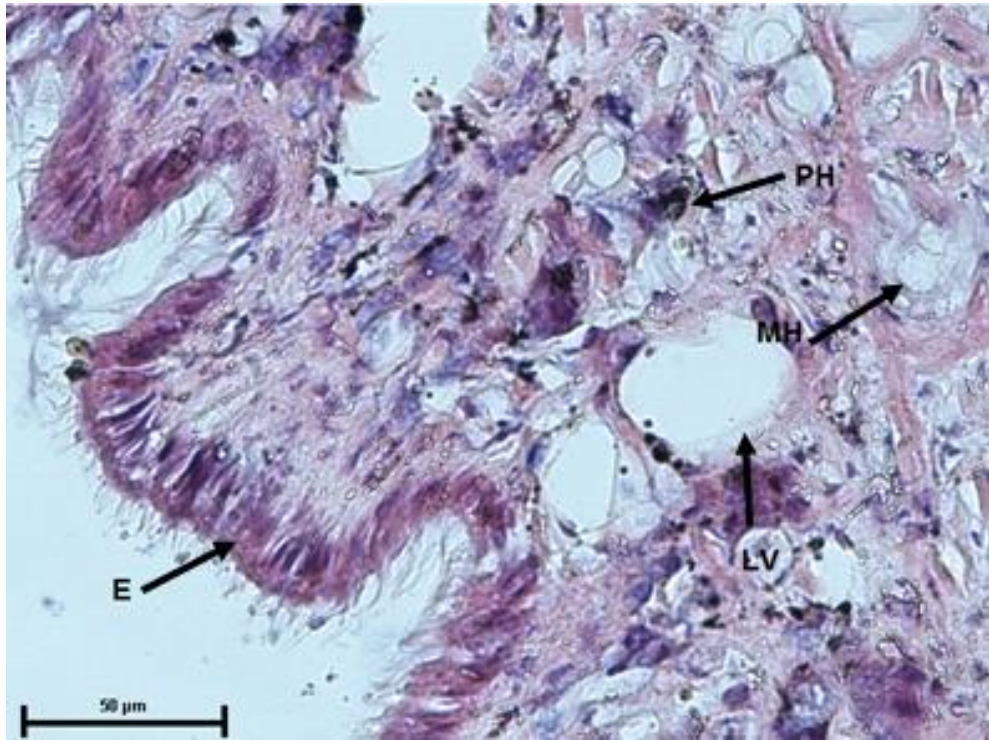
ekil 4.5. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n, n 10. gün ayak dokusu. E; epitel, PH; pigment hücresi, MH; mukus hücresi. H&E



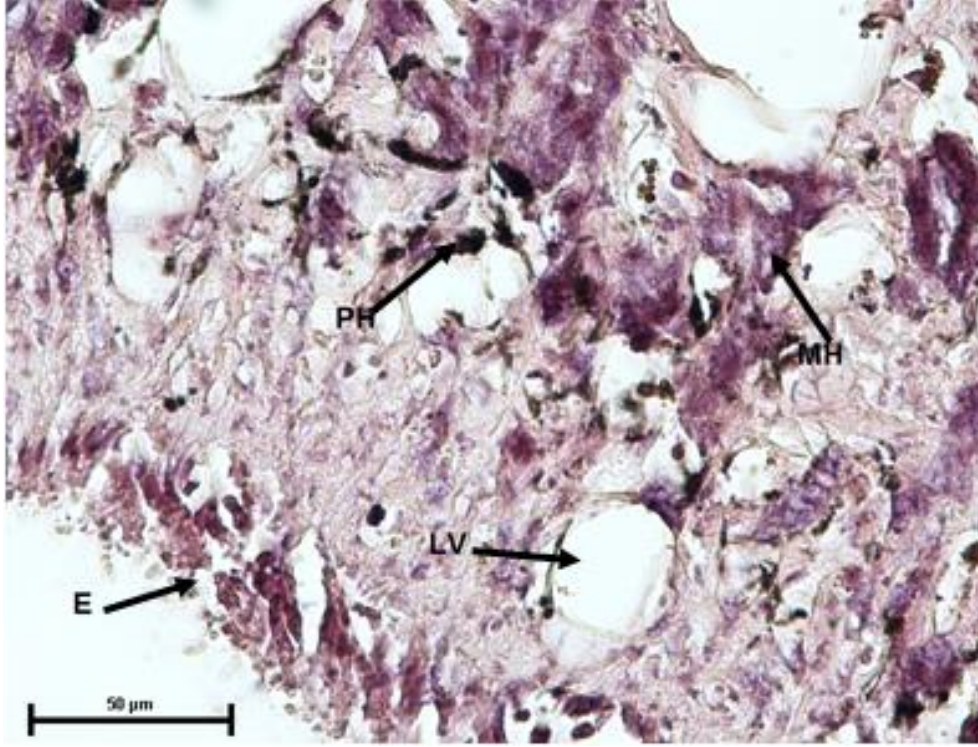
ekil 4.6. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n, n 20. gün ayak dokusu. LV; lipid vakuölü, PH; pigment hücresi, N; nekroz. H&E.



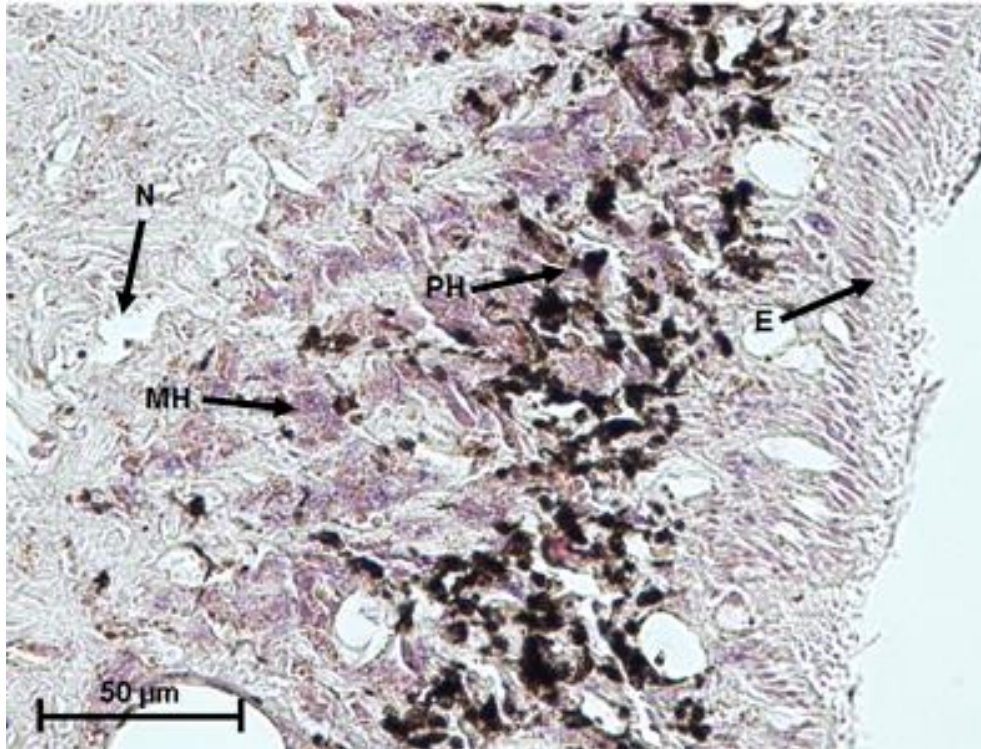
ekil 4.7. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün ayak dokusu. E; epitel, LV; lipid vakuolü, PH; pigment hücresi, MH; mukus hücresi. H&E.



ekil 4.8. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 10. gün ayak dokusu. E; epitel, LV; lipid vakuolü, PH; pigment hücresi, MH; mukus hücresi. H&E.



ekil 4.9. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün ayak dokusu. E; epitel, LV; lipid vakuölü, PH; pigment hücresi, MH; mukus hücresi. H&E.



ekil 4.10. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün ayak dokusu. E; epitel, PH; pigment hücresi, MH; mukus hücresi, N; nekroz. H&E.

4.1.2.Hepatopankreas

4.1.2.1.Kontrol Grubu

Hepatopankreaslar oval şekilli tübüllerden meydana gelmiştir. Tübüller arasında gevrek bağ dokusu ve hemolenfatik alanlar vardır. Tübül epiteli, sindirim hücreleri ve bazofilik hücreler olmak üzere iki tip hücre tipinden oluşur (Lajtner ve ark., 1996). Sindirim hücreleri uzun ve kübikten silindire kadar değişen şekillerde olabilirler. Bazofilik hücreler ise kısa, üçgen şeklindedirler ve apikal yüzeylerinde siltiler taşırlar. Sindirim hücrelerinin sitoplazması, farklı büyüklükteki salgı granülleriyle doludur. Pek çok hücre fagositik içerikli vakuoller içerir ve nükleus bazal membrana doğru yerleşmiştir. Bazofilik hücreler kalsiyum karbonat hücre granüllerinin varlığıyla, bu ile karakterize edilirler.

DeneySEL ÇALIŞMADA, I. Grup (Kontrol) salyangozlar herhangi bir ağır metal uygulamasına maruz bırakılmadığı için bu gruptaki bireylerin sindirim bezinde herhangi bir histopatolojik değişiklik gözlenmemiştir (ekil 4.11).

4.1.2.2.Deney Grupları,

Toplamda 30 gün olmak üzere 10 gün aralıklarla her bir grup salyangoza farklı subletal konsantrasyonlarda (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, 0.2 mg/l) ve farklı sürelerde (deneyin 10., 20. ve 30. günlerinde) uygulanan bakır sülfat parametreleri sonucunda, belirlenen gruplara ait hepatopankreas (sindirim bezi) dokusuyla ilgili histopatolojik değişiklikler gözlenmiş ve gözlem sonuçları, sırasıyla çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 4.2).

II. Grup (0.05 mg/l) salyangozların deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, sindirim bezinde vakuolleme belirginleşmeye başlamıştır (ekil 4.12). 20 günlük uygulamada, amöbositler ve lipid vakuolleri oluşumu, bazofilik hücreler sayısı, hemolenfatik alanlar genişlemiştir (ekil 4.13). 30 günlük uygulamada, sindirim hücrelerinde vakuolasyon ve nekrotik değişiklikler ilerlemiştir, bağ dokuda atrofi iyice belirginleşmiştir. Tübül lümeninde ve hemolenfatik alanlarda genişlemeler ilerlemiştir, lipid vakuolleri ve amöbositlerde belirgin bir artış gözlenmiştir (ekil 4.14).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

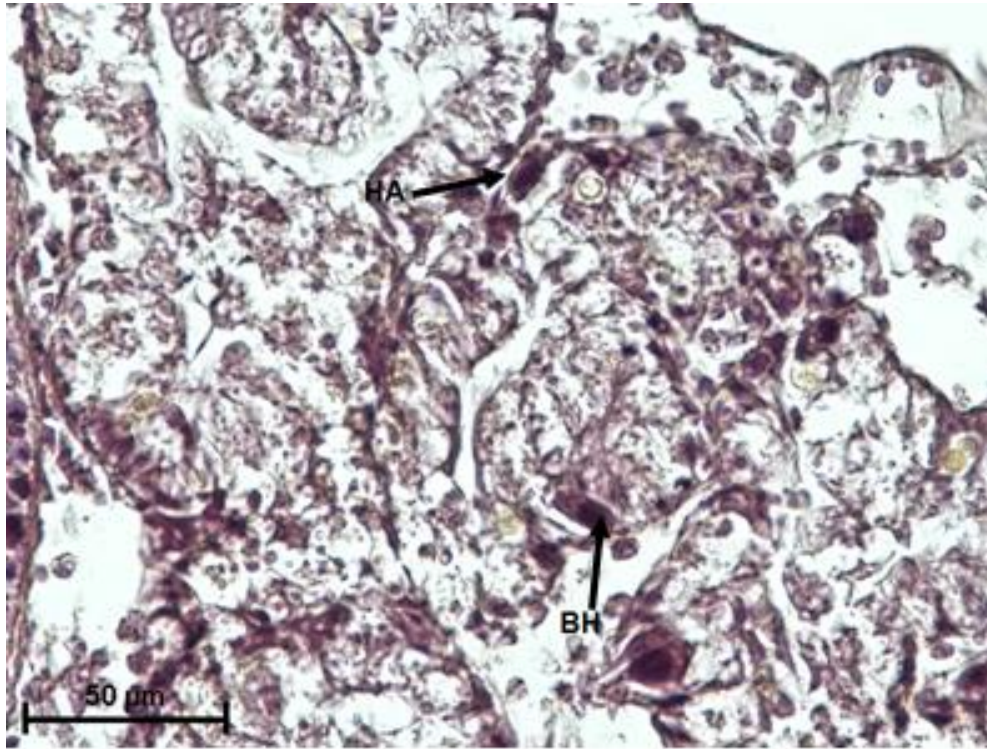
Çizelge 4.2. CuSO₄'a maruz kalan hepatopankreas dokularında saptanan lezyonların kalitatif değerlendirilmesi.

Histopatolojik değişiklikler	Uygulanan CuSO ₄ konsantrasyonu (mg/l) ve uygulama süreleri											
	Grup I (Kontrol)			Grup II (0.05mg/l)			Grup III (0.1mg/l)			Grup IV (0.2mg/l)		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Bazofilik hücrelerde artış	-	-	-	+	+	++	+	++	++	+	++	+++
Lipid vakuollerinde artış	-	-	-	+	+	++	+	++	++	++	++	+++
Bazofilik dokusunda atrofi	-	-	-	-	+	++	+	++	++	+	++	+++
Hemolenfatik alanda dilatasyon	-	-	-	-	+	+	+	+	++	+	++	+++
Tübül lümeninde genişleme	-	-	-	-	-	++	-	+	++	+	+	++
Amöbosit artışı	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	++
Sarı granüllerin artışı	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	++
Sindirim hücrelerinde vakuolasyon	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	+++
Nekroz	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	+++

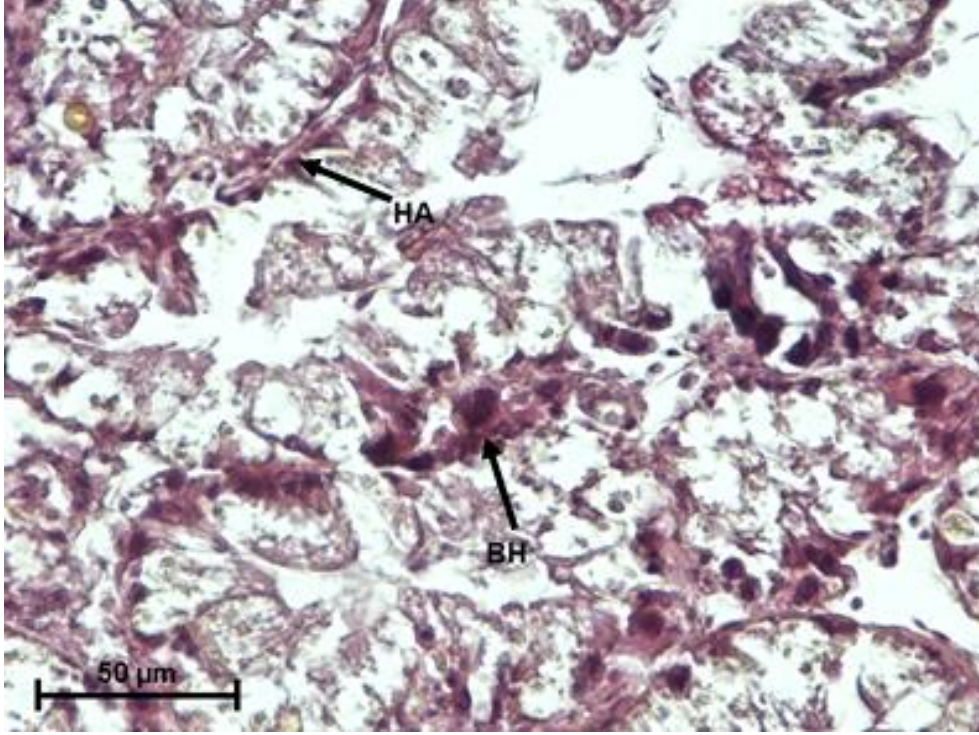
yok (-), düşük (+), s, k (++) , çok s, k (+++)

III. Grup. (0.1 mg/l) salyangozların deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, sindirim bezine ait sindirim hücrelerinde vakuolle menin bazofilik dokusu, hemolenfatik alanların genişlediği, amöbositler ve lipid vakuollerinin oluşturmaları tespit edilmiştir (ekil 4.15). 20 günlük uygulamada, sindirim bezine ait sindirim hücrelerinde vakuolasyon belirginleşti ve nekrotik değişiklikler bazofilik hücrelerde artış görülmüştür. Tübül lümenleri ve tübüller arasındaki hemolenfatik alanlarda genişlemeler olmuştur (ekil 4.16). 30 günlük gruptaki uygulamada salyangozların, sindirim bezine ait sindirim hücrelerinde vakuolasyon ve nekrotik değişiklikler çok fazla ilerledi, bazofilik dokuda atrofi iyice belirginleşti, bazofilik hücreler daha fazla arttı, tübül lümeninde ve tübüller arasındaki hemolenfatik alanlarda genişlemeler arttı, t.r. Lipid vakuelleri ve amöbositlerin toplanması da belirgin bir artış göstermiştir (ekil 4.17).

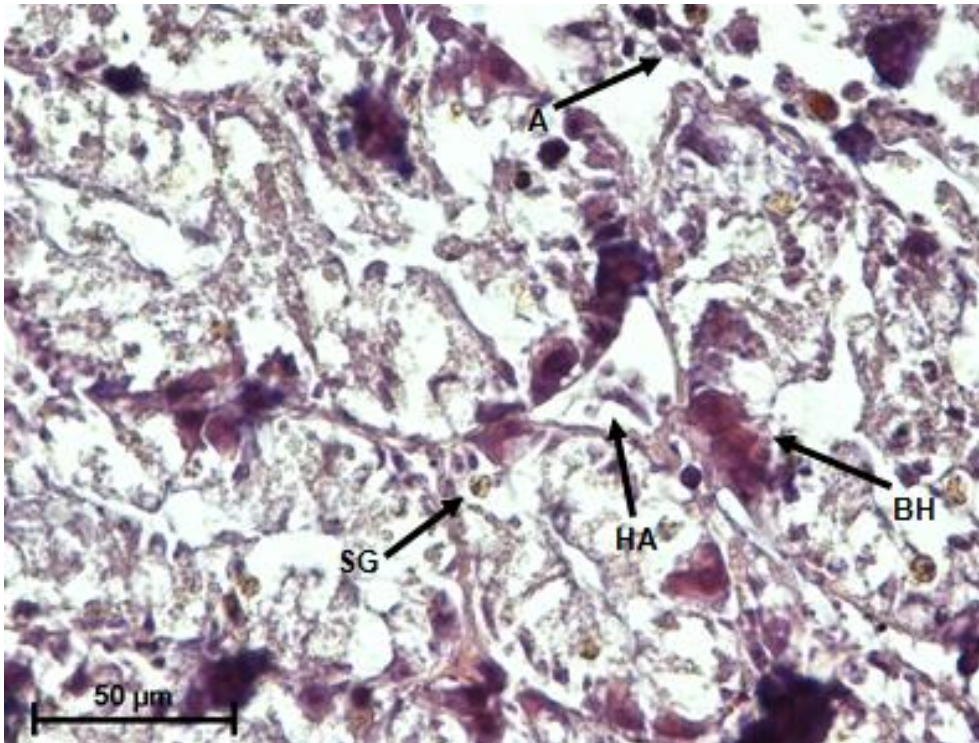
IV. Grup (0.2 mg/l) salyangozlar, n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, sindirim bezinde vakuolle me belirginle meye ba lam, ve hemolenfatik alanlar geni lemi tir. Amöbositler ve lipid vakuolleri artm, ve bazofilik hücrelerde i me gözlenmi tir (ekil 4.18). 20günlük uygulamada, amöbositler ve lipid vakuolleri artm, , bazofilik hücreler i mi , hemolenfatik alanlar geni lemi ve nekrotik de i iklikler ilerlemi tir (ekil 4.19). 30günlük uygulamada ise, sindirim hücrelerinde vakuolasyon ve nekrotik de i iklikler ilerlemi , ba dokuda atrofi iyice belirginle mi tir. Tübül lümeninde ve hemolenfatik alanlarda geni lemeler ilerlemi , lipid vakuolleri ve amöbositlerde belirgin bir art, gözlenmi tir (ekil 4.20).



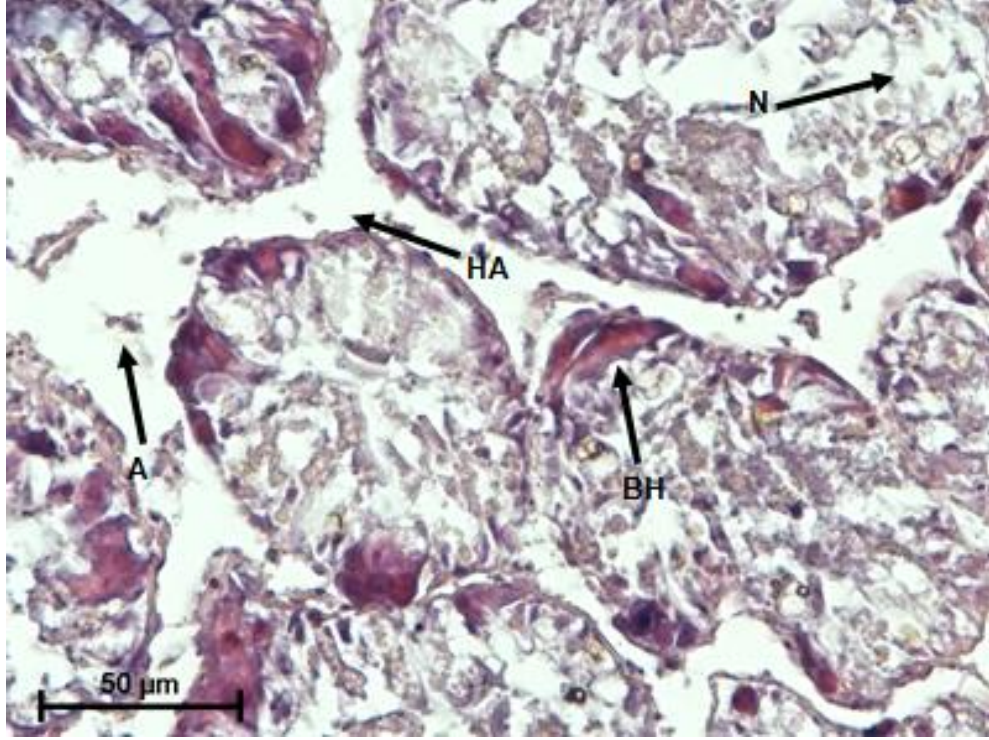
ekil 4.11. Grup I. (Kontrol) CuSO_4 içermeyen ortama bırakılan *Physa acuta* nın 30. gün hepatopankreas dokusu. HA; hemolenfatik alan, BH; bazofilik hücre. H&E.



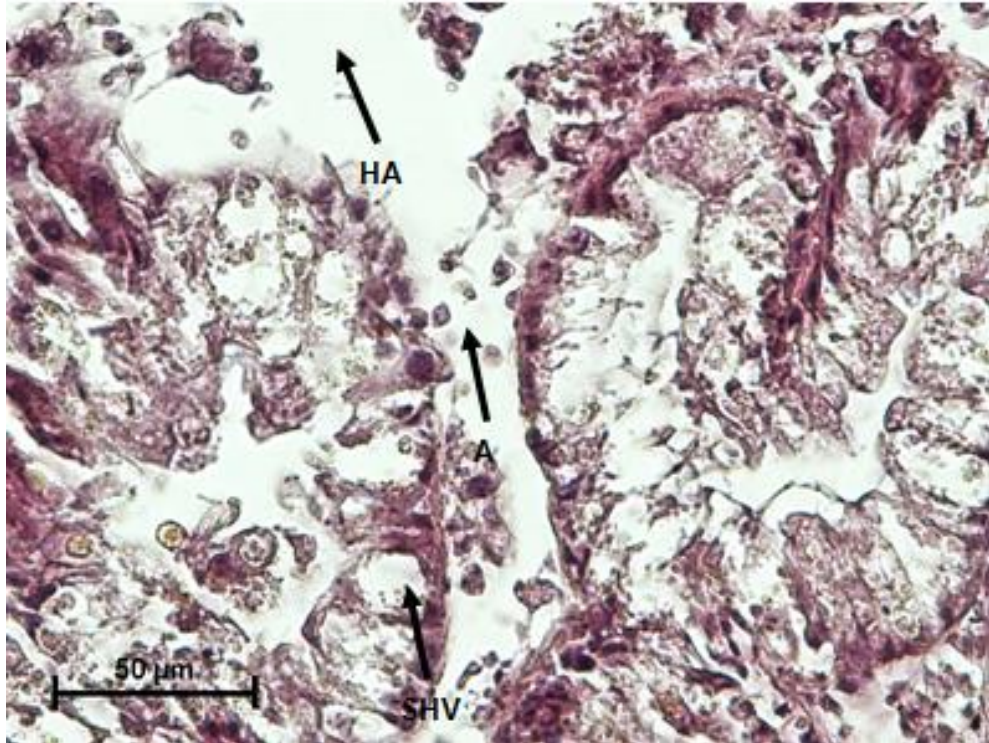
ekil 4.12. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 10. gün hepatopancreas dokusu. HA; hemolenfatik alan, BH; bazofilik hücre. H&E.



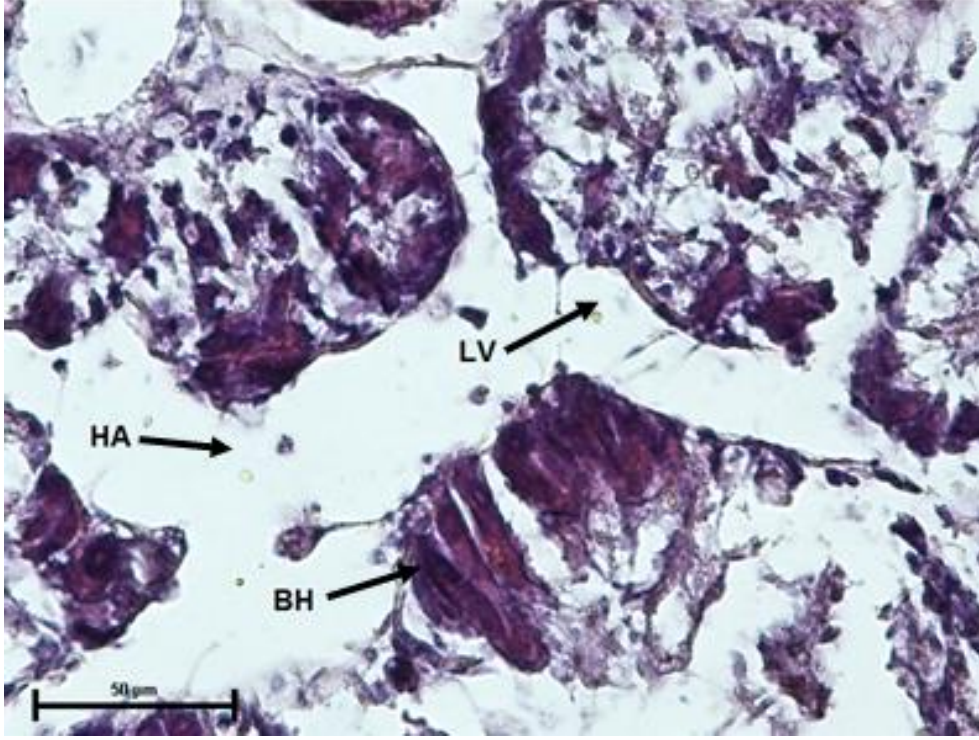
ekil 4.13. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün hepatopancreas dokusu. HA; hemolenfatik alan, SG; sarı granül, A; amöbosit, BH; bazofilik hücre. H&E.



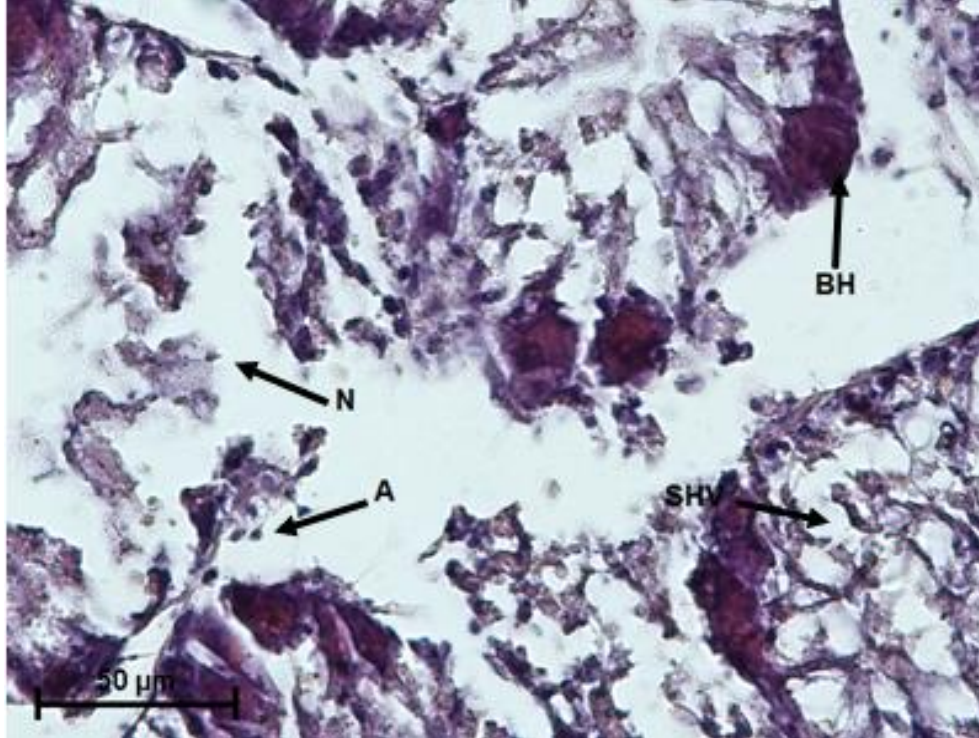
ekil 4.14. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*ın,n 30. gün hepatopankreas dokusu. HA; hemolenfatik alanlar, A; amöbosit, BH; bazofilik hücre, N; nekroz. H&E.



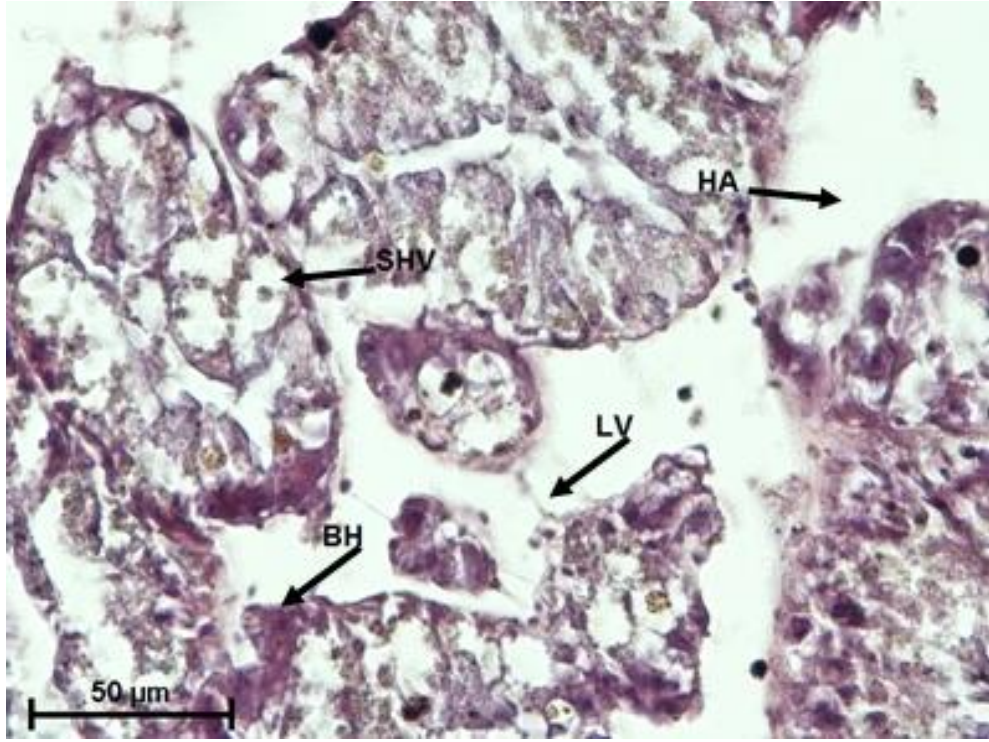
ekil 4.15. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*ın,n 10. gün hepatopankreas dokusu. HA; hemolenfatik alanlarda dilatasyon, A; amöbosit, SHV; sindirim hücrelerinde vakuolle me. H&E.



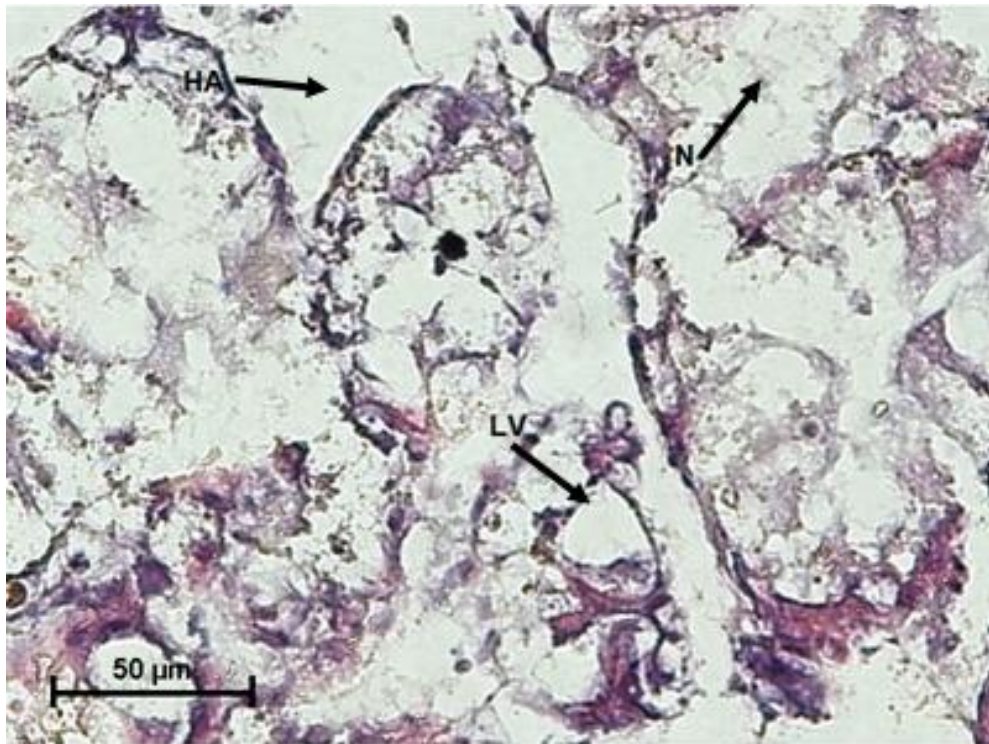
ekil 4.16. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün hepatopancreas dokusu. HA; hemolenfatik alan, BH; bazofilik hücre, LV; lipid vakuölü. H&E.



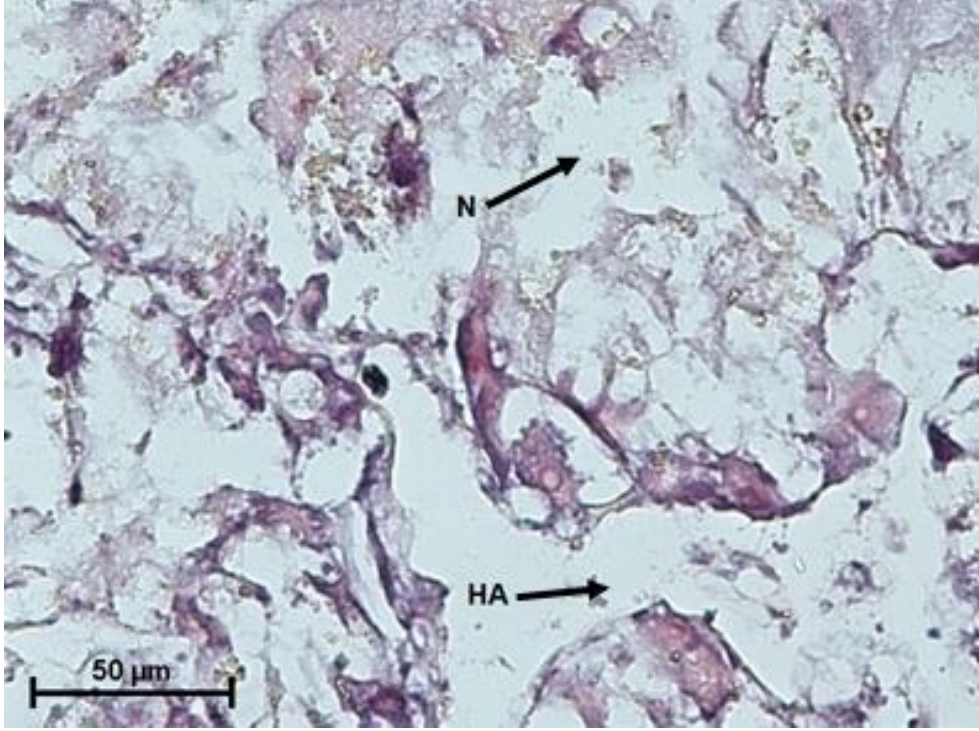
ekil 4.17. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün hepatopancreas dokusu. BH; bazofilik hücre, A; amöbosit, SHV; sindirim hücrelerinde vakuolle me, N; nekroz. H&E



ekil 4.18. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO_4 konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*ın, n 10. gün hepatopankreas dokusu. HA; hemolenfatik alanlarda dilatasyon, BH; bazofilik hücre, LV; lipit vakuolü, SHV; sindirim hücrelerinde vakuolle me. H&E.



ekil 4.19. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO_4 konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*ın, n 20. gün hepatopankreas dokusu. HA; hemolenfatik alanlarda dilatasyon, LV; lipit vakuolü, N; nekroz. H&E.



ekil 4.20. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün hepatopancreas dokusu. HA; hemolenfatik alanlarda dilatasyon, N; nekroz. H&E.

4.1.3. Manto

Manto pneumostom d, ,nda kalan kabuk kenar,n, ku atarak, kabu u i yzeeye ba lamaktad,r.

4.1.3.1. Kontrol Grubu

Manto yüzeyinde çok say,da kan damar, mevcut olup ince ve nemli bir epidermal tabaka ile çevrilidir. Manto dokusu kolumnar kas fibrilleri, lipid vakuolleri, pigment hücreleri ve protein hücrelerinden meydana gelmi tir.

Deneyisel al, mada, I. Grup (Kontrol) salyangozlar, herhangi bir a ,r metal uygulamas,na maruz b,rak,lmad, , için bu gruptaki bireylerin manto dokusunda herhangi bir histopatolojik de i iklik gözlenmemi tir (ekil 4.21).

4.1.3.2. Deney Gruplar,

Toplamda 30 gün olmak üzere 10 gün aral,klarla her bir grup salyangoza farkl, subletal konsantrasyonlarda (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, 0.2 mg/l) ve farkl, sürelerde (deneyin 10., 20. ve 30. günlerinde) uygulanan bak,r sülfat parametreleri sonucunda, belirlenen gruplara ait manto dokusuyla ilgili histopatolojik de i iklikler gözlenmi ve gözlem sonuçlar, s,ras,yla izelge halinde verilmi tir (izelge 4.3).

II. Grup (0.05 mg/l) salyangozlar,n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, manto dokusunda pigment hücrelerinde art, gözlendi (ekil 4.22). 20 günlük uygulama sonunda pigment hücreleri yan, s,ra lipid vakuollerinde de art, saptand, (ekil 4.23). 30. günde ise, manto epitelinde deskuamasyon, kas fibrillerinde atrofi, lipid vakuolleri say,s,nda art, ve nekroz gözlenmi tir (ekil 4.24).

III. Grup (0.1 mg/l) salyangozlar,n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, manto dokusuna ait epitelde deskuamasyon ba lam, , pigment hücresi ve lipid vakuolleri say,s,nda art, , kas fibrillerinde atrofi gözlenmi tir (ekil 4.25). 20 günlük uygulamada, kas fibrilleri daha fazla atrofiye olmu , lipid vakuolleri yo unla m, , epitel tabakas,nda deskuamasyonun ilerledi i görülmü tür. Ayr,ca nekroz gözlenmi tir (ekil

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

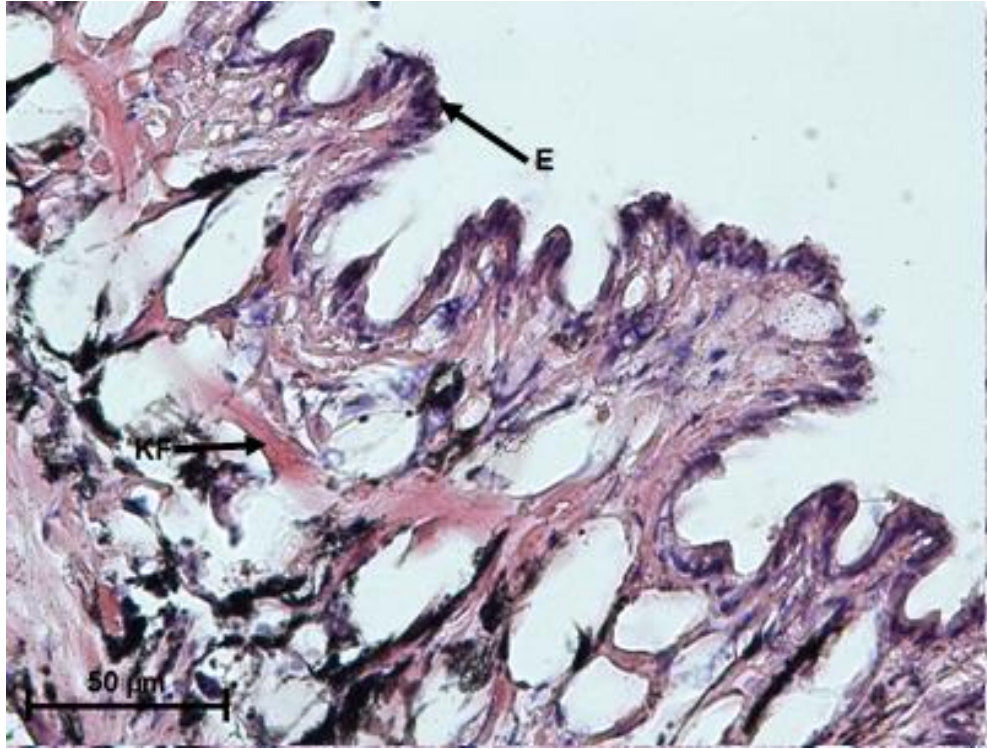
4.26). 30 günlük uygulama sonunda ise, epitel k,smen bozulmu , kas fibrillerinde atrofi ve nekroz daha da ilerlemi , pigment hücreleri ve lipid vakuollerinde art, gözlenmi tir (ekil 4.27).

Çizelge 4.3. CuSO₄ maruz kalan manto dokular,nda saptanan lezyonlar,n kalitatif de erlendirmesi.

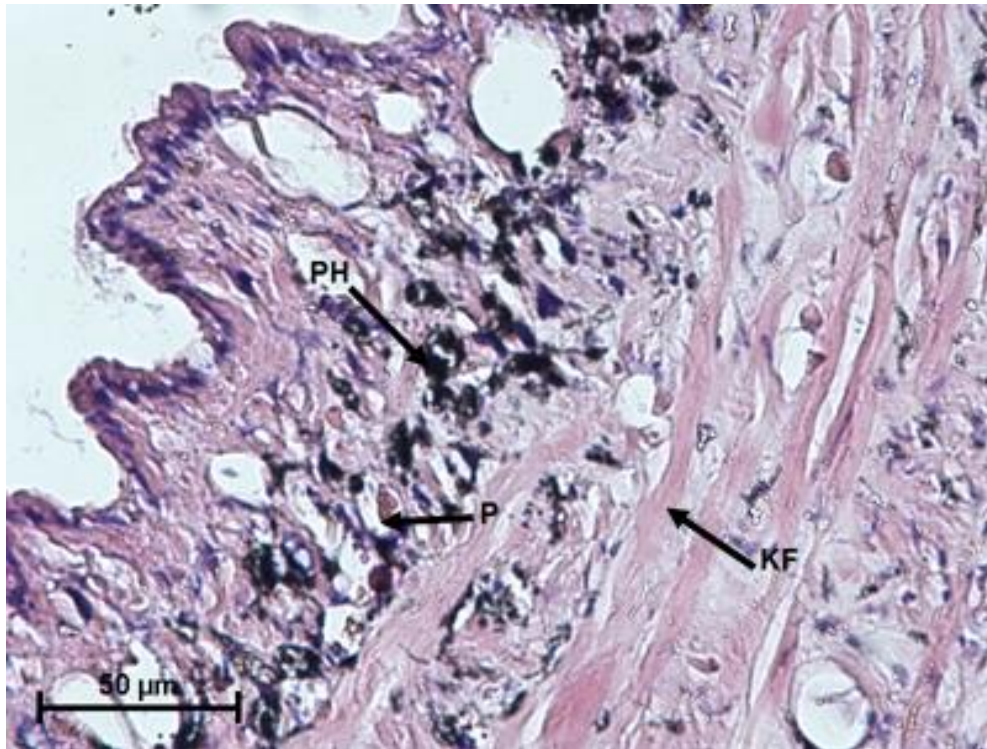
Histopatolojik de i iklikler	Uygulanan CuSO ₄ konsantrasyonu (mg/l) ve uygulama süreleri											
	Grup I (Kontrol)			Grup II (0.05mg/l)			Grup III (0.1mg/l)			Grup IV (0.2mg/l)		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Epitelde deskuamasyon	-	-	-	-	+	++	+	++	++	+	++	+++
Lipit vakuollerinde art,	-	-	-	+	+	++	+	++	+++	++	++	+++
Kas fibrillerinde atrofi	-	-	-	-	++	+	+	++	++	+	++	+++
Bazofilik hücrelerde i me	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	++
Piknolitik hücre say,s,nda art,	-	-	-	-	+	+	+	++	+	+	++	++

yok (-), dü ük (+), s,k (++) , çok s,k (+++).

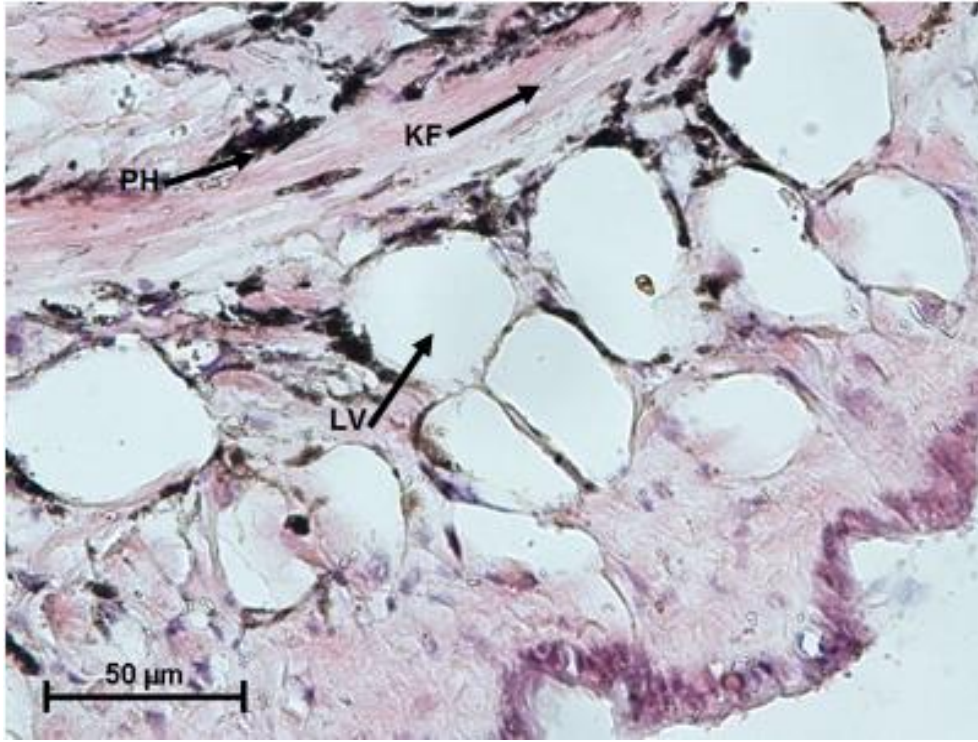
IV. Grup (0.2 mg/l) salyangozlar,n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, manto dokusuna ait epitelde deskuamasyon ba lam, , pigment hücresi, mukus hücresi ve lipid vakuolleri say,s,nda art, , kas fibrillerinde atrofi gözlenmi tir (ekil 4.28). 20 günlük uygulamada, kas fibrilleri daha fazla atrofiye olmu , lipid vakuolleri a ,r, yo unla m, , epitel tabakas,nda deskuamasyonun ilerledi i görülmü tür. Ayr,ca nekroz gözlenmi tir (ekil 4.29). 30 günlük uygulama sonunda ise, manto dokusuna ait epitel k,smen bozulmu , kas fibrillerinde atrofi ve nekroz daha da ilerlemi , ba doku ve kas fibrillerinin yerini pigment hücreleri ve lipid vakuolleri alm, t,r (ekil 4.30).



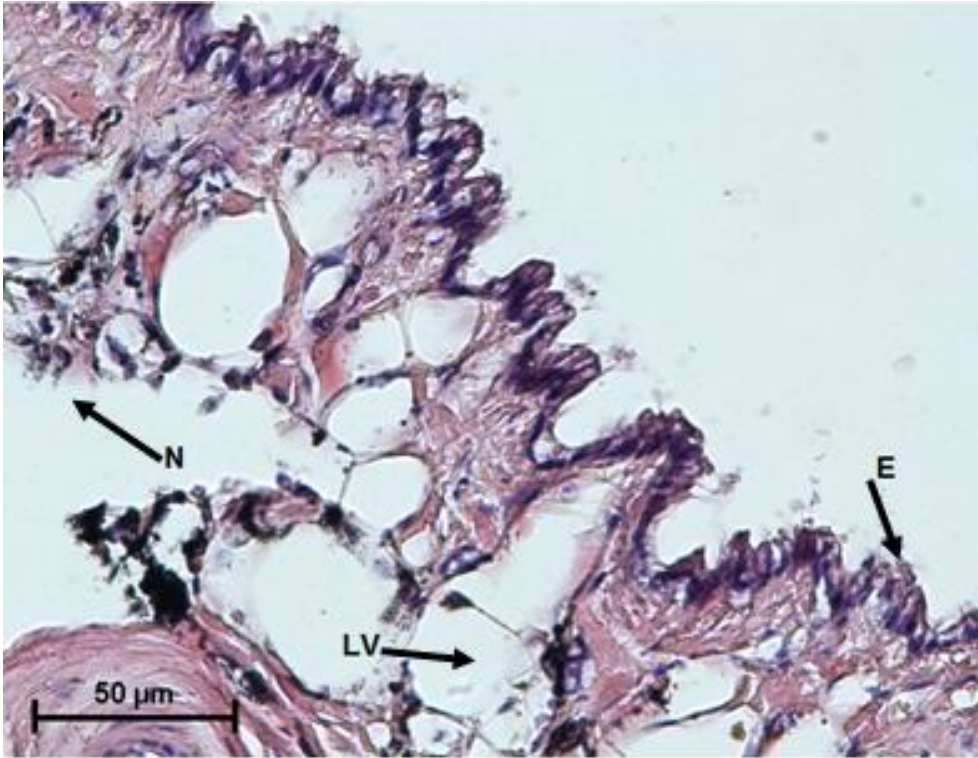
ekil 4.21. Grup I. (Kontrol) CuSO₄ içermeyen ortama bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün manto dokusu. E; epitel, KF; kas fibrili. H&E.



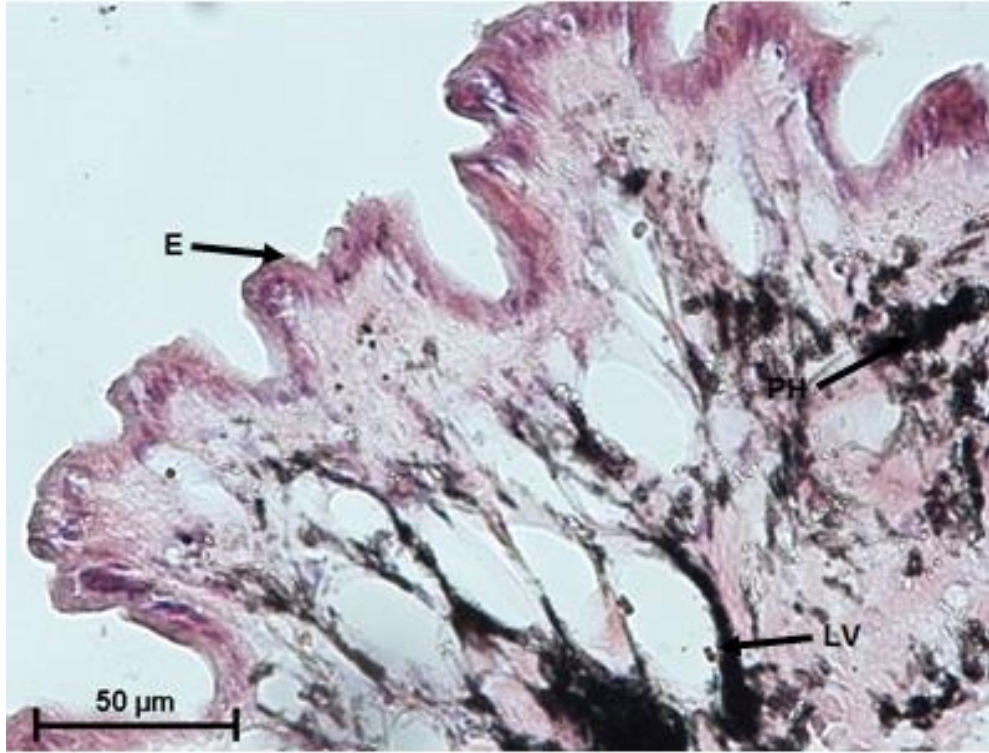
ekil 4.22. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 10. gün manto dokusu. P; protein hücresi, PH; pigment hücresi, KF; kas fibrili. H&E.



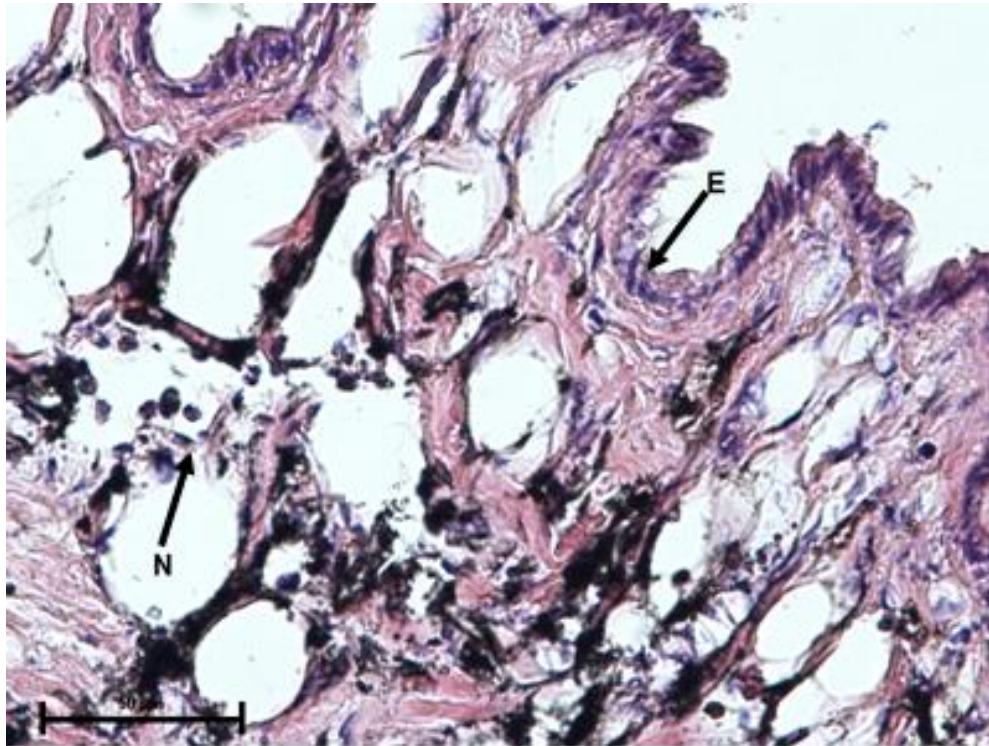
ekil 4.23. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n,n 20. gün manto dokusu. LV; lipid vakuolü, PH; pigment hücresi, KF; kas fibrili. H&E.



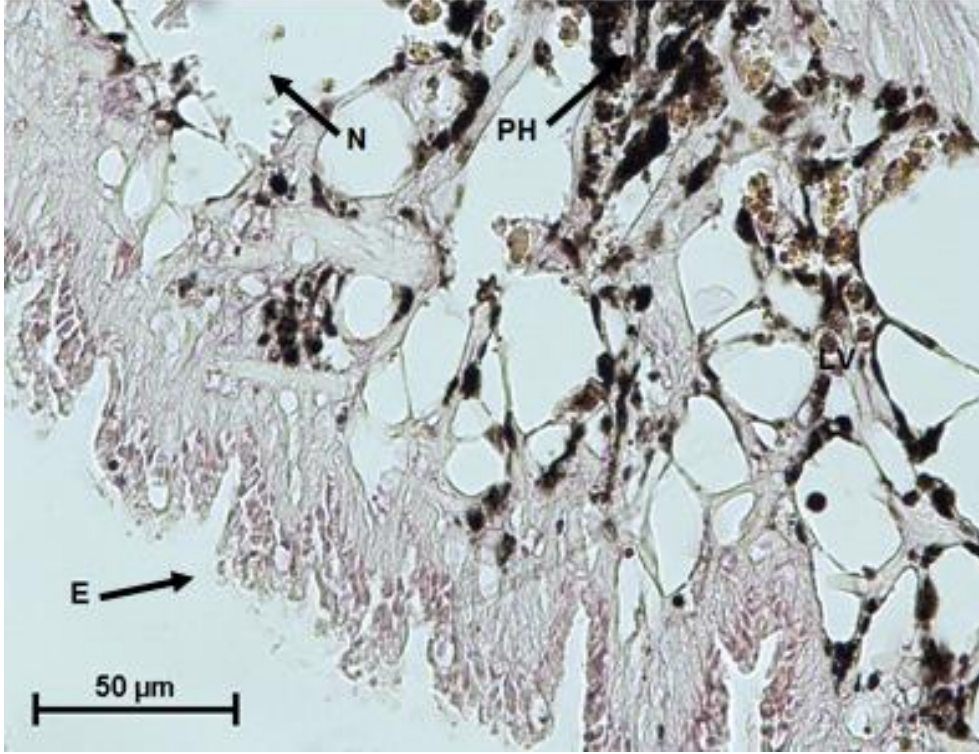
ekil 4.24. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n,n 30. gün manto dokusu. E; epitel, LV; lipid vakuolü, N; nekroz. H&E



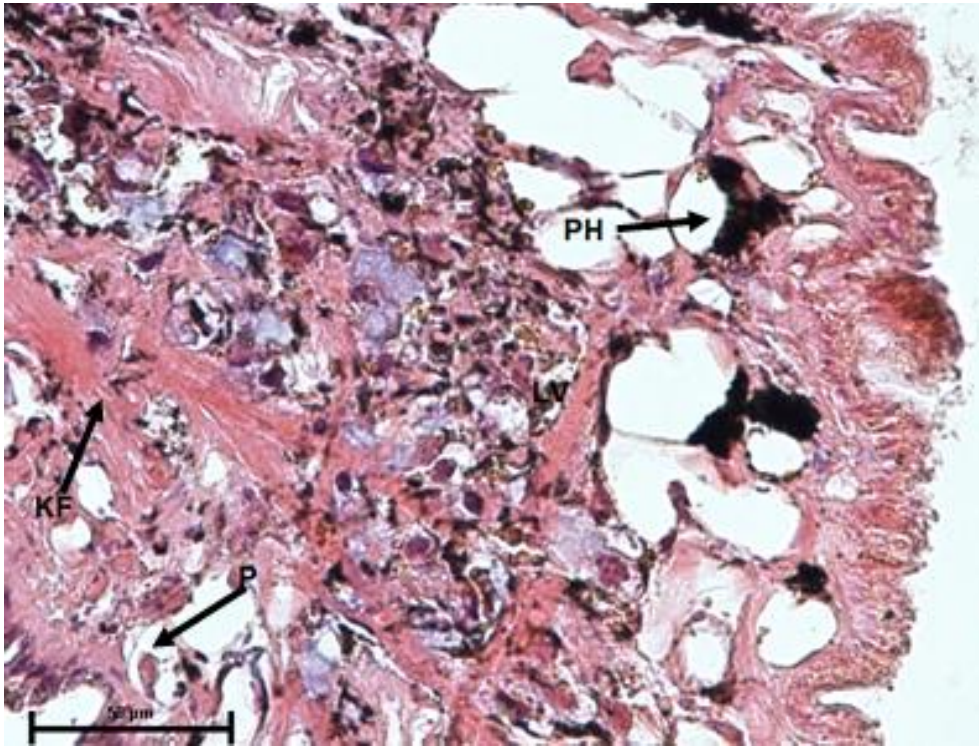
ekil 4.25. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 10. gün manto dokusu. E; epitel, PH; pigment hücresi, LV; lipid vakuölü. H&E.



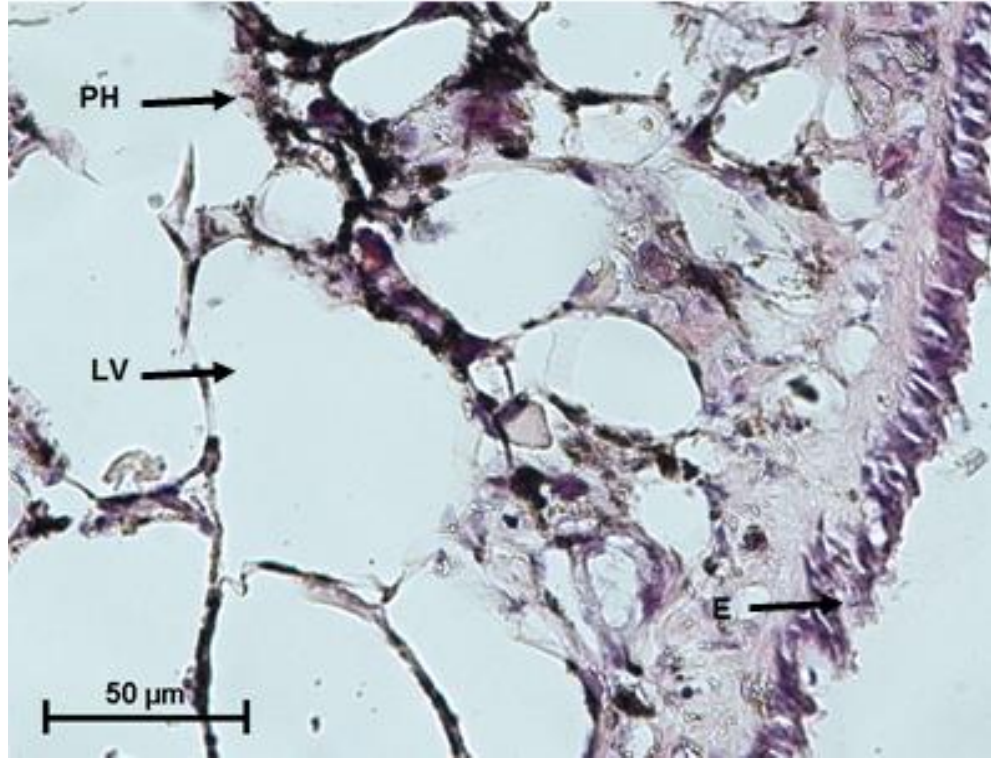
ekil 4.26. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün manto dokusu. E; epitel, N; nekroz. H&E



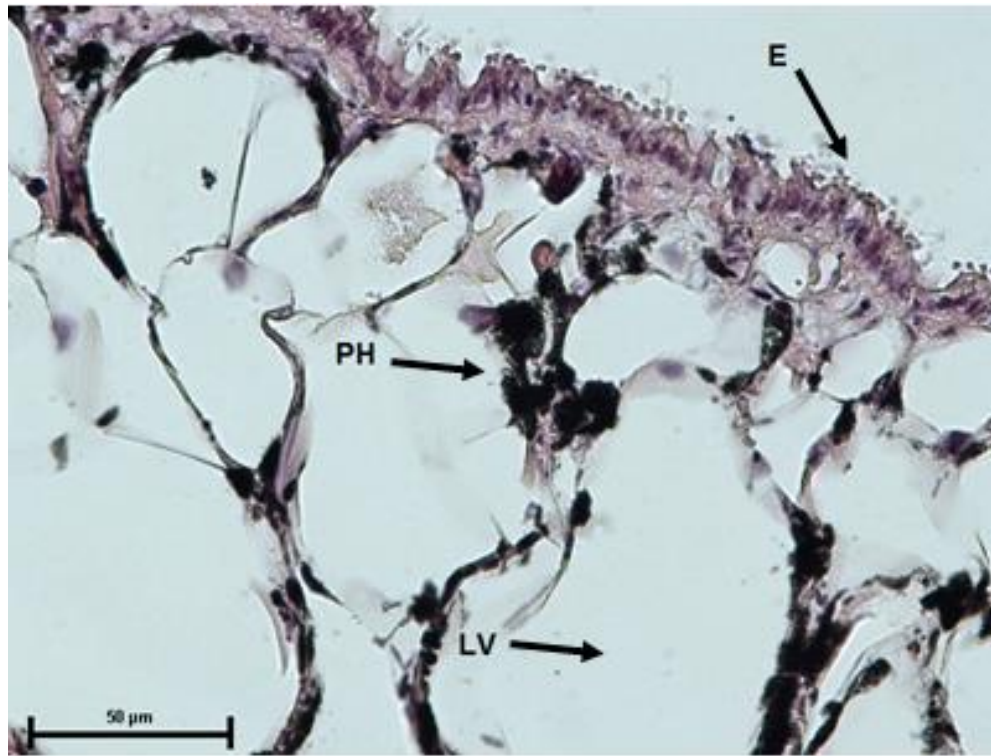
ekil 4.27. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n, n 30. gün manto dokusu. E; epitel, PH; pigment hüresi, N; nekroz. H&E.



ekil 4.28. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta*n, n 10. gün manto dokusu. E; epitel, PH; pigment hüresi, P; protein hüresi, KF; kas fibrilleri. H&E.



ekil 4.29. Grup IV. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün manto dokusu. PH; pigment hücresi, LV; lipid vakuölü. H&E.



ekil 4.30. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün manto dokusu. E; epitel, PH; pigment hücresi, LV; lipid vakuölü. H&E.

4.1.4. Ovotestis (Hermafrodit Bez)

4.1.4.1. Kontrol Grubu

Ovotestis d, taraftan tek katlı, yassı, epitel ile kaplıdır. Bez, asinüs olarak bilinen çok sayıda foliküllerden meydana gelir. Her folikül tek katlı, yassı, epitel katlı ve ince bir bağ dokusu tarafından kuşatılır. Foliküller, bağ dokusu içerisinde yer alır. Her asinüs çok sayıda olgunlaşmış oositlerden oluşur. Oositlerden çevrede olanlar yumurta hücrelerini, merkezde olanlar ise sperm demetlerini oluşturur.

DeneySEL ÇALIŞMADA, I. GRUP (KONTROL) SALYANGOZLAR HERHANGİ BİR AĞIR METAL UYGULAMASINA MARUZ BIRAKILMADIKÇA, İÇİN BU GRUPTAKİ BİREYLERİN OVOTESTİSİNDE HERHANGİ BİR HISTOPATOLOJİK DEĞİŞİKLİK GÖZLENMEMİŞTİR (EKİL 4.31).

4.1.4.2. Deney Grupları,

Toplamda 30 gün olmak üzere 10 gün aralıklarla her bir grup salyangoza farklı subletal konsantrasyonlarda (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, 0.2 mg/l) ve farklı sürelerde (deneyin 10., 20. ve 30. günleri) uygulanan bakır sülfat parametreleri sonucunda, belirlenen gruplara ait ovotestis dokusuyla ilgili histopatolojik değişiklikler gözlenmiş ve gözlem sonuçları, aşağıdaki çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 4.4).

II. Grup (0.05 mg/l) salyangozların deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, ovotestisin sitoplazmasında lekelenmeler oluşmuş ve vakuoller meler gözlenmiştir (EKİL 4.32). 20 günlük uygulama sonunda, vakuoller medet artmış, saptanmıştır (EKİL 4.33). 30 günlük uygulamada ise ovotestiste dejenerasyon başlamıştır (EKİL 4.34).

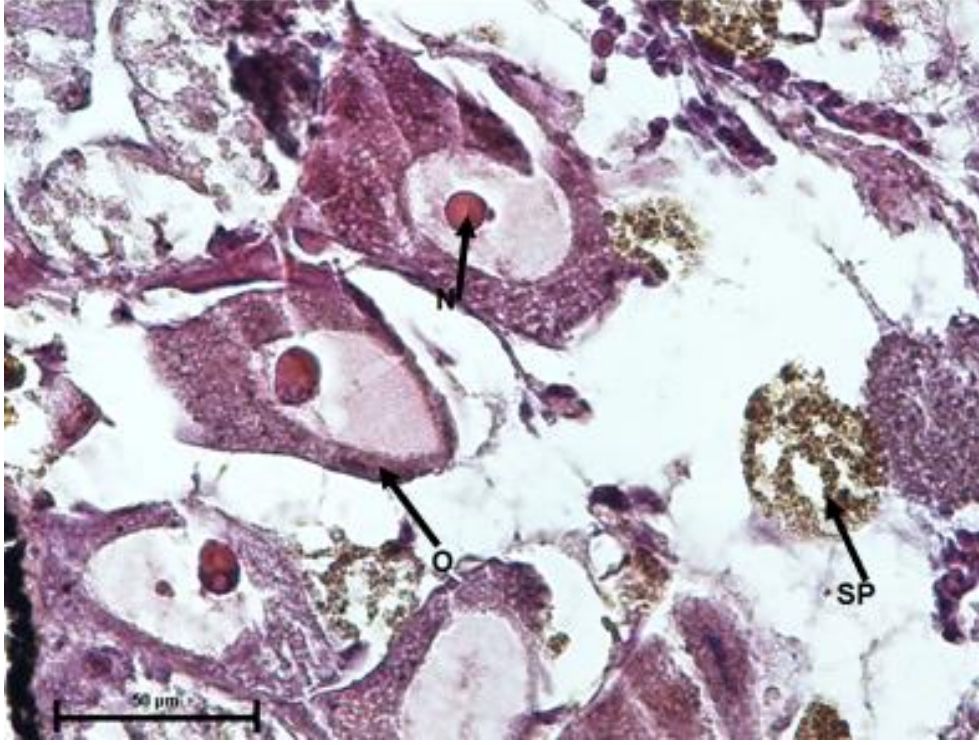
III. Grup (0.1 mg/l) salyangozların deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, ovotestis sitoplazmasında vakuoller meler görülmüştür (EKİL 4.35). 20 günlük uygulama sonunda ise, oositin çevresinde daha sık vakuoller meler, hücresel düzeyde değişiklikler ve piknotik hücre gözlenmiştir (EKİL 4.36). 30 günlük uygulamada ise, dejenerasyon sürerken asinüs duvarlarından ayrılmış, çekimsiz oositler gözlemlenmiştir (EKİL 4.37).

Çizelge 4.4. CuSO₄ə maruz kalan ovotestis dokular,nda saptanan lezyonlar,n kalitatif de erlendirmesi.

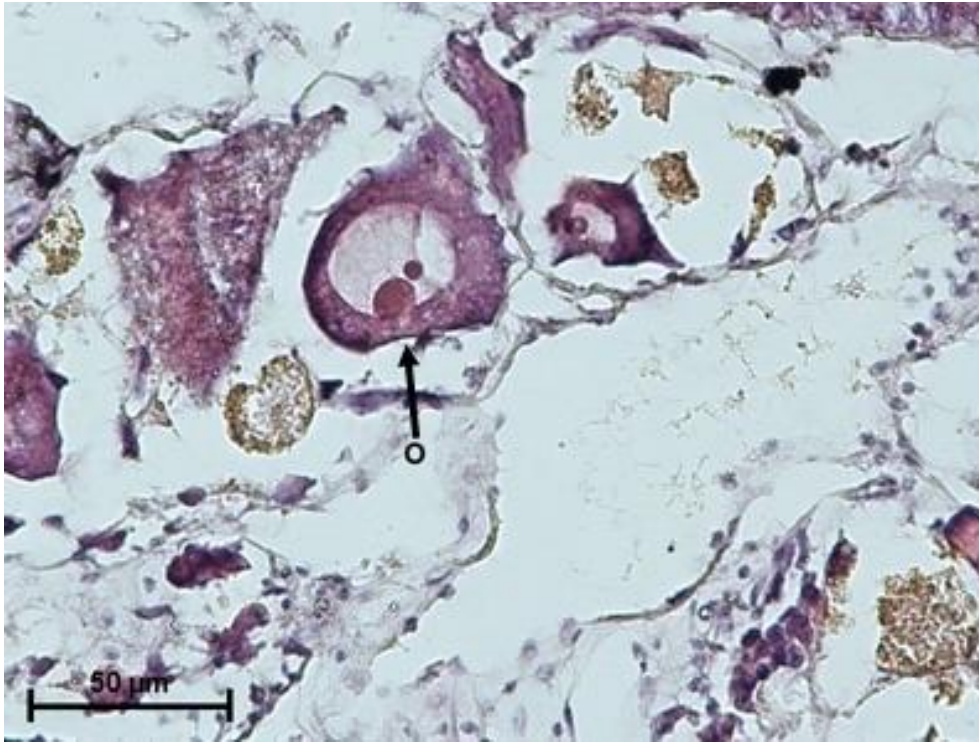
Histopatolojik de i iklikler	<u>Uygulanan CuSO₄ konsantrasyonu (mg/l) ve uygulama süreleri</u>											
	Grup I (Kontrol)			Grup II (0.05mg/l)			Grup III (0.1mg/l)			Grup IV (0.2mg/l)		
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Epitel dokuda invajinasyon	-	-	-	+	++	++	++	++	++	+	++	+++
Oositlerde dejenerasyon	-	-	-	+	++	++	+	++	+++	++	++	+++
Asinüslerde bozulma	-	-	-	-	++	+	+	++	++	+	++	+++
Sitoplazmada vakuolle me	-	-	-	-	+	+	+	++	++	+	++	++
Piknotik hücre art, ,	-	-	-	-	+	++	+	+	+	+	++	++

yok (-), dü ük (+), s,k (++) , çok s,k (+++)

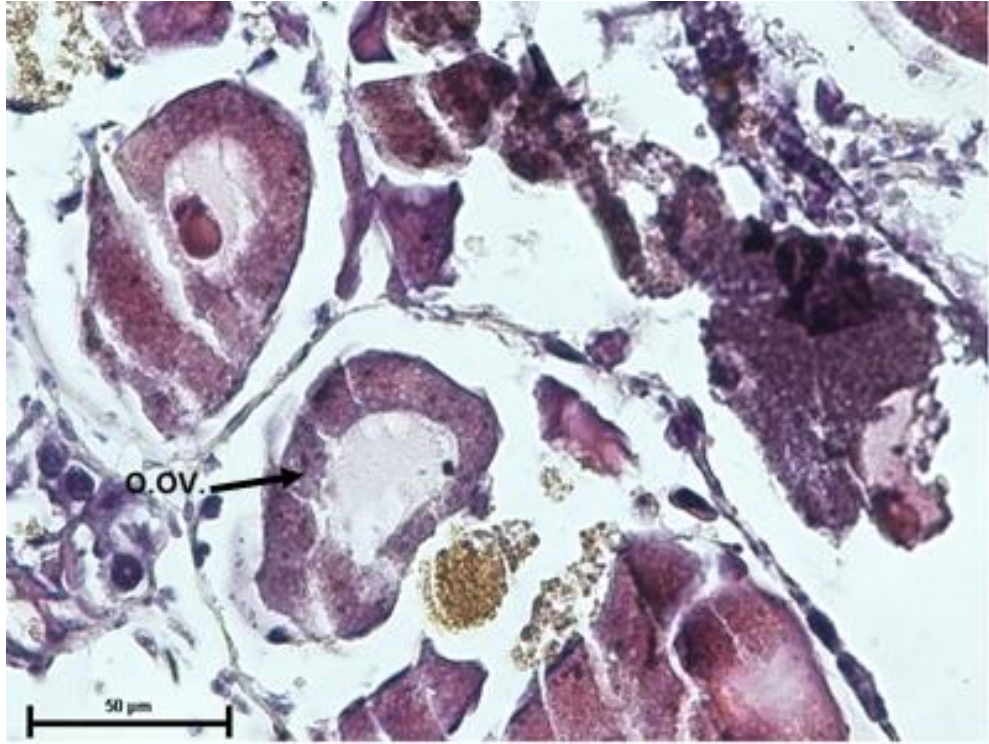
IV. Grup (0.2 mg/l) salyangozlar,n deneyin 10 günlük uygulama süreci sonunda, dejenere olmu ovotestisler tespit edilmi tir. Epitel dokunun invajine oldu u ve baz, asinüs hücrelerinin içi bo oldu u görüldü (ekil 4.38). 20 günlük uygulamada ovotestis (hem ovaryumda hem de spermde) sitoplazmas, daha yo un lekelenmeler ve büyük vakuolle meler göstermi tir. Özellikle oositin çevresinde daha s,k vakuolle me ve büyük ölçüde hücre sel düzeyde de i iklikler gözlenmi tir. Nukleus hücre ortas,nda büyük bir bo alan b,rakarak kaybolmaya ba lam, t,r (ekil 4.39). 30 günlük uygulamada, salyangozlar,n üreme hücrelerinde a ,r, derecede bozulma ve dokudaki bütün asinüslerde nekroz gözlenmi tir. Dejenerasyon sürerken asinus duvarlar,ndan ayr,lm, ekilsiz oositler ise ancak çok zor tan,nan lümen ile ay,rt edilebilmi tir (ekil 4.40).



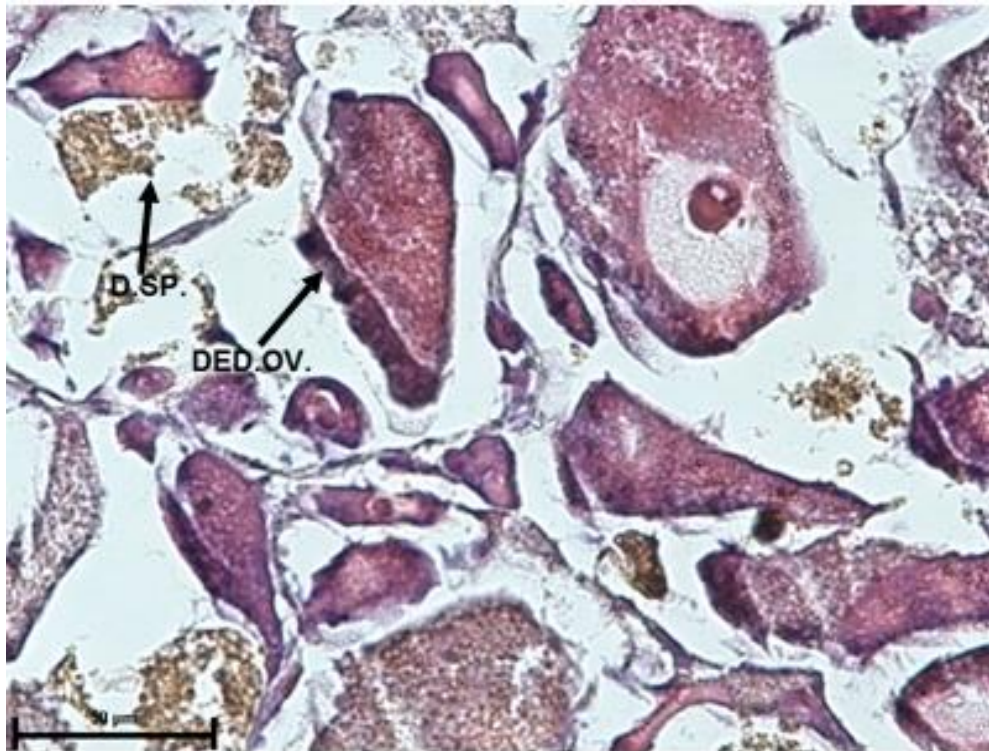
ekil 4.31. Grup I. (Kontrol) CuSO₄ içermeyen ortama bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün ovotestis dokusu. O; oosit, N; nukleus, SP; spermatozoid. H&E.



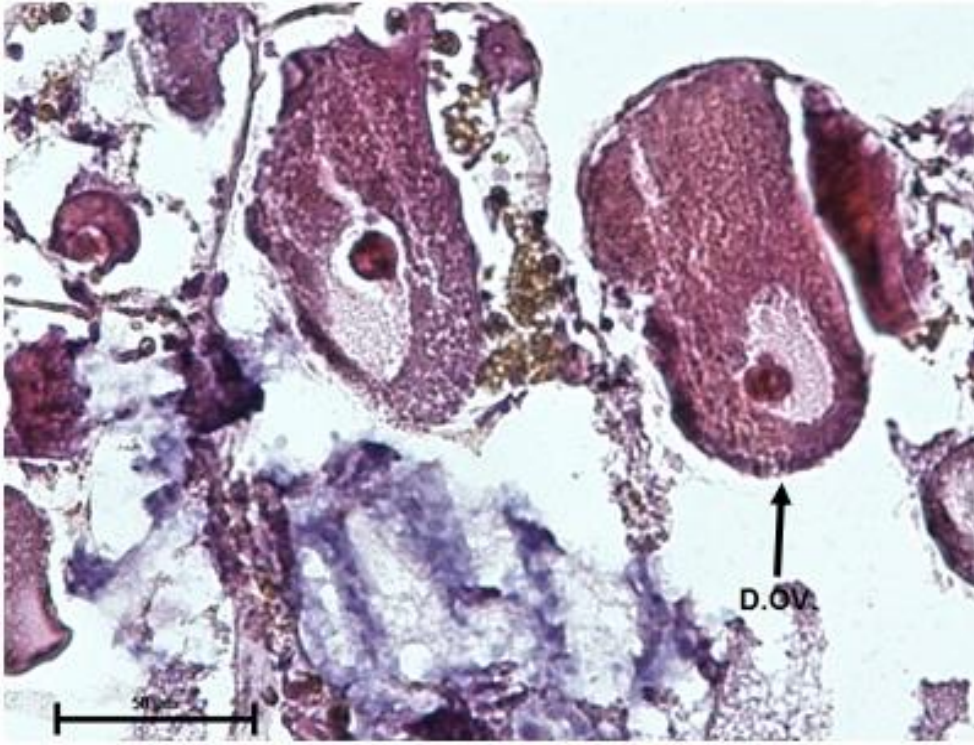
ekil 4.32. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 10. gün ovotestis dokusu. O; oosit. H&E



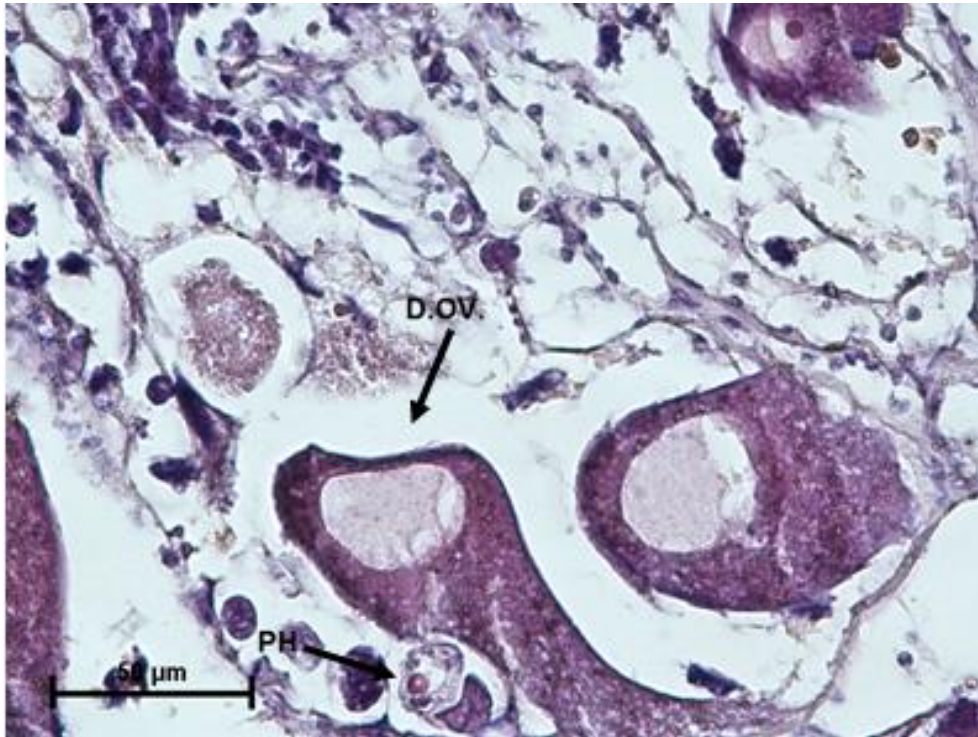
ekil 4.33. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta* n, n 20. gün ovotestis dokusu. O.OV.; olgun ovum. H&E.



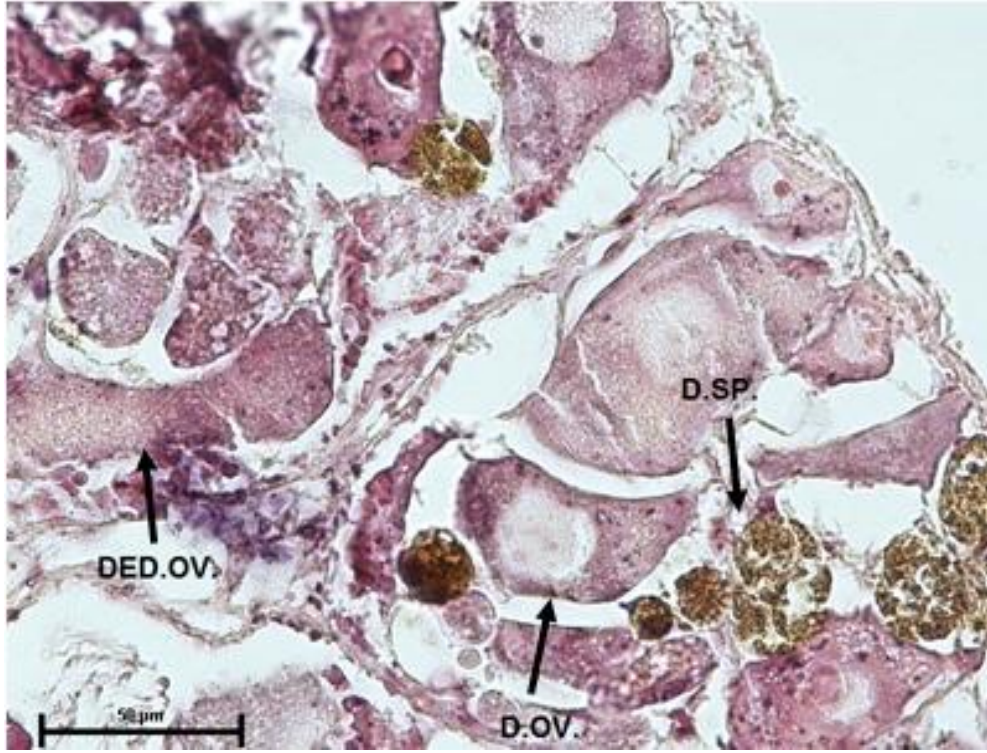
ekil 4.34. Grup II. 0.05 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta* n, n 30. gün ovotestis dokusu. DED.OV.; dejenere olmu ölü ovum, D.SP.; dejenere olmu sperm. H&E.



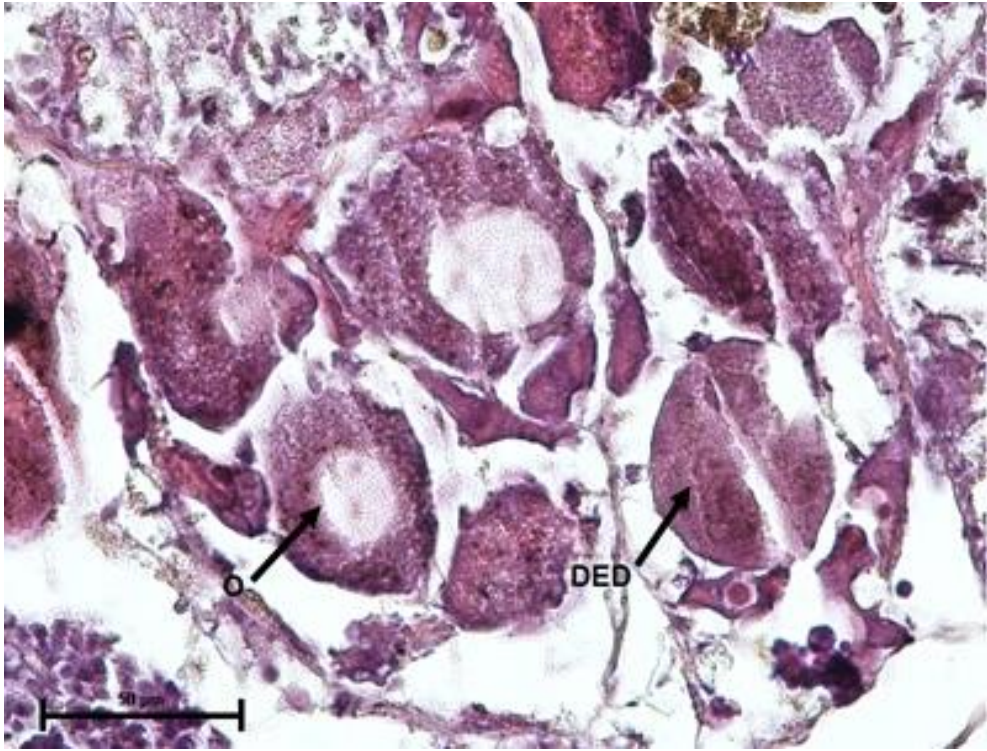
ekil 4.35. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 10. gün ovotestis dokusu. D.OV; dejenerasyonlu ovum. H&E.



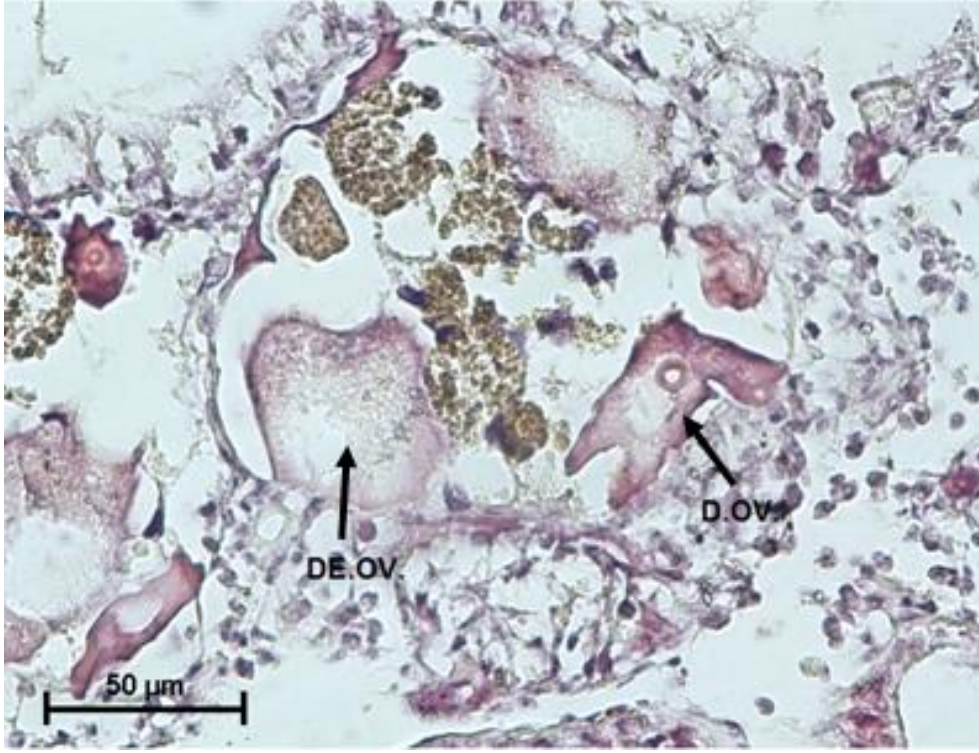
ekil 4.36. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün ovotestis dokusu. D.OV; dejenerasyonlu ovum, PH; piknotik hücre. H&E.



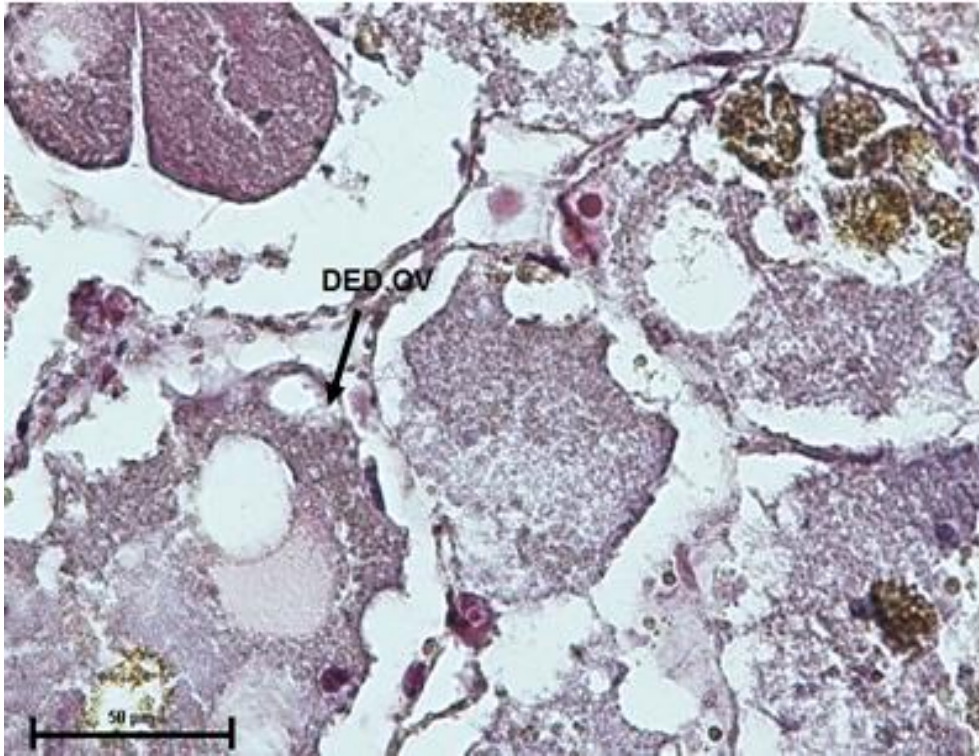
ekil 4.37. Grup III. 0.1 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta* n, n 30. gün ovotestis dokusu. D.OV; dejenere olmu ovum, DED.OV; dejenere olmu ölü ovum, D.SP; dejenere olmu sperm. H&E.



ekil 4.38. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz b,rak,lan *Physa acuta* n, n 10. gün ovotestis dokusu. O; ovum, DED.OV; dejenere olmu ölü ovum. H&E.



ekil 4.39. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 20. gün ovotestis dokusu. D.OV; dejenere olmuş ovum, DE.OV; ölü ovum. H&E.



ekil 4.40. Grup IV. 0.2 mg/l CuSO₄ konsantrasyonuna maruz bırakılan *Physa acuta*'nın 30. gün ovotestis dokusu. DED.OV; dejenere olmuş ölü ovum. H&E.

5. TARTI MA VE SONUÇ

Aır metallerin do al ortamdaki miktarlar,n,n son y,llarda giderek artmas, özellikle sucul ekosistemdeki canl,lar aç,s,ndan endi e verici bir duruma yol açm, t,r (Gopal ve ark., 2009). Toksik etkilere yol açan bu aır metallerden biri olan Cu önemli bir pestisittir. Bakır sülfat ise, Türkiye'de ba larda ve bahçelerde sık kullan,lan bir fungusittir (Gürkan ve Hayretda , 2009). Cu bir pestisit olarak toksisite aç,s,ndan S,n,f I (Çok zehirli) olarak etiketlenmi , özellikle sucul ekosistemlerde türler üzerinde öldürücü düzeyde olabilece i belirtilmi tir (Extoxnet, 1996). Yapt, ,m,z bu çal, mada toksik etkiye sahip bir aır metal olan Cu'n pentahidrat formu olan CuSO₄'n dokulardaki birikiminin, akuatik canl,lar için olu turdu u toksik etkilerinin histopatolojik olarak ortaya konmas, amaçlanm, t,r. *Physa acuta*'n,n CuSO₄'a maruz b,rak,lmas, sonucunda salyangozlar,n ayak, hepatopankreas, manto ve ovotestis dokular,nda meydana gelen histopatolojik de i iklikler tespit edilmi tir.

Bu çal, mada, *Physa acuta* örnekleri 30 gün boyunca 0.05 mg/l, 0.1 mg/l ve 0.2 mg/l konsantrasyonlarda CuSO₄'a maruz b,rak,ld,ktan sonra, ayak, manto, ovotestis ve hepatopankreaslar,nda histopatolojik de i ikliklerin meydana geldi i görülmü tür. Bu de i ikliklerin uygulanan aır metal konsantrasyonuna ve süresine ba l, olarak artt, , gözlenmi tir. Uygulanan aır metal maruziyeti sonrasında salyangozlar,n dokular, incelendi inde toksik etkinin en fazla hepatopankreasta, sonra da s,ras,yla ovotestis, ayak ve manto dokular, üzerinde etkili oldu u görülmü tür.

CuSO₄ uygulanan *Physa acuta* örneklerinin 30 günlük uygulama süreci sonunda hepatopankreas dokular,nda; sindirim hücrelerinde vakuolasyon, tübüller aras,ndaki ba dokuda atrofi, amöbositlerde ve lipid vakuollerinde art, , sindirim hücrelerinde vakuolle m gözlemlenmi ve amöbosit karakteristik olarak artm, t,r. Piramidal bazofilik hücrelerde i me, piknotik hücre say,s,nda art, , sar, granüllerde art, ve hemolenfatik alanlarda geni leme gibi lezyonlar gözlenmi tir. Lajtner ve Erben (1996) *Lymnea stagnalis* salyangozlar,n,n sindirim bezi üzerinde fenol ile yapt,klar, çal, mada ve Klobucar ve ark. (1997), Pentaklorofenol (PCP)'in akut ve kronik konsantrasyonlar,n,n *Planorbarius corneus*'un sindirim bezi üzerinde neden oldu u histopatolojik de i iklikleri çal, m, lard,r. PCP ile *Planorbarius corneus*'un sindirim bezinde yapt,klar, çal, mada benzer sonuçlar gözlemlenmi lerdir.

Gastropodlardaki hepatopankreas, metabolizma için hizmet veren ve ayrıca xenobiyotiklerin birikim ve biyo dönü ümlerinin yapıldığı, temel organdır. Metallerin hepatopankreas ve diğer dokular arasındaki göreceli dağılım ölçümleri, yumuşak dokular arasında en fazla metal birikiminin hepatopankreasta olduğunu göstermiştir. Hepatopankreasta gözlenen sarı granüllerin, detoksifiye edilen metallerin depolanma yeri olduğu düşünülmektedir. Pek çok araştırma, bu durumu, kirletici metallerin çeyitli biyokimyasal bileşenlerle (metalotiyoneinlerle veya lipofuksin granüleriyle) kelasyon yoluyla detoksifikasyon mekanizmasıyla ilişkilendirmiştir. Kirli alanlardan toplanan salyangozların hepatopankreasının elektron mikroskopu çalmaları, sindirim hücrelerinde çeyitli boyutlarda lizozomal vakuollerin ve bazofillerde elektronca yo un veziküllerin varlığını göstermiştir (Abdallah ve Moustafa, 2002).

CuSO₄ maruz bırakılan salyangozların en yaygın hepatopankreas lezyonu, lipid akümülyasyonudur. Lipid akümülyasyonu toksik bileşenlere en yaygın bir hücresel yanıt, özellikle lipid metabolizmasında önemli bir role sahip olan hepatopankreas gibi organlarda yaygın olarak görülür. Lipid akümülyasyonunun en önemli nedenlerinden biri hücrelerden lipid salınımının inhibisyonudur. Bu olay protein sentezinin inhibisyonu ile olur. Çeyitli protein sentezini inhibe etmesi, hücrede lipid transportu için gerekli apoproteinlerin sentezinin de inhibe olmasına neden olmaktadır. Bu da lipid akümülyasyonuna neden olabilmektedir. CuSO₄'ün yağ metabolizmasında, hızlandırarak yağoluğunun artması, sonucu biriktirildiği düşünülmektedir.

Sindirim bezinde metallerin birikmesi, buradaki spesifik bileşenlerin varlığıyla ilişkilili olabilir. Metaller genellikle omurgasızlar tarafından hücre içinde iki yöntemden biriyle detoksifiye edilir; A sınıfı metaller (donör oksijen atomuyla ligand ile bağlama için bir tercihe sahip metaller) zayıf granüllere (tip A granül) dahildir. Diğer taraftan, B sınıfı metaller (donör atom olarak sülfür veya azot gibi, Zn, Cd ve Cu atomu ile bağlanma için bir tercihe sahip metaller) sitoplazmada metalloprotein deneni ve daha sonra lizozomal aktivite ile atılarak atılabilen bileşenler (tip B granülleri) eklindedir (Hopkin, 1986). Hepatopankreasta bulunan sarı granüller, lizozomun gelişim amaçlarındandır. Morfolojilerine ve metal içeriklerine dayalı olarak, araştırılan salyangozdaki sarı granüller büyük olasılıkla karasal eklembacaklılardaki A sınıfı metal içeren A granüller ile eşdeğerdir.

Salyangozlar, n sindirim bezindeki lizozomlardan türeyen granüller, do al katabolik mekanizman, n bir parças, olarak bilinmelerine ra men temelde, hücre taraf,ndan üretilen normal at,klar için do al granülleri temsil etmektedirler.

Bu çal, mada, hepatopankreasta görülen histopatolojik de i iklikler, daha önceki pestisit ve a ,r metal çal, malar,yla uyum içindedir (Lajtner ve ark., 1996; Otludil ve ark., 2004; Cengiz ve ark., 2005; Bürçün-Karaka , 2011). Tatlı, su salyangozlar, üzerinde a ,r metallerin olu turdu u histopatolojik çal, malar yok denecek kadar az oldu u için, çal, mam,z, ancak bu konu üzerindeki pestisit, Cd ve Cu çal, malar,yla mukayese edebildik. Bu eksiklikten dolayı,, a ,r metallerin sucul organizmalarda olu turdu u histopatolojik çal, malara a ,r, k verilmelidir.

Yapt, ,m,z deneyler, CuSO₄ uygulanan salyangozlar, n ikinci derecede etkilenen dokular, n, n ovotestis oldu unu göstermi tir. CuSO₄ uygulanan *Physa acuta* örneklerinin 30 günlük süreci sonunda deney gruplar,nda, dejenere olmu ovotestisler tespit edildi. Ovotestiste (hem ovaryumda hem de spermde) sitoplazma daha yo un lekeli ve büyük vakuolle meler gösterdi. Özellikle oositin çevresinde daha s,k vakuolle me ve büyük ölçüde hücresel düzeyde de i iklikler gözlemlendi. Sperm ve yumurtalar,nda dejenerasyon, üreme hücrelerinde yo un bir tahribat, asinus hücrelerinde ise dejeneratif nekrozlar görüldü. El feky (2009) yapt, , çal, mda benzer bir ekilde hem sperm hem yumurtada dejenerasyon gözlemi ve üreme hücrelerinde dejeneratif etki olarak bilinen nekroz tespit etmi tir. Nükleus hücre ortas,nda büyük bir bo alan b,rakarak piknotik nükleus olmaya ba lad,. Üreme hücrelerinde a ,r, derecede bozulma ve asinus içeren bütün dokularda nekroz dedi imiz dejeneratif etkiler gözlemlendi. Bir tatlı, su salyangozu olan *Physa fontinalis*te dejenerasyonun sadece olgun oositlerde de il oogenezin bütün a amalar,nda devam etmi tir. Çal, mam,zda bütün deney gruplar, n, n ovotestislerinde dejenerasyon a amal, olarak görülmü tür. Dejenerasyon sürerken asinus duvarlar,ndan ayr,lm, ekilsiz oositler ise ancak çok zor tan,nan lümen ile ayr,rt edilebilmektedir. *Biomphalaria glabrata* salyangozlar, n, n ovotestislerinde bak,r sülfata maruz b,rak,lm, salyangozlarda erkek üreme hücrelerinde dejenerasyon ve spermatozoalar, n say,s,nda genel bir azalma görülmü tür. Ayr,ca oositlerde dejenerasyon ve büyüklü ünde azalma görülmü tür. Gomot (1997), Bacchetta ve ark., (2002) PQ ile *Physa fontinalis* salyangozlar, n, n ovotestisleri üzerinde yapt,klar, çal, mada normal ovotestislerin yan,nda dejenerere olmu oositler tespit etmi lerdir. Sitoplazmada dejenerere ovotestislerde

yo un vakuolasyon saptam, lar. Özellikle oositin çevresinde yo unla an vakuolasyon, piknotik nukleus ve bo asinuslar tespit etmi lerdir. Deneylerimizde elde edilen sonuçlar önceki çal, malarla da uyum içindedir (Pinich ve ark., 1997).

Çal, ma bulgular,m,z, CuSO₄ uygulanan salyangozlar,n üçüncü derecede etkilenen dokular,n,n ayak oldu unu göstermi tir. CuSO₄ uygulanan *Physa acuta* örneklerinin 30 günlük süreci sonunda ayak dokular,nda; mukus hücrelerinde, pigment hücrelerinde, protein hücrelerinde ve lipid vakuollerinde art, gözlendi. Epitelde deskuamasyon ve kas fibrillerinde atrofi olu tu. Mukus ve protein hücrelerinin say,s,nda ve boyutunda artma saptand,. Artan mukus üretiminin ard,ndan mukus salg,lanmas,ndaki art, gastropodlar,n, mekanik uyaran veya molluskisidal kimyasallardan kaynaklı, tahri dahil olmak üzere gastropodlar,n pek çok stres türüne gösterdikleri ilk tepkilerden biridir (Triesborn ve ark., 1998). Çal, mam,zda ayak dokusunda görülen histopatolojik de i iklikler, daha önceki pestisit ve Cd çal, malar,yla uyum içindedir (Lajtner ve ark., 1996; Otludil ve ark., 2004, Cengiz ve ark., 2005; Ünlü ve ark., 2005; Piansiri ve Pachanee ., 2008; Bürçün-Karaka ., 2011).

Yapt, ,m,z deneyler, CuSO₄ uygulanan salyangozlar,n dördüncü derecede etkilenen dokular,n,n manto oldu unu göstermi tir. CuSO₄ın dokulardaki birikimi, uygulanan konsantrasyon miktar,na ve süresine ba l, olarak art, göstermi tir. CuSO₄ uygulanan *Physa acuta* örneklerinin 30 günlük süreci sonunda manto dokular,nda; epitel tabakas,nda deskuamasyon ve kas fibrillerinde atrofi gözlendi. Lipid vakuollerinde yo unla ma saptand,. Manto pulmonatlarda solunum için önemli bir organd,r (Luchtel ve Deyrup-Olsen, 2001). Pestisitlere maruz kalan *Belaturriculadis similis*te ve Cdø maruz kalan *Galba truncatula*da manto dokusunun organizasyonunun bozuldu u saptanm, t,r (Jonnalagadda ve Rao.,1996; Bürçün-Karaka ., 2011). Benzer histopatolojik de i iklikler tatlı, su salyangozu *Viviparus bengalensis*ın mantosunda da görülmü tür (Gupta ve Durve, 1986). Sonuç olarak bu çal, man,n histopatolojik gözlemleri, CuSO₄ın subletal konsantrasyonlar,n,n *Physa acuta*ın,n manto dokusundaki birikimi, ortam deri imi ve etkide kalma süresine ba l, olarak art, gösterdi. Önemli derecede lezyonlara ve ölüme yol açt, , saptand,.

Sonuç olarak bu çal, man,n histopatolojik gözlemleri, CuSO₄ın subletal konsantrasyonlar,n,n *Physa acuta*ın,n vücut dokular,nda y,k,c, etkilere neden oldu una i aret etmektedir.

Tatlı su salyangozları, üzerinde ağır metallerin olu turdu u histopatolojik çal, malar çok az say, dad, r. Bu yüzden ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde olu turdu u histopatolojik çal, malara a , r, k verilmelidir. Bu verilerin, önümüzdeki yıllarda olabilecek kirlili in önüne geçmede farklı çözümler bulmada yardımcı olacağını, umut ediyoruz.

6. KAYNAKLAR

Abdallah ve Moustafa, 2002. Accumulation of lead and cadmium in the marine prosobranch *Nerita saxtilis*, chemical analysis, light and electron microscopy. Environmental Pollution 116: 1856191.

Abdallah, A.T., 2009. On the Efficiency of Some Histological Techniques as Biomarker for Heavy Metal Pollution. Science, Technology and Education of Microscopy: an Overview 287.

Amusan, A. A. S., Anyaele, O. O. and Lasisi A. A., 2002. Effects of Copper and Lead on Growth, Feeding and Mortality of Terrestrial Gastropod *Limicolaria flammea* (Muller, 1774). African Journal of Biomedical. Research Vol 5:47-50.

Atabeyo lu K. ve Atamanalp M. 2010. Yumu akçalarda (Molluska) Yapılan A ır Metal al, malar., Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 5 (1): 35-42.

Atamanalp, M. ve Yan,k, T., 2003. Salmonidlerde yapılan toksik al, malar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34(1), 105-110.

Babu, G. R. ve Rao, P. V., 1987. Effect of copper sulphate on alpha-ketoglutarate metabolism in the digestive gland of the snail host, *Lymnaea luteola*. J Environ Pathol Toxicol Oncol. Jan-Feb; 7(3) : 29-34.

Bacchetta, R., Mantecca, P. ve Vailati, G., 2002. Oocyte Degeneration and altered ovipository activity induced by paraquat in the freshwater snail *Physa fontinalis* (Gastropoda: Pulmonata). J.Moll. Stud. 68. 181-186.

Ba nar, N. S., 2009. Bentik canlı,lar ve biyoindikatör tür. Sümae Yunus Ara tırma Bülteni 9, 1.

Bhavan, P. S., Geraldine, P., 2000. Histopathology of the hepatopancreas and gills of the prawn *Macrobrachium malcolmsonii* exposed to endosulfan. Aquatic Toxicology 50: 3316339.

Brix, K.V., Esbaugh, A., J. Grosell, M., 2011. The toxicity and physiological effects of copper on the freshwater pulmonate snail, *Lymnaea stagnalis*. Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 154 (2011) 2616267.

Bürçün Karaka , S. ve Otludil B., 2011. Healing effect on cadmium toxicity of EDTA in *Lymnaea stagnalis*. European Biotechnology Congress. Current Opinion in Biotechnology Volume 22, Supplement 1, Page S 79.

Cengiz, E. , Y,ld,r,m, M. Z., Otludil, B., Ünlü, E., 2005. Histopathological effects of Thiodan on the freshwater snail *Galba truncatula* (Gastropoda, Pulmonata). Journal of Applied Toxicology 25: 464-469.

Coeurdass,er, M., De Vaufley, A., Badot, P.M., 2003. Bioconcentration of Cadmium and Toxic Effects on Life-History Traits of Pond Snails (*Lymnaea palustris*

and *Lymnaea stagnalis*) in Laboratory Bioassays. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 45: 1026-109.

Dallinger, R., Chabicovsky, M., Hödl, E., Prem, C., Hunziker, P. ve Manzl, C., 2005. Copper in *Helix pomatia* (Gastropoda) is regulated by one single cell type: differently responsive metal pools in rhogocytes. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 289: R1185-R1195.

Dillon Jr, R. T., Wethington A. R., Rnett, J., M. ve Smith, T., 2002. Populations of the European freshwater pulmonate *Physa acuta* are not reproductively isolated from American *Physa heterostropha* or *Physa integra*. Invertebratc Biology 121(3): 226-234.

Elangovan, R., White, K.N., Mc Crohan, C. R., 1997. Bioaccumulation of aluminium in the freshwater snail *Lymnaea stagnalis* at neutral pH. Environmental Pollution Volume 96, Issue 1, Pages: 29-33.

El-feky F; Raafat H. A; Kamal H; 2009. Physiological and Histopathological Effects of Tributyletin (TBT) on *Lymnaea natalensis* and *Physa acuta*. The Egyptian Journal of Hospital Medicine. Vol. 37: 6106 620

Extoxnet., 1996. Extension Toxicology Network Pesticide Information Profiles Copper Sulfate. Oregon State.

Flessas, C., Couillard, Y., Pinel-Alloul, B., St-Cyr, L., Campbell, P. G. C., 2000. Metal concentrations in two freshwater gastropods (Mollusca) in the St. Lawrence River and relationships with environmental contamination. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57:(S1) 126-137, 10.1139/f99-229.

Gomot A., 1997. Toxic Effects of Cadmium on Reproduction, Development, and Hatching in the Freshwater Snail *Lymnaea stagnalis* for Water Quality Monitoring. Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 41, Issue 3, November 1998, Pages 288-297.

Gopal, R., Narmada, S., Vijayakumar, R., Jallel, C.A., 2009. Chelating efficacy of CaNa₂ EDTA on nickel-induced toxicity in *Cirrhinus mrigala* (Ham.) through its effects on glutathione peroxidase, reduced glutathione and lipid peroxidation. Comptes Rendus Biologies 332: 6856696.

Gupta, P.K., Durve, V.S., 1986. Histopathological changes induced by pentachlorophenol and sodium pentachlorophenate in the mantle of the freshwater snail *Viviparus bengalensis* (L). Acta Hydrochim. Hydrobiology, 14: 4336437.

Gurr, E., 1972. Biological Staining Methods. Kent Printers. 143. Tonbridge.

Gürkan, M. ve Hayretida , S., 2009. Morphological and histological effects of copper sulfate on the larval development of green toad, *Bufo viridis*. Turk J Zool 2012; 36(2): 231-240.

Heng L. Y., Mokhtar, M. B. ve Rusin, S., 2004. The Bioaccumulation of Trace Essential Metals by the Freshwater Snail, *Turritella* sp. Found in the Rivers of Borneo. East Malaysia. Volume: 4, Issue: 4, Page No: 441-444.

Hoang T. C., Rogevich E. C., Rand, G. M., Gardinali, P. R., Frakes, R. A., Bargar, T. A., 2009. Copper desorption in flooded agricultural soils and toxicity to the Florida apple snail (*Pomacea paludosa*): Implications in Everglades restoration. *Environmental Pollution* 154 (2008): 338-347.

Hoang, T. C., Rand G. M., 2009. Exposure routes of copper: Short term effects on survival, weight, and uptake in Florida apple snails (*Pomacea paludosa*). *Chemosphere* 76: 4076414.

Hogstrand, C. ve Haux, C., 1991. Metallothionein as an indicator of heavy metal exposure in two subtropical fish species. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 138: 69-84.

Hopkin, 1986. Ecophysiological strategies of terrestrial arthropods for surviving heavy metal pollution. In: *Velthuis, H.H.W. (ed) Proceedings of the Third European Congress of Entomology*. Amsterdam, Nederlandse Entomologische Vereniging, 263ö 266.

Horn A. C., Achaval A., Zancan D. M., 2005. The annual reproductive cycle of the snail *Megalobulimus abbreviatus* (Bequaert, 1948) (Gastropoda, Pulmonata). *Braz J Biol. Aug;*65(3):459-67.

Hu, H., 2000. Exposure to metals. *Occupational and Environmental Medicine*, 27, 983-996.

Ireland, M. P. ve Marigomez, I., 1991. The influence of dietary calcium on the tissue distribution of Cu, Zn, Mg&P and histological changes in the digestive gland cells of the snail *Achatina fulicabowdichm*. *Oxford Journals Life Sciences Journal of Molluscan Studies*, Volume 58 Issue 2Pp. 157-168.

Ishak, M. M. ve Mohamed, A. M., 1975. Effect of sublethal doses of copper sulphate and bayluscide on survival and oxygen consumption of the snail *Biomphalaria alexandrina*. *Biomedical and Life Sciences Hydrobiologia* .Volume 47, Numbers 3-4, 499-512.

Jonnalagadda ve Rao., 1996. Histopathological changes induced by specific pesticides on some tissues of the fresh water snail, *Bellamyia dissimilis* Müll. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 57: 648ö654.

Kamble, N. A. ve Londhe, S. R., 2011. Copper sulphate induced neuronal histological changes in the freshwater snail *Bellamyia bengalensis* (L) .*The Bioscan*. 6(2): 351-354.

Karadede-Akin, H. and E. Unlu, 2007. Heavy metal concentrations in water, sediments, fish and some benthic organisms from Tigris river, Turkey *Environ. Monit. Assess.*, 131: 323-337.

Karaka -Bürçün, S. 2008. *Lymnaea stagnalis* L.,nnaeus, 1758 (Gastropoda:Pulmonata)öda Histopatolojik De i ikliklere Neden Olan Kadmiyumun Toksisitesi Üzerine EDTAö,n Koruyucu ve yile tirici Etkileri.

Kayhan, F. E., Mu lu, M. N., Koç, N. D., 2009. Baz, a r metallerin sucul organizmalar üzerinde yaratt, , stres ve biyolojik yan,tlar. Journal of fisheries Science, 3(2), 153-162.

Khan, A. T., Weiss, J. S., DøAndrea, L., 1989. Bioaccumulation of four heavy metals in Two Populations of Grass Shrimp, *Palaemonotes pugio*. Bull. Environ. Toxicol. 42:339-343.

K,ı,çaslan, I. ve Özbek, M., 2010. Contributions to the knowledge on the distrubution of freshwater Mollusca species of Turkey.Review of hydrobiology. 3, 2:127-144.

Klobucar G. I. V., Lajtner, J., Erben, R ., 1997. Lipid Peroxidation and Histopathological Changes in the Digestive Gland of a Freshwater Snail *Planorbarius corneus* L. (Gastropoda, Pulmonata) Exposed to Chronic and Sub-Chronic Concentrations of PCP. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 58: 128-134.

Klobucar G. I. V., Lajtner, J., Erben,R., 2001. Increase in number and size of kidney concretions as a result of PCP exposure in the freshwater snail *Planorbarius corneus* (Gastropoda, Pulmonata). Diseases of Aquatic Organisms Dis Aquat Org. Vol. 44: 1496154.

Kruatrachue, M., Sumritdee, C., Pokethitiyook, P., Singhakaew, S., 2011. Histopathological Effects of Contaminated Sediments on Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*, Lamarck 1822). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 86:6106614.

Kruglov, N. D., Starobogatov, Y. I., 1993. Annotated and illustrated catalogue of species of the family Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) of Palaearctic and adjacent river drainage areas, Part 1. Ruthenica 1: 65692.

Lajtner, J., Erben, R., Klobucar, G. I. V., 1996. Histopathological Effects of Phenol on the Digestive Gland of *Amphimelania holandri* Fér. (Gastropoda, Prosobranchia) Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57:458-464.

Lefcort, H., Abbott, D. P., Cleary, D. A., Howell, E., Keller, N. C., Smith, M. M., 2004. Aquatic Snails from Mining Sites Have Evolved to Detect and Avoid Heavy Metals Arch. Environ. Contam. Toxicol. 46, 4786484.

Luchtel, D.L., Deyrup-Olsen, I., 2001. Body wall: form and function. In *Biology of Terrestrial Molluscs*, Barker GM (ed.) CABI Publishing: New York; 1476178.

Marigómez, I., Soto, M., Cajaraville M. P., Angulo, E., Giamberini, L., 2002. Cellular and subcellular distribution of metals in molluscs. Microscopy Research and Technique Volume 56, Issue 5.pages:385-392.

Oliveira-Filho E. C. de., Lopes, R. M., Paumgarten, F. J. R., 2004. Comparative study on the susceptibility of freshwater species to copper-based pesticides. Chemosphere 56 3696374.

Otitoloju, A.A., Ajikobi, D.O. ve Egonmwan, R. I., 2009. Histopathology and Bioaccumulation of Heavy Metals (Cu & Pb) in the Giant land snail, *Archachatina*

marginata (Swainson). The Open Environmental Pollution & Toxicology Journal, 1, 79-88.

Otludil, B. ve Bürçün-Karaka, S., 2008. *Galba truncatula* (Gastropoda, Pulmonata)da Histopatolojik ve Biyokimyasal Değişikliklere Neden Olan Aşırı Metal Toksisitesi (Cd) Üzerinde EDTA'nın Koruyucu ve iyileştirici Etkileri. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi Trabzon 2008.

Otludil, B., Cengiz, E., Yıldırım, M. Z., Ünlü, E., 2004. The effects of endosulfan on the great ramshorn snail *Planorbis corneus* (Gastropoda, Pulmonata): a histopathological study. Chemosphere 56 (7): 707-716.

Piansiri, P., Pachanee, B., 2008. Comparative toxicity of mercury and cadmium to the juvenile freshwater snail, *Filopaludina martensi martensi*. ScienceAsia 34 (2008): 367-370.

Piccinni, E., 1989. Response to heavy metals of uni and multicellular organisms: Homologies and analogies. Bolletino di zoologia, 56:3, 265-271.

Pinich, W., Upatham, E. S., Kruatrachue, M., Yaowaluk, C. ve Prappe, S., 1997. Histological Alterations in the Reproductive, Nervous, Digestive systems of *ndioplanorbis exustus* intoxicated with Molluscicides. J.Sci.Soc.Thailand, 23: 281-296.

Ravera, O., 1991. Influence of heavy metals on the reproduction and embryonic development of freshwater pulmonates (Gastropoda:Mollusca) and cladocerans (Crustacea; Arthropoda). Comparative Biochemistry and Physiology, C. Vol. 100C, no. 1-2, pp: 215-219.

Real, M., Munoz, I., Guasch, H., Navarro, E., Sabater, S., 2003. The effect of copper exposure on a simple aquatic food chain. Aquatic Toxicology. 63: 283-291.

Reddy, N. M. ve Rao, P. V., 1987. Copper toxicity to the fresh water snail, *Lymnaea luteola*. Earth and Environmental Science Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Volume 39, (Number 1): 50-55.

Rogevich, E. C., Hoang, T. C., Rand, G. M. 2009. Effects of Sublethal Chronic Copper Exposure on the Growth and Reproductive Success of the Florida Apple Snail (*Pomacea paludosa*). Arch Environ Contam Toxicol (2009) 56:450-458.

Sarıyücel, M. ve Say, H., 1991. Elazığ Şehir Kanalizasyonunun Baraj Gölüne Döküldüğü Bölgeden Yakalanan *Barbus capito pectoralis* Aşırı Metal Birikimlerinin Araştırılması. Su Ürünleri Sempozyumu. 121-130.

Semenchenko, V., Laenko, T. ve Razlutskiy, V., 2008. A new record of the North American gastropod *Physella acuta* (Draparnaud 1805) from the Neman River Basin, Belarus. Aquatic Invasions. Volume 3, Issue 3: 359-360.

Sheriff, H. A. ve Delool. R. A., 2001. Comparative study of ecological and genetical adaptation of three iraqi fresh water snails in respect to heavy metal pollution. Bull. Iraq nat. Hist. Mus. 9 (3): 69-76.

Snyman, R.G., Reinecke, A. J., Reinecke, S. A., 2005. Quantitative changes in the digestive gland cells of the snail *Helix aspersa* after exposure to the fungicide copper oxychloride. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 47652.

Soylu, E., 1996. Terkos Gölü Molluskleri. Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, Say,;2, 5-17.

Sunila, I., 1986. Histopathological changes in the mussel *Mytilus edulis* L. at the outlet from a titanium dioxide plant in northern Baltic. *Annales Zoologici Fennici* [ANN. ZOOL. FENN.]. Vol. 23, no. 1, pp. 61-70.

Sunila, I., 1989. Cystic kidneys in copper exposed mussels. *Diseases of aquatic organisms*. Vol.6:63-66.

Tanveer, A., Salahuddin, K., 2001. Effects of copper sulfate and plant molluscicide on the survival and histopathology of *Lymnaeid* and *Physid* snails. *L72 - Pests of Animals*. Volume 16 p. 91-100.

Taylan, Z. S. ve Özkoç, H. B., 2007. Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biyolojik kullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, Cilt:9, Say,;2, 17-33.

Teker, D., 2006. Trakya Bölgesinin Bazı Bölgelerinden Toplanan Sucul Gastropoda Türleri Üzerinde Taksonomik Çalışmalar. Yüksek lisans tezi. S: 1-45.

Triesborn, R., Christensen, K., Heim, I., 1998. Effects of orally and dermally applied metaldehyde on mucus cells of slugs (*Deroceras reticulatum*) depending on temperature and duration of exposure. *J. Mollus. Stud.* 64: 4676487.

Ünlü, E., Cengiz, E. I., Yildirim, M. Z., Otludil, B., Ünver, Ö. 2005. Histopathological effects in tissues of snail *Lymnaea stagnalis* (Gastropoda, Pulmonata) exposed to sublethal concentration of Thiodan® and recovery after exposure. *Journal of Applied Toxicology*. Volume 25, Issue 6, pages 4596463.

Wolmarans, C. T., van Aardt W. J. ve Coetzee J., 1986. Histopathological Effects of Copper on Selected Epithelial Tissues of Snails. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 36:906-911.

Yap, C. K., Cheng, W. H., Ismail, A., Ismail, A.R., Tan S. G., 2009. Biomonitoring of heavy metal (Cd, Cu, Pb, and Zn) concentrations in the West intertidal area of Peninsular Malaysia by using *Nerita lineata*. *Toxicological & Environmental Chemistry Publication details, Toxicological & Environmental Chemistry*, 91:1, 29-41.

Zaldibar, B., Cancio, I., Soto, M., Marigomez, I., 2007. Digestive cell turnover in digestive gland epithelium of slugs experimentally exposed to a mixture of cadmium and kerosene. *Chemosphere* 70: 1446154.

Zyadah, M. A., Abdel-Baky, T. E., 2000. Toxicity and Bioaccumulation of Copper, Zinc and Cadmium in Some Aquatic Organisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 64: 740-747.

ÖZGEÇM

06-06-1974 y,l,nda Diyarbak,rda do dum.

Okudu um okullar

5 Nisan lkokulu

Gazi Ortaokulu

Diyarbak,r Lisesi

Lisans e itimimi Dicle Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünde yaptıktan sonra, 2009 y,l,nda ayn, üniversitede yüksek lisans e itimime ba lad,m.

