

38782-

**CYPRINUS CARPIO (L.)'DA BAKIR, ÇİNKO VE BAKIR + ÇİNKO KARIŞIMINDA  
SOLUNGAÇ, KARACİĞER VE KAS DOKULARINDAKİ METAL BİRİKİMİNİN  
NİCEL PROTEİN, GLİKOJEN VE KANDAKİ BAZI BİYOKİMYASAL  
PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Bedii CİCİK**

**Bu Proje Ç.Ü. Araştırma Fonu**

**Tarafından Desteklenmiştir**

**Ç.Ü**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**


**DOKTORA TEZİ**

**ADANA 1995**

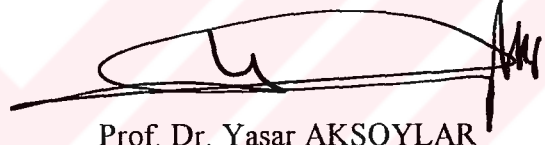
Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, Jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.


Başkan

  
Prof. Dr. Cahit ERDEM

Üye

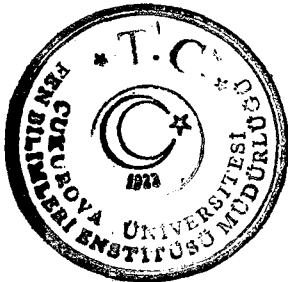
  
Prof. Dr. Yaşar AKSOYLAR

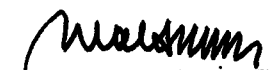
Üye

  
Yrd.Doç.Dr. Mehmet SULANÇ

Kod No: 317

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



  
Prof. Dr. Ural DİNÇ  
Enstitü Müdürü

**İÇİNDEKİLER**

TABLO LİSTESİ	II
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÖZ	X
ABSTRACT	XI
GİRİŞ	1
MATERYAL VE YÖNTEM	6
ARAŞTIRMA BULGULARI	11
TARTIŞMA	64
ÖZET	74
SUMMARY	75
KAYNAKLAR	76
TEŞEKKÜR	90
ÖZGEÇMİŞ	91
EK TABLOLAR	92

**TABLO LİSTESİ**

TABLO 1.	<i>C. carpio</i> 'da solungaç dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.	14
TABLO 2.	<i>C. carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.	16
TABLO 3.	<i>C. carpio</i> 'da kas dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.	16
TABLO 4.	<i>C. carpio</i> 'da çinkonun solungaç dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.	19
TABLO 5.	<i>C. carpio</i> 'da çinkonun karaciğer dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.	19
TABLO 6.	<i>C. carpio</i> 'da kas dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.	20
TABLO 7.	<i>C. carpio</i> 'da solungaç dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.	22
TABLO 8.	<i>C. carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.	22
TABLO 9.	<i>C. carpio</i> 'da kas dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.	24

TABLO 10.	<i>C. carpio</i> 'da solungaç dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.	24
TABLO 11.	<i>C. carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.	25
TABLO 12.	<i>C. carpio</i> ' da kas dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.	25
TABLO 13.	<i>C. carpio</i> 'da solungaç dokusundaki protein düzeyi ( $\text{mg/g y.a.}$ ) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	27
TABLO 14.	<i>C. carpio</i> 'da solungaç dokusundaki protein düzeyi ( $\text{mg/g y.a.}$ ) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	29
TABLO 15.	<i>C. carpio</i> 'da solungaç dokusundaki protein düzeyi ( $\text{mg/g y.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	32
TABLO 16.	<i>C. carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki protein düzeyi ( $\text{mg/g y.a.}$ ) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	32
TABLO 17.	<i>C. carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki protein düzeyi ( $\text{mg/g y.a.}$ ) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	34
TABLO 18.	<i>C. carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki protein düzeyi ( $\text{mg/g y.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	36

TABLO 19.	<i>C.carpio</i> 'da kas dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	36
TABLO 20.	<i>C.carpio</i> 'da kas dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	37
TABLO 21.	<i>C.carpio</i> 'da kas dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	39
TABLO 22.	<i>C.carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	41
TABLO 23.	<i>C.carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	44
TABLO 24.	<i>C.carpio</i> 'da karaciğer dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	44
TABLO 25.	<i>C.carpio</i> ' da kas dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	46
TABLO 26.	<i>C.carpio</i> ' da kas dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	48
TABLO 27.	<i>C.carpio</i> ' da kas dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	50
TABLO 28.	<i>C.carpio</i> ' da serum glikoz düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.	51

TABLO 29.	<i>C. carpio</i> ' da serum glikoz düzeyi (mg/100 ml) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	54
TABLO 30.	<i>C. carpio</i> 'da serum glikoz düzeyi (mg / 100 ml) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	54
TABLO 31.	<i>C. carpio</i> ' da serum total protein düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	55
TABLO 32.	<i>C. carpio</i> ' da serum total protein düzeyi (mg/100 ml) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	56
TABLO 33.	<i>C. carpio</i> ' da serum total protein düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	56
TABLO 34.	<i>C. carpio</i> ' da serum kolesterol düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	59
TABLO 35.	<i>C. carpio</i> ' da serum kolesterol düzeyi (mg/100 ml) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	62
TABLO 36.	<i>C. carpio</i> 'da serum kolesterol düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.	63

## ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1. Bakır (a) ve çinko (b) derişimleri ile absorbans arasındaki doğrusal ilişki. 12
- Şekil 2. Doku proteini (a) ve glikoz derişimi (b) ile absorbans arasındaki doğrusal ilişki. 12
- Şekil 3. Serum protein (a), glikoz (b) ve kolesterol (c) derişimleri ile absorbans arasındaki doğrusal ilişkiler. 15
- Şekil 4. Farklı ortam derişimlerinde *C. carpio*'nun solungaç, karaciğer ve kas dokularında 1 (a), 7 (b), 15 (c) ve 30 (d) günlük süreler sonunda bakır birikimi. 18
- Şekil 5. Farklı ortam derişimlerinde *C. carpio*'nun solungaç, karaciğer ve kas dokularında 1 (a), 7 (b), 15 (c) ve 30 (d) günlük süreler sonunda çinko birikimi. 21
- Şekil 6. *C. carpio*'da 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn (a), 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn (b), 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn (c) ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn (d) ortam derişimleri etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki bakır birikimi. 23
- Şekil 7. *C. carpio*'da 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn (a), 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn (b), 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn (c) ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn (d) ortam derişimleri etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki çinko birikimi. 26



- Şekil 8. *C. carpio*'da solungaç doku protein düzeyi üzerine 0.01 (a), 0.05 (b), 0.1 (c) ve 0.5 (d) ppm bakır ortam derişimlerinin etkileri. 28
- Şekil 9 *C. carpio*'da solungaç doku protein düzeyi üzerine 0.1 (a), 0.5 (b), 1.0 (c) ve 5.0 (d) ppm çinko ortam derişimlerinin etkileri. 30
- Şekil 10. *C. carpio*'da solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki protein düzeyleri üzerine 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn (a), 0.05 ppm Cu + 0.5ppm Zn (b), 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn (c) ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn (d) ortam derişimlerinin etkileri. 31
- Şekil 11. *C. carpio*'da karaciğer doku protein düzeyi üzerine 0.01 (a), 0.05 (b), 0.1 (c) ve 0.5 (d) ppm bakır ortam derişimlerinin etkileri. 33
- Şekil 12. *C. carpio*'da karaciğer doku protein düzeyi üzerine 0.1 (a), 0.5 (b), 1.0 (c) ve 5.0 (d) ppm çinko ortam derişimlerinin etkileri. 35
- Şekil 13. *C. carpio*'da kas doku protein düzeyi üzerine 0.01 (a), 0.05 (b), 0.1 (c) ve 0.5 (d) ppm bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 38
- Şekil 14. *C. carpio*'da kas doku protein düzeyi üzerine 0.1 (a), 0.5 (b), 1.0 (c) ve 5.0 (d) ppm çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 40
- Şekil 15. *C. carpio*' da karaciğer glikojen düzeyi üzerine 0.01 (a), 0.05 (b), 0.1 (c) ve 0.5 (d) ppm bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 42

- Şekil 16. *C. carpio*' da karaciğer glikojen düzeyi üzerine 0.1 (a), 0.5 (b), 1.0 (c) ve 5.0 (d) ppm çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 43
- Şekil 17. *C. carpio*'da karaciğer ve kas dokularındaki glikojen düzeyleri üzerine 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn (a), 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn (b), 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn (c) ve 0.5ppm Cu + 5.0 ppm Zn (d) ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 45
- Şekil 18. *C. carpio*'da kas glikojen düzeyi üzerine 0.01 (a),0.05 (b), 0.1 (c) ve 0.5 (d) ppm bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 47
- Şekil 19. *C. carpio*'da kas glikojen düzeyi üzerine 0.1 (a), 0.5 (b), 1.0 (c) ve 5.0 (d) ppm çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 49
- Şekil 20. *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi üzerine 0.01 ppm Cu, 0.1 ppm Zn ve 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 52
- Şekil 21. *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi üzerine 0.05 ppm Cu, 0.5 ppm Zn ve 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 52
- Şekil 22. *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi üzerine 0.1 ppm Cu, 1.0 ppm Zn ve 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 53
- Şekil 23. *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi üzerine 0.5 ppm Cu, 5.0 ppm Zn ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 53

- Şekil 24. *C. carpio*' da serum protein düzeyi üzerine 0.01ppm Cu, 0.1ppm Zn ve 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 57
- Şekil 25. *C. carpio*'da serum protein düzeyi üzerine 0.05ppm Cu, 0.5ppm Zn ve 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 57
- Şekil 26. *C. carpio*'da serum protein düzeyi üzerine 0.1ppm Cu, 1.0ppm Zn ve 0.1ppm Cu + 1.0ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 58
- Şekil 27. *C. carpio*' da serum protein düzeyi üzerine 0.5ppm Cu, 5.0ppm Zn ve 0.5ppm Cu + 5.0ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 58
- Şekil 28. *C. carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.01ppm Cu, 0.1ppm Zn ve 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 60
- Şekil 29. *C. carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.05ppm Cu, 0.5ppm Zn ve 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 60
- Şekil 30. *C. carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.1ppm Cu, 1.0ppm Zn ve 0.1ppm Cu + 1.0 ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 61
- Şekil 31. *C. carpio*' da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.5ppm Cu, 5.0ppm Zn ve 0.5ppm Cu + 5.0ppm Zn ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri. 61

## ÖZ

*Cyprinus carpio* (L.)'da bakır, çinko ve bakır + çinko karışımında solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki metal birikiminin nicel protein, glikojen ve kandaki bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkileri, üç seri halinde metallerin tek tek ve karışımları için belirlenen ortam derişimlerinde 1, 7, 15 ve 30 gün olmak üzere dört farklı zaman sürecinde belirlenmiştir.

Deney serilerinde, bakır ve çinkonun solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki birikimi ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağı olarak artmış, ancak karışımın etkisinin incelendiği seride doku ve organlardaki metal birikimi metallerin tek tek etkisinde saptanan birikimden daha az olmuştur.

Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının ayrı ayrı etkisinde solungaç ve karaciğer dokusundaki protein derişimi, belirli bir sürede ortam derişimindeki artışa ve belirli bir ortam derişiminde etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak artarken kas dokusunda azalmıştır.

Belirli bir sürede ortam derişiminin artması veya belirli bir ortam derişiminde etkide kalma süresinin uzaması karaciğer ve kas dokularındaki glikojen düzeylerini düşürürken, serum glikoz, total protein ve kolesterol düzeylerini arttırmıştır.

**ABSTRACT**

Effects of copper and zinc accumulation on the quantitative protein and glycogen content of the gill, liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L.), and its effect on some biochemical parameters of blood were studied by exposing animals to 0.01, 0.05, 0.1 and 0.5 ppm Cu, 0.1, 0.5, 1.0 and 5.0 ppm Zn and to the combinations of these metals from lowest to the highest concentrations of both metals over 1, 7, 15 and 30 days period.

Accumulation of metals in the tissues studied increased with increasing concentration of metals and with increasing exposure periods. Tissue accumulation of metals were lower when exposed to the combination of metals compared with single doses.

Copper and zinc either given singly or in combination caused an increase in protein levels of the gill and liver tissues depending on exposure concentration and period. The opposite was true for the muscle tissue.

Increasing exposure concentrations and periods caused a decrease in the glycogen levels of the liver and muscle tissues and an increase in the levels of serum glucose, total protein and chollesterol.

## GİRİŞ

Günümüzde hızlı şehirleşme ve teknolojik gelişmeye paralel olarak maden işletmelerinin sayı ve kapasite olarak artması, Cu, Zn, Fe, Al, Cr ve Cd gibi ağır metallerin elektrik, kağıt, boya, plastik, metal kaplama ve cam sanayi gibi çeşitli endüstri alanlarında kullanımı ve tarımda verimi artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan pestisid ve yapay gübrelerin bileşimine girmeleri, bu metallerin su ortamlarındaki derişimlerini artırmıştır (Sastry ve Subhadra, 1985; Grobler ve ark., 1989).

Ağır metaller su ortamında serbest iyon halinde buldukları gibi, organik ya da inorganik anyonlarla çözünebilir kompleksler oluşturduklarından, suda yaşayan organizmalar tarafından alınarak besin zinciri aracılığı ile üst trofik düzeylere taşınabilmektedirler (Hilmy ve ark., 1985a; Nemcsok ve Hughes, 1988).

Bakır ve çinko gibi ağır metaller, biyotik derişimlerde çeşitli organik bileşiklerin sentezini katalizleyen enzimlerin aktivasyonu gibi fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda önemli işlevleri olmakla beraber, doku ve hücrelerdeki derişimlerinin artması hücresel veya moleküler düzeyde yapısal ve işlevsel bozukluklara neden olmaktadır (Christensen ve ark., 1972; Romanenko ve Yevtushenko, 1985; Tort ve Torres, 1988; Grobler ve ark., 1989).

Omurgalıların kan plazmasında bulunan seruloplazmin, karaciğerden izole edilen hepatokuprein, beyinde bulunan serebrokuprein (Lehninger, 1975) ve arthropodların solunum pigmenti olan hemosiyanin yapısal bileşimlerinde bakır içeren proteinlerdir (Bagatto ve Alikhan, 1987). Ek olarak bazı proteinler enzimatik aktivite için prostetik grup olarak bakır ve çinko içermektedirler (Villareal - Trevino ve ark., 1986). Bu enzimlerden süper oksit dismutaz, lizil oksidaz, tirozinaz, askorbik asit oksidaz, sitokrom oksidaz, mono amin oksidaz, ürikaz ve  $\delta$  amino levulinik asit dehidrataz bakır içerirken, alkalın fosfataz, aldolaz, alkol dehidrojenaz, karboksi peptidaz, karbonik anhidraz, laktik dehidrojenaz prostetik grup olarak çinko içermektedir (Berman, 1980; Cousins, 1985; Torres ve ark., 1987).

Bakır omurgalı hayvanlarda kemik oluşumu, kalbin çalışması, bağ dokusu gelişimi, omuriliğin miyelinleşmesi ve doku pigmentasyonu, çinko ise kemik oluşumu, hücreler arası bağışıklık ve doku gelişiminde işlev yapmaktadır (Cousins, 1985).

Akuatik organizmalarda ağır metal birikiminin incelenmesi, ağır metallere karşı duyarlı ve hoşgörüsü yüksek türlerin ve spesifik organ sistemlerindeki fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda meydana gelen değişikliklerin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır (Heath, 1985). Bu nedenle gerek doğal gerekse laboratuvar koşullarında akuatik organizmalardaki bakır (Bryan, 1968; Brown ve Ahsanullah, 1971; Brungs ve ark., 1973; Phillips, 1976; Vinikour ve ark., 1980; Collvin, 1984; Uysal ve Tuncer, 1984; Amiard ve ark., 1985 ve 1987; Everaarts, 1986; Hornung ve Ramelov, 1987; Anıl ve Wagh, 1988) ve çinko (Flos ve ark., 1979; Akberali ve Earnshaw, 1982; Lyon ve ark., 1983; Sanpera ve ark., 1983; Tort ve ark., 1984; Hilmy ve ark., 1987a; Grobler ve ark., 1989; Miller ve ark., 1992) birikimi ve toksik etkileri ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Ağır metallerin balıklar üzerindeki toksik etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda daha çok bir ağır metalin belirli bir süredeki etkisi dikkate alınmaktadır (Hilmy ve ark., 1987b). Ağır metallerin doğal ortamlarda tek olarak bulunmamaları ve organizmalardaki birikim ve toksik etkilerinin metale ve organizmaya bağlı olarak değişim göstermesi nedeniyle, metal karışımlarının organizmalardaki birikim ve toksik etkilerinin incelenmesi oldukça önemli olup, son yıllarda yapılan araştırmalar bu yönde yoğunlaşmıştır (Eisler ve Gardner, 1973; Weis, 1980; Ahsanullah ve ark., 1981; Elliot ve ark., 1986; Lucu ve Skerblin, 1981; Negilski ve ark., 1981; Moraitou-Apostolopoulou ve Verriopoulos, 1982; Hemelraad ve ark., 1987; Wicklund ve ark., 1988; Hutchinson ve Sprague, 1989; Kargin ve Erdem, 1992).

Bakır ve çinko birikiminin hücresel veya moleküler düzeyde organizmanın temel bileşenleri üzerine (Dubale ve Shah, 1981; Tort ve ark., 1982; Sato ve Nagai, 1989), yapısal ve işlevsel mekanizmalar (Eisler ve Gardner, 1973; Hilmy ve ark., 1985b; Tort ve Torres, 1988) ile bu metallerin toksifikasyon ve detoksifikasyon mekanizmaları (Kito ve ark., 1982a,b; Roch ve McCarter, 1984a,b; Hodson, 1988; Martinez ve ark., 1991) üzerine etkileri önem taşımaktadır.

Su ortamındaki ağır metallerin balıklar tarafından alınması besin, su ve tüm vücut yüzeyinden absorpsiyon yolları ile olursa da, en fazla solungaçlar aracılığı ile olmaktadır (Heath, 1985; Hodson, 1988). Solungaçlarla metalin absorpsiyonu spesifik metabolik olaylardan, pH, sıcaklık ve su sertliği gibi ortam faktörlerinden ve solungaçdaki bağlanma yeri bakımından metaller arasındaki rekabetten etkilenmektedir (Heath, 1985).

Balıklarda ağır metallerin birikim ve toksik etkilerinin incelendiği çalışmalarda hedef organ olarak solungaçların seçilmesi; suyun solungaç lamelleri arasından geçerken metallerle doğrudan doğruya temasta bulunması, iç toksikasyonla metabolik değişikliklerin solunum ile yakından ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır (Flos ve ark., 1979; Tort ve ark., 1984; Lauren ve McDonald, 1985; Hilmy ve ark., 1987c; Grobler ve ark., 1989; Torreblanca ve ark., 1991; Miller ve ark., 1992; Tulasi ve ark., 1992)

Ağır metaller subletal ortam derişimlerinde öncelikle solungaçlarda birikmektedir (Viarengo ve ark., 1980; Collvin, 1984; Lowe - Jinde ve Niimi, 1984; Nemcsok ve ark., 1987; Hilmy ve ark., 1987a; Segner, 1987). Solungaçlardaki bakır ve çinko birikimi, solunum, metabolizma hızı ve ortamda bulunan metal derişimine bağlıdır (Anderson ve Spear, 1980a,b; Buckley ve ark., 1982; Tort ve ark., 1982). Ağır metallerin etkisinde metallothionein gibi metal bağlayıcı proteinlerin sentez yerlerinden biri de solungaçlardır (Noel - Lambot ve ark., 1978; Reichert ve ark., 1979; Viarengo ve ark., 1980; Kito ve ark., 1982b; Hilmy ve ark., 1985 b).

Ağır metallerin subletal ortam derişimlerinin etkisinde anaerobik metabolizmanın karakteristik göstergesi olan ATP derişimindeki düşme ile laktat düzeyindeki artış, metal etkisinde solungaç sekonder lamellerinin epitel hücrelerinde meydana gelen yapısal bozukluğun yada mukusun solungaç yüzeyindeki presipitasyonunun oksijen difüzyon kapasitesini azaltmasının bir sonucudur (Christensen ve ark., 1972; Chaudhry, 1984; Tort ve ark., 1985; Arumugam ve Ravindranath, 1987; Tort ve ark., 1987).



Ağır metaller subletal ortam derişimlerinde balıkların daha çok karaciğer ve böbrek gibi metabolik aktivitenin yoğun olduğu organlarda birikmektedir (Noel-lambot ve ark., 1978; Sharma, 1983; Thomas ve ark., 1983 ve 1985; Sahana ve ark., 1986; Capelli ve Mingati, 1987; Gagne ve ark., 1990; Tulasi ve ark., 1992). Bakır ve çinkonun çeşitli balık türlerindeki birikimi üzerine yapılan araştırmalarda karaciğerdeki bakır ve çinko derişimi diğer organlara göre oldukça yüksek olarak saptanmıştır (Flos ve ark., 1979; Buckley ve ark., 1982; Sanpera ve ark., 1983; Felts ve Heath, 1984; Roch ve McCarter, 1984b; Merian, 1991)

Balıklarda karaciğer, barsaktan absorbe edilen besin maddelerinin birbirine dönüşümünde, yağ asitlerinin sindiriminde işlev yapan safra tuzlarının sentezinde ve hormonların metabolize edilmesinde işlev yapmaktadır (Heath, 1985). Ayrıca karaciğer balıklarda enerji veren yakıtın depo formu olan ve kan glikozunun başlıca kaynağı olan glikojenin depolanmasında (Heath, 1985; Dange, 1986) ve ağır metallerin regülasyonunda önemli rolü olan bir organdır (Haesloop ve Schirmer, 1985; Miklovics ve ark., 1985; Bradley ve Morris, 1986). Karaciğer, ağır metalleri bağlayarak toksik etkilerinin yok edilmesinde işlev yapan molekül ağırlığı düşük, sistein bakımından zengin, aromatik yapıdaki amino asitlerden yoksun, sıcaklığa dayanıklı, asitlerde çözünebilir, alkol ve triklorasetik asitle presipitasyona dirençli sitoplazmik protein metallothionein (Viarengo ve ark., 1980; Pierson, 1985; Hodson, 1988) ile fazla miktarda sistein içeren tek sülfidril gruplu bir tripeptid olan glutatyonun başlıca sentez yerlerinden birisidir (Viarengo, 1985; Chan ve Cherian, 1992).

Balık ve memelilerle yapılan araştırmalar, epinefrin ve glukokortikoid gibi hormonların etkisiyle dolaşım sisteminden fazla miktarda absorbe edilerek hücre içi derişimi artan bakır ve çinkonun metallothioneinleri kodlayan geni aktive ederek bunların sentezini artırdığını göstermiştir (Cousins, 1985; Olsson ve ark., 1988).

Balıklarda kasların bakır ve çinko bağlamada etkin bir doku olmamasına karşın, metalin besin zinciri yolu ile insanlara değin taşınmasında önemli bir işlevi olması nedeniyle bu dokudaki metal birikimi üzerine yapılan çalışmalar fazladır (Cross ve ark., 1973; Miklovics ve ark., 1985; Blevins ve Pancorbo, 1986; El Nabawi ve ark., 1987; Miller ve ark., 1992).

Balıklarda ağır metal etkisinde ortaya çıkan stres ve hipoksik koşullar, endokrin bezlerden katekolamin ve kortikosteroid gibi karbohidrat metabolizmasında aktif rol oynayan hormonların salınmasını etkileyerek, kas ve karaciğer dokularındaki karbohidrat metabolizmasında önemli değişikliklere neden olmaktadır (Dubale ve Shah, 1981; Murphy ve Spiegel, 1983; Chaudhry, 1984; Lowe-Jindi ve Niimi, 1984; Sastry ve Subhadra, 1985 ).

Serum proteinlerinin enzimatik, transport ve hormonal işlevleri vardır. Serum kolesterolü steroid hormonların biyosentezinde önemli bir rol oynarken, glikoz enerji veren yakıtın transport formudur. Ağır metallerin serum protein (Hilmy ve ark., 1987b,c; Ruparelia ve ark., 1989), glikoz (Lauren ve McDonald, 1985; Sastry ve Subhadra, 1985; Sastry ve Rao, 1984) ve kolesterol derişimleri üzerine (Katti ve Sathyanesan, 1986; Ruparelia ve ark., 1989; Tulasi ve ark., 1992) yaptığı etkiler üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ortam ya da fizyolojik değişikliklere tepki olarak serum glikoz, protein ve kolesterol derişimlerinin çok çabuk değişmesi ve belirlenmesinin kolay olması nedeniyle, organizmanın fizyolojik durumunu belirlemede kolaylık sağlar (Christensen ve ark., 1972; Tort ve Torres, 1988).

Balıklarda bakır ve çinko birikimindeki artışın, protein ve karbonhidrat metabolizması ile kandaki bazı biyokimyasal parametrelerde önemli değişiklikler oluşturması nedeniyle, üç seri olarak yürütülen bu araştırmada, birinci seride 0.01, 0.05, 0.1 ve 0.5 ppm Cu, ikinci seride çinkonun 0.1, 0.5, 1.0 ve 5.0 ppm Zn, üçüncü seride ise bakır ve çinkonun belirlenen ortam derişimlerinin karışımlarının etkisinde 1, 7, 15 ve 30 gün sürelerle bırakılan *C. carpio*'nun solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki metal birikiminin nicel protein, glikojen ve kandaki bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Araştırma materyali olarak *C. carpio* kullanılmıştır. Balıklar Devlet Su İşleri 6. Bölge Müdürlüğü, Su Ürünleri yetiştirme havuzlarından laboratuvara alınarak, 3 ay süreyle 40x120x40 cm boyutlarındaki 15 stok akvaryum içerisinde beslenmiş, bu süre içerisinde gelişimleri ve laboratuvar koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Balıklar bu süre sonunda  $11.29 \pm 0.7$  cm boy ve  $10.50 \pm 0.65$  g ağırlığa ulaşmışlardır. Stok ve deney akvaryumları merkezi havalandırma sistemi ile havalandırılmış ve balıklar günde iki kez olmak üzere birey başına yaklaşık 25 mg hazır balık yemi ile beslenmişlerdir. Deneyler süresince ortamın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

Aydınlatma	: 8 saat aydınlık; 16 saat karanlık (12 adet floresan, Daylight 65/80 W)
Sıcaklık	: $25 \pm 1$ °C
Total sertlik	: $230 \pm 0.75$ ppm CaCO <sub>3</sub>
Total alkalinite	: $326 \pm 0.50$ ppm CaCO <sub>3</sub>
pH	: $8.19 \pm 0.06$
Çözünmüş oksijen	: $7.02 \pm 0.27$ mg/l

Deneyler, incelenen metaller esas alınarak üç seri olarak yürütülmüştür. Balıklar birinci seride, 1, 7, 15 ve 30 gün sürelerle bakırın 0.01, 0.05, 0.1 ve 0.5 ppm derişimlerinin, ikinci seride çinkonun 0.1, 0.5, 1.0 ve 5.0 ppm derişimlerinin, üçüncü seride ise aynı sürelerle bakır + çinko karışımlarının 0.01+0.1, 0.05+0.5, 0.1+1.0 ve 0.5+5.0 ppm derişimleri etkisinde bırakılmıştır.

Deneylerde her biri 40X120X40 cm boyutlarında olan ve herbirinin içerisinde 36 balık bulunan beş cam akvaryum kullanılmıştır. Birinci seride bu akvaryumlardan ilk dördüne 120'şer litre 0.01, 0.05, 0.1 ve 0.5 ppm derişimindeki bakır çözeltileri, ikinci seride 0.1, 0.5, 1.0 ve 5.0 ppm çinko çözeltileri, üçüncü seride ise 0.01+0.1, 0.05+0.5, 0.1+1.0 ve 0.5+5.0 ppm (Cu+Zn) derişimindeki çözeltiler konulmuştur. Anılan koşullarda solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki metal birikiminin, bu dokuların nicel protein ve glikojen düzeyleri ile serum glikoz, total protein ve kolesterol düzeyleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Her serideki beşinci akvaryum kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüş ve her tekrarda üç balık kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan bakır çözeltileri, 1M bakır-sodyum sitrat (6369 ppm Cu) stok çözeltisinden, çinko çözeltileri ise 1M çinko-sodyum sitrat (6539 ppm Zn) stok çözeltisinden seri seyreltme yöntemi ile hazırlanmıştır. Bakır ve çinkonun presipitasyonunu engellemek amacıyla, metallerin stok çözeltileri olarak kullanılan bakır-sodyum sitrat ( $C_6H_5 Cu Na$ ) ve çinko-sodyum sitrat ( $C_6H_5 Zn Na$ ) çözeltileri, bakır sülfat ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) ve çinko sülfat'a ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) trisodyum sitrat ( $C_6H_5O_7 Na \cdot 5H_2O$ ) eklenerek hazırlanmıştır (Wisely ve Blick, 1967; Brown ve Ahsanullah, 1971; Kargın ve Erdem, 1992).

Adsorbsiyon, presipitasyon ve evaporasyon gibi nedenlerle zaman içerisinde deney çözeltilerinde değişimler olabileceğinden, deney çözeltileri, her üç günde bir taze olarak hazırlanan stok çözeltilerden uygun seyreltmeler yapılarak değiştirilmiştir. Belirlenen süreler sonunda balıklar akvaryumlardan çıkartılarak, vücut yüzeyindeki metal rezidülerinin uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla, çeşme suyu ile yıkanmış ve kurutma kağıdı ile yüzeydeki su damlacıkları alınmıştır.

Deneklerin serum glikoz, kolesterol ve total protein düzeylerini belirlemek için, kaudal yüzgecin gövdeye bağlandığı kısım dikey olarak kesilerek kan akışı sağlanmış ve alınan kan örnekleri santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra balıkların solungaç karaciğer ve kas dokuları ayrı ayrı disekte edilerek üç kısma ayrılmış ve bunlar sırasıyla dokulardaki metal derişimi, total protein ve glikojen düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Doku örneklerinin bakır ve çinko analizleri atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntemler (AAS) kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla etüvde  $150^{\circ}C$ 'de 72 saat süre ile sabit tartıma getirilen doku örnekleri, kuru ağırlıkları saptandıktan sonra deney tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra üzerlerine nitrik asit (Merck, %65: Ö.A.: 1.40) - perklorik asit (Merck, %60: Ö.A.:1.53) karışımı (2:1 v/v) eklenerek (Muramoto, 1983) çeker ocakta  $120^{\circ}C$ 'de 60 dakika süreyle kaynatılarak yakılmıştır.

Yakma işleminden sonra polietilen tüplere aktarılan doku örneklerinin hacmi damıtık su ile 5 ml'ye tamamlanarak analize hazır hale getirilmiştir. Bakır ve çinko absorpsiyon değerleri AAS'de (Perkin-Elmer 2380) aynı marka çukur katodlu bakır ve çinko lambaları kullanılarak saptanmıştır..

AAS'de çalışma koşulları aşağıda verilmiştir:

	Cu	Zn
Slit aralığı (nm)	0.3	0.3
Lamba akımı (ma)	5.0	5.0
Fotokatlandırıcı gerilim (V)	530	530
Dalga boyu (nm)	324.7	213.9

Total protein düzeyi belirlenecek olan solungaç, karaciğer ve kas doku örnekleri yaş ağırlıkları saptandıktan sonra, 0.3 M Sükroz (Merck, Ekstra pure) çözeltisi içerisinde 24000 devir/dakika'da Ultra-Turrax T-25 homojenizatör ile 5 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra homojenizasyonu bozan partikülleri ortamdan uzaklaştırmak amacıyla, homojenatlar 10 dakika süreyle 2000 devir/dakika'da santrifüjlenmiştir (Hettich; Universal-1200). Homojenatlardaki total protein derişimleri Lowry yöntemine göre belirlenmiştir (Wedemeyer ve Yasutake, 1977). Bu amaçla homojenattan 0.3 ml alınarak deney tüplerine aktarılmış ve üzerlerine 3 ml alkali çözelti eklenerek oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda deney tüplerine 0.3 ml Folin-Ciocalteu fenol ayırıcından (Sigma, 2N, 9252) eklenerek oda sıcaklığında 30 dakika süre ile bekletilmiştir. Örneklerdeki total protein absorpsiyon değerleri spektrofotometrede (Bausch-Lomb Spectronic 20) 750 nm dalga boyunda saptanmıştır.

Glikojen derişimleri belirlenecek olan karaciğer ve kas dokuları, yaş ağırlıkları saptandıktan sonra, protein ve lipid ekstraksiyonu için santrifüj tüplerine aktarılmış, üzerlerine 3 ml %30'luk KOH çözeltisi eklenerek kaynar su banyosunda 20 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin üzerine 0.5 ml doygun Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile 3 ml % 95'lik etil alkol eklenerek 15 dakika kaynatılmıştır. Daha sonra örnekler 10 dakika süreyle 3500 devir / dakika'da santrifüjlenerek süpernatant kısım atılmıştır.

Tüplerdeki presipite kısım 2 ml distile su içerisinde çözülerek üzerine 2.5 ml %95'lik etil alkol eklenmiş ve 10 dakika süreyle 3500 devir/dakika'da santrifüjlenerek süpernatant kısım atılmıştır. Bu şekilde protein ve lipidden arındırılan çökelti 2 ml 5M HCl içerisinde çözülerek 0.5 M NaOH ile nötralize edilmiş ve distile su ile 50 ml'ye seyreltilerek analize hazır hale getirilmiştir (Wedemeyer ve Yasutake, 1977). Örneklerdeki glikojen derişimleri Antron yöntemine göre belirlenmiştir (Plummer, 1971). Bu amaçla örnek çözültiden 5 ml alınarak deney tüpüne aktarılmış, üzerine 10 ml antron ayırıcı eklenerek kaynar su banyosunda 10 dakika süreyle bekletilmiştir. Soğutulan örneklerin glikojen absorbans ölçümleri spektrofotometrede 620 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Alınan kan örnekleri 3500 dev./dak.'da 10 dakika süre ile santrifüjlenerek kanın şekilli elemanlarının presipitasyonu, serumun ise üst faza geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra üst faza geçen serum örneklerinde glikoz, kolesterol ve total protein analizleri yapılmıştır.

Serum örneklerindeki glikoz derişimi, O-Toluidin yöntemine göre belirlenmiştir (Wedemeyer ve Yasutake, 1977). Bu amaçla 50 µl'lik serum örnekleri deney tüplerine aktarılmış ve üzerlerine 3.5 ml O-Toluidin ayırıcı eklenerek tüpler kaynar su banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda tüpler kaynar su banyosundan çıkartılarak soğutulmuş ve örneklerdeki glikoz absorbans değerleri spektrofotometre'de 635 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

Serum örneklerindeki total protein derişimini belirlemek amacıyla santrifüj tüplerine serum örneklerinden 50 µl konarak üzerlerine 1 ml Bloor's ayırıcı eklenmiş ve 3500 dev./dak.'da 10 dakika santrifüjlenerek serum proteinleri çöktürülmüştür. Presipite kısımdaki total protein derişimi "Kantitatif Biüret Testi" ile belirlenmiştir (Wedemeyer ve Yasutake, 1977). Bu amaçla santrifüj tüplerindeki çökelti üzerine 3 ml Biüret ayırıcı eklenerek oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiştir. Daha sonra çökeltinin çözünerek, oluşan menekşe renginin stabilizasyonunu sağlamak amacıyla örnekler, 30 dakika süreyle 37°C'ye ayarlı sıcak su banyosuna alınmıştır.

Bu süre sonunda örnekler spektrofotometre tüplerine aktarılarak total protein absorbans değerleri, spektrofotometrede 540 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

Kolesterol derişimi belirlenecek serum örneklerinden 50 µl alınarak santrifüj tüplerine aktarılmış ve üzerlerine 2 ml çökeltme ayracı ile 2 ml seyreltme çözeltisi (Wedemeyer ve Yasutake, 1977)eklenerek iyice karışması sağlanmıştır. Örnekler 3500 dev./dak.'da 10 dakika santrifüj edilerek, kolesterol analizinin yapılacağı süpernatant faz elde edilmiştir. İçerisinde 1.5 ml süpernetant kısım bulunan deney tüpleri, kaynar su banyosunda 10 dakika bekletilmiş, bu süre sonunda üzerlerine 1 ml derişik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> eklenerek 10 dakika daha bekletilmiştir. Örnekler su banyosundan çıkartıldıktan sonra soğutularak kolesterol absorbans değerleri spektrofotmetrede 550 nm dalga boyunda belirlenmiştir

Deney verilerinin istatistik değeriendirilmesi "Regresyon Analizi" ve "Student-Newman Keul's Test (SNK)" testleri uygulanarak yapılmıştır (Rohlf ve Sokal, 1969; Sokal ve Rohlf, 1969).

## ARAŞTIRMA BULGULARI

*C. carpio* ile yapılan bu araştırmada bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının belirlenen süre ve ortam derişimindeki etkilerinde mortalite gözlenmemiştir.

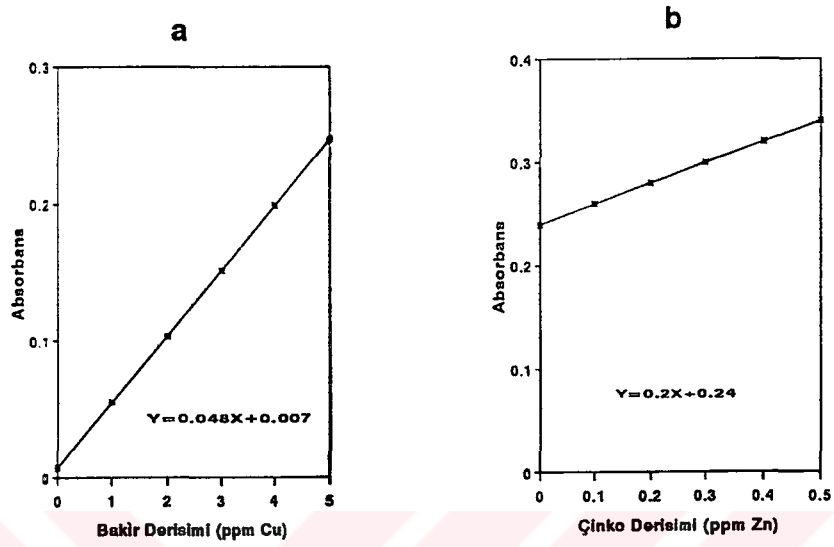
Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımı etkisinde, solungaç, karaciğer ve kas dokularının kuru ağırlıkları AAS'den elde edilen absorbans değerleri ve anılan dokulardaki metal birikimleri EK TABLO 1 - 4'de verilmiştir.

Solungaç, karaciğer ve kas dokularında biriken bakır ve çinko derişimlerinin belirlenmesinde Şekil 1'de verilen metal derişimi ile absorbans arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğruları kullanılmıştır. Regresyon doğrularının elde edilmesi ve EK TABLO 1 - 4'de verilen kuru ağırlık ve absorbans verilerinden incelenen dokulardaki metal birikimlerinin saptanmasında Cicik, 1991'de belirtilen yöntemler uygulanmıştır.

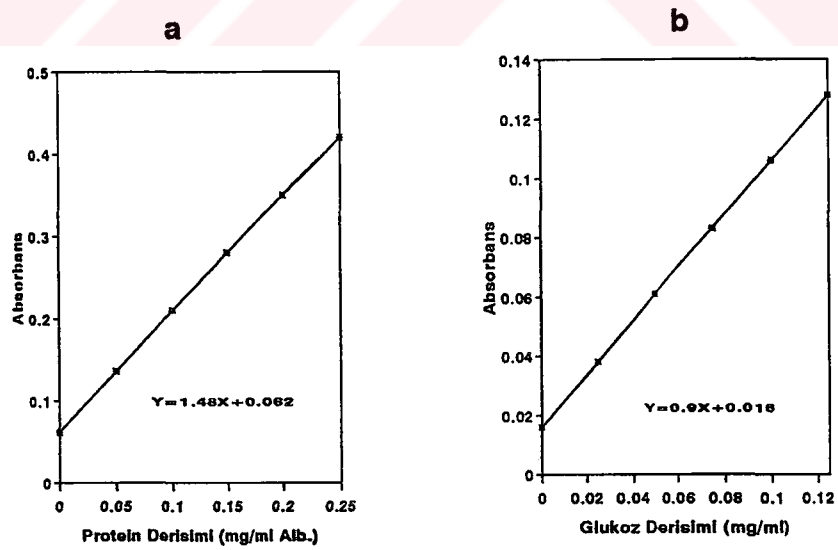
Solungaç, karaciğer ve kas dokusundaki protein derişiminin belirlenmesinde Şekil 2a'da verilen protein derişimi ile absorbans arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusu kullanılmıştır. Bu regresyon doğrusunun ve EK TABLO 5 - 7'de sunulan verilerden incelenen dokulardaki protein derişimlerinin belirlenmesinde daha önce belirtilen yöntemler uygulanmıştır (Cicik, 1991).

Karaciğer ve kas dokularındaki glikojen derişiminin belirlenmesinde Şekil 2 b'de verilen glikoz derişimi ile absorbans arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusu kullanılmıştır. Bu amaçla taze stok glikoz (10 mg/ml) çözeltisinden uygun seyreltmeler yaparak 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 ve 1.25 mg/ml derişimlerindeki çözeltiler hazırlanmış ve bunlara karşılık gelen absorbans değerlerinden  $Y = 0.9X + 0.016$  regresyon eşitliği elde edilmiştir. Bu eşitlikte Y absorbansı, X ise glikoz derişimini göstermektedir.





Sekil 1. Bakır (a) ve Çinko (b) derişimleri ile absorbans arasındaki doğrusal ilişki



Sekil 2. Doku proteini (a) ve glikoz derişimi (b) ile absorbans arasındaki doğrusal ilişki

Karaciğer ve kas dokularındaki glikojen derişimi bu regresyon eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Bu işlemlere örnek olarak aşağıda birinci gün 0.01 ppm Cu ortam derişiminde kalan balıkların karaciğerinde yapılan ölçümlerin (a) tekrarı için verilmiştir.

Absorbans : 0.80

Örnek ağırlığı : 0.3820 g y.a.

Derişim = (Absorbans - 0.016) / 0.9 mg/ml

Derişim = (0.80 - 0.016) / 0.9 = 0.87 mg/ml

Örnek damıtık su ile 50 ml'ye tamamlandığından toplam örnekteki glikoz derişimi;

Derişim = 0.87 x 50 = 43.5 mg/50 ml

bir gram yaş ağırlıktaki glikoz derişimi ise;

Derişim = 43.5 / 0.3820 = 114.01 mg/g y.a. olarak saptanır.

Elde edilen bu değer 1.11 mg Glikoz = 1.00 mg Glikojen eşitliğine (Wedemeyer ve Yasutake, 1977) uygulanarak

Glikojen derişimi = (114.01 x 1.00) / 1.11 = 102.72 mg/g y.a.

olarak belirlenir. Aynı işlemler "b" ve "c" tekrarları için yapıldığında glikojen derişimleri sırası ile 97.68 ve 101.41 mg/g y.a. olarak saptanır. Bu üç değer Ek TABLO 8'de glikojen derişimi kolonunda verilmiştir.

Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde karaciğer ve kas dokularındaki glikojen derişimleri ile spektrofotometreden elde edilen absorbans değerleri ve incelenen dokuların yaş ağırlıkları sırasıyla Ek TABLO 8 - 10'da verilmiştir.

Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının belirli süre ve ortam derişimlerinin etkisine bağlı olarak serumda ölçülen glikoz, total protein ve kolesterol absorbans değerleri ile derişim verileri sırasıyla Ek TABLO 11 - 13'de verilmiştir.

Metal etkisinde serum glikoz, total protein ve kolesterol derişimlerini belirlemek amacı ile sırasıyla Şekil 3a, 3b ve 3c'de verilen regresyon doğruları kullanılmıştır. Bu regresyon doğrularının elde edilmesinde saf glikoz, serum bovine albumin ve kolesterol'den belirli derişimlerde çözeltiler hazırlanarak bunlara karşılık gelen absorbans değerleri elde edilmiştir. Bu verilere regresyon analizi uygulanarak aşağıda verilen eşitlikler elde edilmiştir.

Glikoz  $Y = 0.038X + 0.002$

Total protein  $Y = 0.091X + 0.081$

Kolesterol  $Y = 0.827X + 0.036$

Bakırın belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularında üç tekrarlı olarak saptanan bakır derişimlerinin aritmetik ortalamaları TABLO 1 - 3'de sunulmuştur. Belirli bir derişimde etkide kalma süresinin ve yine belirli bir sürede artan ortam derişiminin incelenen doku ve organlardaki bakır birikimine etkisini belirlemek amacıyla veriler SNK testi ile analiz edilerek elde edilen sonuçlar bu tablolarda sunulmuştur. Tablolardaki a, b, c, d, ve e harfleri artan ortam derişiminin; s, t, x ve y harfleri ise artan sürenin etkisini belirtmek amacı ile kullanılmıştır. Tablolarda farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

Tablo 1. *C. carpio*'da bakırın solungaç dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri

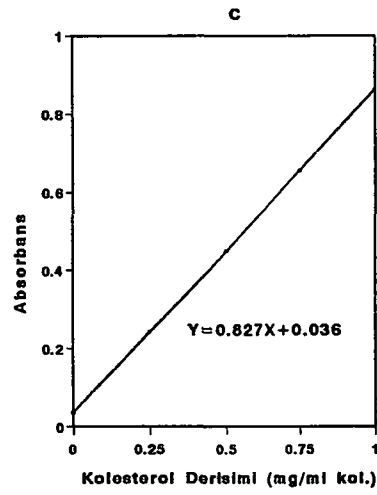
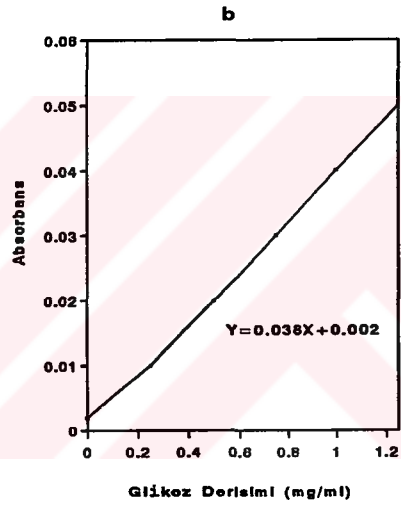
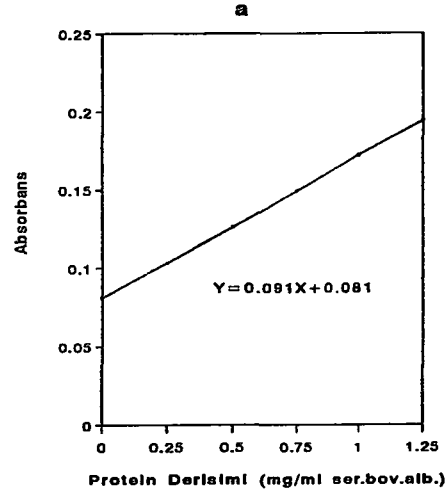
DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	DA	DA	DA	DA
0.01	14.95 $\pm$ 0.31 as	19.95 $\pm$ 0.76 at	30.09 $\pm$ 0.54 ax	31.37 $\pm$ 0.85 ay
0.05	20.53 $\pm$ 0.89 bs	25.95 $\pm$ 0.08 bt	41.14 $\pm$ 0.73 bx	49.08 $\pm$ 0.73 by
0.10	27.87 $\pm$ 0.87 cs	36.90 $\pm$ 0.48 ct	53.29 $\pm$ 1.30 cx	72.80 $\pm$ 2.23 cy
0.50	34.36 $\pm$ 1.33 ds	48.16 $\pm$ 0.69 dt	72.67 $\pm$ 1.12 dx	100.77 $\pm$ 2.04 dy

\*=SNK: a, b, c ve d derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx: Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

DA. : Duyarlılık düzeyi altında.



**Sekil 3. Serum protein (a), glüköz (b) ve kolesterol (c) derisimleri ile absorbans arasındaki dogrusal iliskiler**

Tablo 2: *C. carpio*'da bakırın karaciğer dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	DA.	DA.	DA.	DA.
0.01	41.48 $\pm$ 0.63 as	52.79 $\pm$ 0.78 at	65.66 $\pm$ 1.03 ax	77.75 $\pm$ 1.17 ay
0.05	50.85 $\pm$ 0.87 bs	63.61 $\pm$ 1.29 bt	91.89 $\pm$ 1.69 bx	122.73 $\pm$ 1.45 by
0.10	65.95 $\pm$ 1.23 cs	82.41 $\pm$ 2.18 ct	157.90 $\pm$ 3.16 cx	236.77 $\pm$ 1.45 cy
0.50	90.50 $\pm$ 1.60 ds	117.40 $\pm$ 2.31 dt	216.95 $\pm$ 1.99 dx	325.66 $\pm$ 6.36 dy

\*=SNK: a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx: Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

DA. : Duyarlılık düzeyi altında.

Tablo 3: *C. carpio*'da bakırın kas dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	DA.	DA.	DA.	DA.
0.01	2.87 $\pm$ 0.22 as	4.91 $\pm$ 0.21 at	6.45 $\pm$ 0.15 ax	11.87 $\pm$ 0.34 ay
0.05	4.18 $\pm$ 0.10 bs	6.29 $\pm$ 0.24 bt	8.31 $\pm$ 0.14 bx	14.37 $\pm$ 0.30 by
0.10	5.15 $\pm$ 0.10 cs	7.70 $\pm$ 0.29 ct	9.89 $\pm$ 0.23 cx	19.15 $\pm$ 0.30 cy
0.50	6.10 $\pm$ 0.18 ds	11.78 $\pm$ 0.09 dt	15.99 $\pm$ 0.28 dx	25.67 $\pm$ 0.33 dy

\*=SNK: a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

DA. : Duyarlılık düzeyi altında.

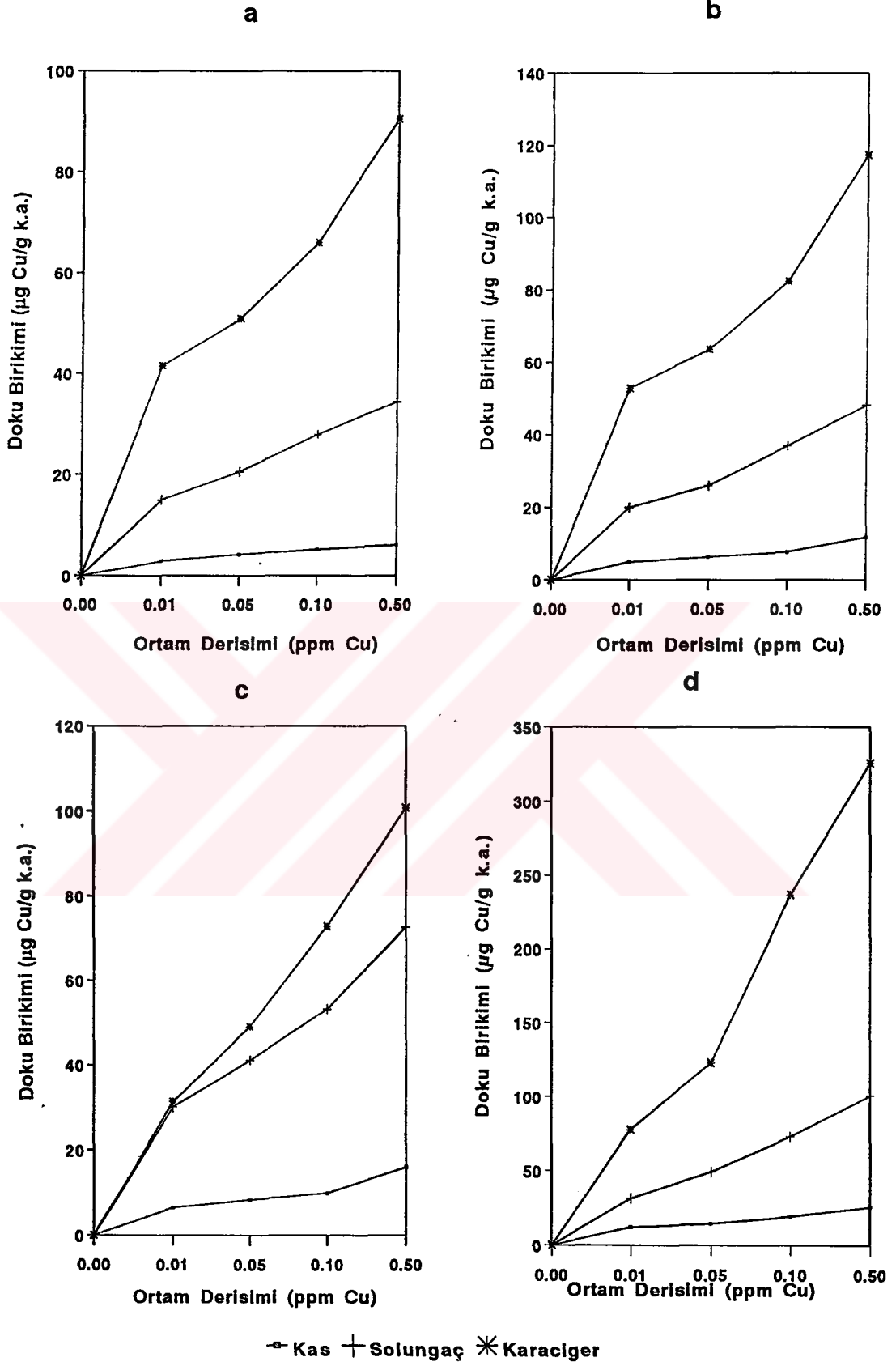
Belirli bir zaman süreci dikkate alındığında bakırın ortam derişimindeki artış solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki bakır birikimini artırmıştır. Belirli bir ortam derişiminde solungaç, karaciğer ve kas dokularında biriken bakır miktarı birinci güne oranla sırasıyla 2.5, 4, 4 kat daha fazla olurken, belirlenen deney sürelerinde bakırın denenen en yüksek ortam derişiminin etkisinde incelenen doku ve organlarda biriken bakır miktarı, en düşük ortam derişimindeki birikimden sırası ile 2.5, 3. ve 2.5 kat daha fazla olmuştur (TABLO 1 - 3).

Belirlenen sürelerde bakırın denenen tüm ortam derişimlerinde karaciğer dokusundaki bakır birikimi solungaç ve kas dokusuna oranla yüksek olup, etkide kalma süresi arttıkça incelenen doku ve organlardaki bakır birikimi de artmıştır. Deney süresi sonunda doku ve organlardaki bakır düzeyi durğan bir değere ulaşmamıştır (Şekil 4). Bakır birikimi bakımından doku ve organlar arasında aşağıdaki ilişki bulunmuştur;

#### **KARACİĞER > SOLUNGAÇ > KAS**

Çinkonun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularında üç tekrarlı olarak saptanan çinko derişimlerinin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri TABLO 4 - 6'da verilmiştir.

Solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki çinko birikimi, deney süresi ve ortamdaki çinko derişimine bağlı olarak artmıştır. Denenen tüm süre ve ortam derişimlerinin etkisinde incelenen doku ve organlarda çinko birikim verileri arasında önemli istatistik ayırım vardır (TABLO 4 - 6). 1, 7, 15 ve 30 günlük deney süreleri dikkate alındığında çinkonun denenen en yüksek ortam derişiminde solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki çinko birikimi kontrolle karşılaştırıldığında, karaciğerde sırasıyla 3, 4, 5 ve 7 katlık bir artış olurken, solungaç ve kas dokusunda birbirine yakın ancak karaciğerden daha düşük oranlarda artış olmuştur.



Şekil 4. Farklı ortam derişimlerinde *Cyprinus carpio*'nun solungaç, karaciger ve kas dokularında 1(a), 7(b), 15(c) ve 30)d) günlük süreler sonunda bakır birikimi.

Tablo 4: *C. carpio*'da çinkonun solungaç dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.0	98.31 $\pm$ 2.05 as	101.90 $\pm$ 3.12 as	102.69 $\pm$ 2.29 as	102.30 $\pm$ 2.12 as
0.1	159.06 $\pm$ 4.41 bs	197.85 $\pm$ 2.55 bt	227.36 $\pm$ 2.32 bx	253.14 $\pm$ 2.54 by
0.5	219.78 $\pm$ 1.67 cs	255.91 $\pm$ 3.55 ct	288.45 $\pm$ 2.17 cx	330.85 $\pm$ 3.89 cy
1.0	251.35 $\pm$ 2.81 ds	287.26 $\pm$ 1.55 dt	322.22 $\pm$ 2.91 dx	389.38 $\pm$ 1.40 dy
5.0	303.45 $\pm$ 2.13'es	321.09 $\pm$ 1.55 et	348.90 $\pm$ 1.83 ex	446.86 $\pm$ 2.51 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

Tablo 5: *C. carpio*'da çinkonun karaciğer dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.0	77.81 $\pm$ 0.77 as	73.31 $\pm$ 1.36 as	74.88 $\pm$ 1.47 as	74.37 $\pm$ 1.27 as
0.1	120.92 $\pm$ 1.66 bs	155.21 $\pm$ 1.78 bt	186.57 $\pm$ 2.04 bx	249.93 $\pm$ 1.55 by
0.5	155.61 $\pm$ 1.64 cs	178.23 $\pm$ 2.88 ct	211.56 $\pm$ 1.61 cx	271.34 $\pm$ 0.54 cy
1.0	189.80 $\pm$ 1.59 ds	251.69 $\pm$ 3.08 dt	283.04 $\pm$ 3.20 dx	344.52 $\pm$ 2.52 dy
5.0	241.68 $\pm$ 1.51 es	305.64 $\pm$ 2.23 et	348.00 $\pm$ 3.36 ex	544.96 $\pm$ 3.46 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata



Tablo 6: *C. carpio*'da çinkonun kas dokusundaki birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.0	41.82 $\pm$ 1.53 as	41.70 $\pm$ 0.46 as	41.45 $\pm$ 1.58 as	40.37 $\pm$ 0.57 as
0.1	64.16 $\pm$ 0.82 bs	74.56 $\pm$ 1.03 bt	93.90 $\pm$ 0.80 bx	114.47 $\pm$ 1.26 by
0.5	75.71 $\pm$ 1.00 cs	86.64 $\pm$ 0.52 ct	105.58 $\pm$ 0.43 cx	131.53 $\pm$ 1.17 cy
1.0	84.41 $\pm$ 1.10 ds	101.08 $\pm$ 0.94 dt	118.31 $\pm$ 1.35 dx	159.66 $\pm$ 1.85 dy
5.0	97.41 $\pm$ 1.48 es	112.69 $\pm$ 1.08 et	133.34 $\pm$ 1.01 ex	212.93 $\pm$ 1.02 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

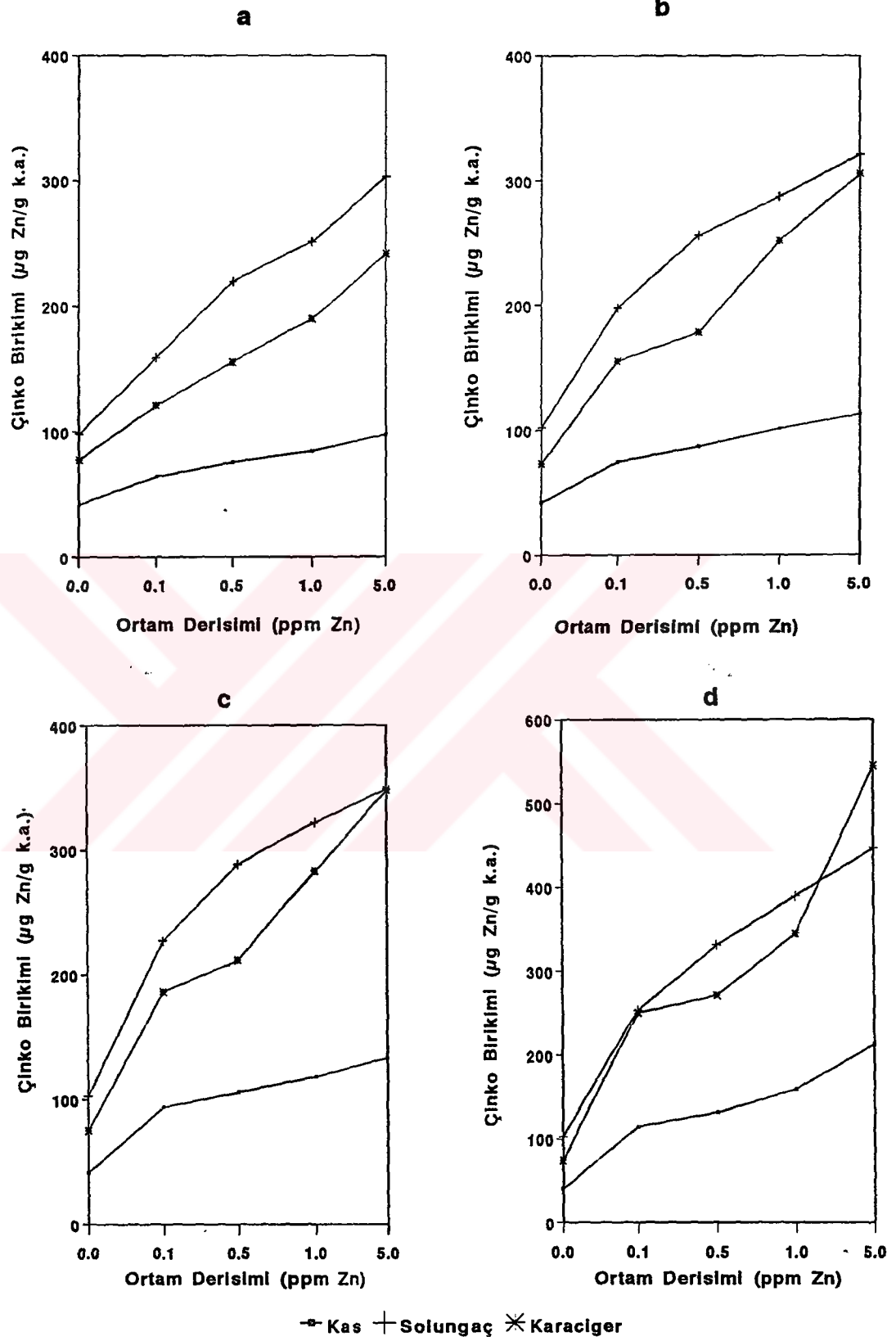
Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.01$  düzeyinde istatistik ayrım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

Çinkonun denenen tüm ortam derişimlerinde birinci ve yedinci günlerdeki çinko birikimi solungaç dokusunda karaciğer ve kasa oranla daha yüksek düzeydedir. Onbeşinci günde karaciğer dokusundaki çinko birikimi solungaçdaki çinko düzeyine ulaşmış ve otuzuncu günde bu düzeyi geçmiştir. Kas dokusundaki çinko birikimi ise diğer iki organa oranla belirlenen tüm süre ve ortam derişimlerinde çok düşük düzeydedir. Deney süresi sonunda dokulardaki çinko düzeyi durağan bir değere ulaşmamış (Şekil 5) ve çinko birikimi bakımından incelenen doku ve organlar arasında aşağıdaki ilişki bulunmuştur;

### KARACİĞER > SOLUNGAÇ > KAS

Bakır ve çinko karışımı ile yapılan üçüncü seri deneylerde ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artış solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki bakır birikimini arttırmıştır (TABLO 7 - 9). Ancak karışımın denenen en yüksek ortam derişiminin etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularında saptanan bakır birikimi, bakırın tek başına denenen en yüksek ortam derişiminin etkisinde saptanan bakır birikiminden sırasıyla %22.6, 37.17 ve 10.95 oranında daha azdır. Karışımın denenen tüm ortam derişimlerinde etkide kalma süresi arttıkça karaciğerdeki bakır birikimi, bakırın tek başına etkisinde olduğu gibi solungaç ve kasa oranla



Sekil 5. Farklı ortam derisimlerinde *Cyprinus carpio*'nun solungaç, karaciger ve kas dokularında 1(a), 7(b), 15(c) ve 30(d) günlük süreler sonunda çinko birikimi

daha fazla artmıştır. Karışımın etkisinde en düşük bakır birikimi kas dokusunda olmuştur (Şekil 6). Bakır + çinko karışımının etkisinde bakır birikimi bakımından incelenen doku ve organlar arasında aşağıdaki ilişki saptanmıştır.

### KARACİĞER > SOLUNGAÇ > KAS

Tablo 7: *C. carpio*'da solungaç dokusundaki bakır birikimi (mg Cu/g k.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	DA.	DA.	DA.	DA.
0.01 + 0.1	10.84 ± 0.44 as	16.79 ± 0.46 at	25.41 ± 0.27 ax	30.05 ± 0.84 ay
0.05 + 0.5	17.50 ± 0.37 bs	21.19 ± 0.38 bt	32.80 ± 0.50 bx	41.66 ± 0.91 by
0.10 + 1.0	22.56 ± 0.32 cs	27.52 ± 0.64 ct	43.90 ± 1.03 cx	60.55 ± 0.93 cy
0.50 + 5.0	31.22 ± 0.23 ds	36.63 ± 0.87 dt	62.63 ± 0.89 dx	73.92 ± 0.87 dy

\*=SNK : a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

DA. : Duyarlılık düzeyi altında.

Tablo 8: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki bakır birikimi (µg Cu/g k.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.

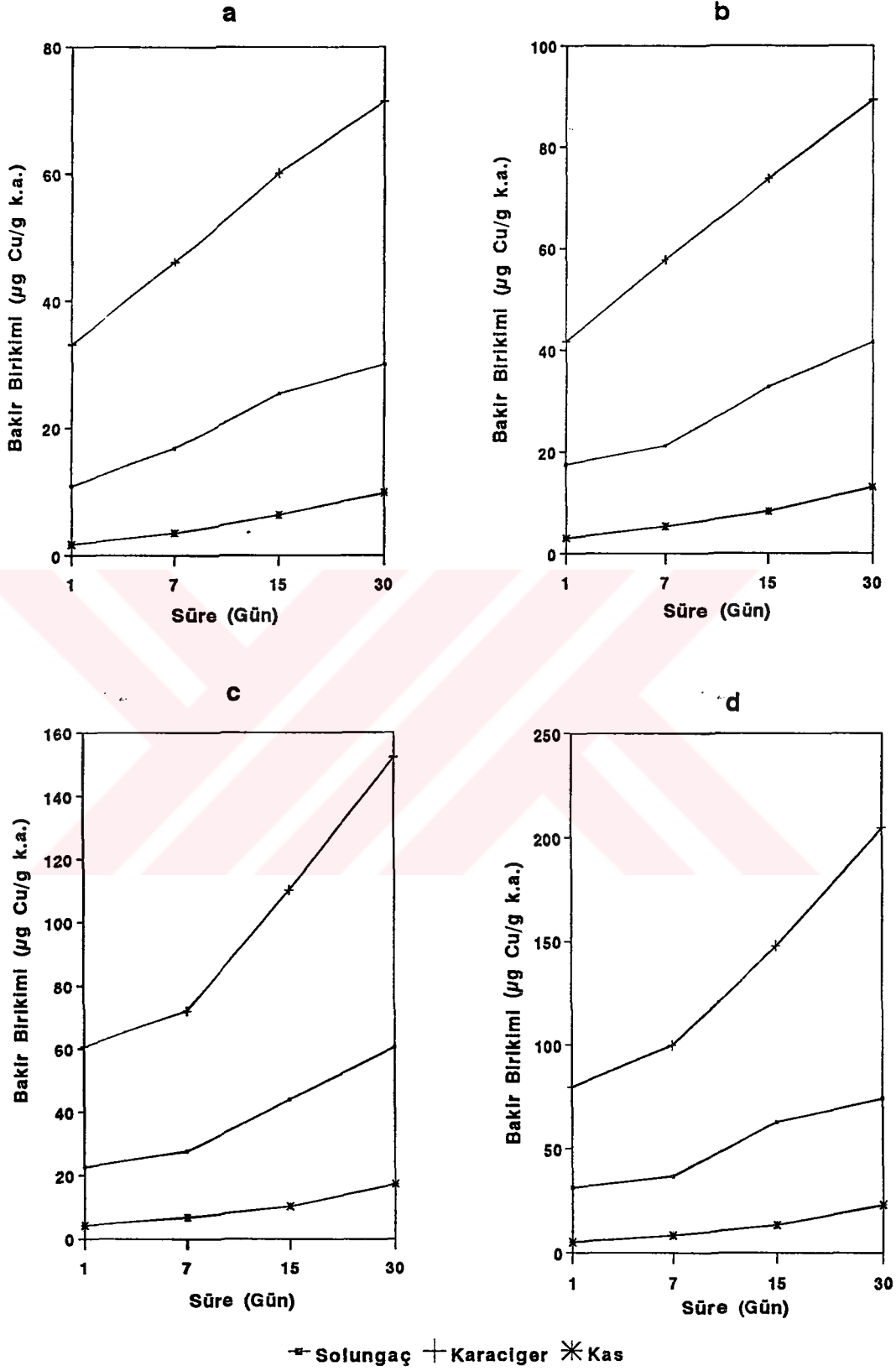
DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	DA.	DA.	DA.	DA.
0.01 + 0.1	33.11 ± 1.22 as	46.07 ± 0.83 at	60.08 ± 1.38 ax	71.41 ± 0.40 ay
0.05 + 0.5	41.76 ± 0.50 bs	57.82 ± 1.14 bt	73.75 ± 1.19 bx	89.33 ± 2.31 by
0.10 + 1.0	60.66 ± 0.88 cs	71.99 ± 1.85 ct	110.19 ± 0.81 cx	152.19 ± 3.01 cy
0.50 + 5.0	79.55 ± 1.51 ds	99.82 ± 2.79 dt	147.59 ± 3.82 dx	204.62 ± 4.71 dy

\*=SNK : a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

DA. : Duyarlılık düzeyi altında.



Sekil 6. *Cyprinus carpio*'da 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn(a), 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn(b), 0.1ppm Cu + 1.0ppm Zn(c) ve 0.5ppm Cu + 5.0ppm Zn(d) ortam derisimleri etkisinde solungaç, karaciger ve kas dokularında bakır birikimi.

Tablo 9: *C. carpio*'da kas dokusundaki bakır birikimi ( $\mu\text{g Cu/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	DA.	DA.	DA.	DA.
0.01 + 0.1	1.71 $\pm$ 0.04 as	3.48 $\pm$ 0.05 at	6.30 $\pm$ 0.09 ax	9.81 $\pm$ 0.13 ay
0.05 + 0.5	3.02 $\pm$ 0.18 bs	5.34 $\pm$ 0.12 bt	8.26 $\pm$ 0.24 bx	13.07 $\pm$ 0.05 by
0.10 + 1.0	4.17 $\pm$ 0.11 cs	6.76 $\pm$ 0.04 ct	10.19 $\pm$ 0.14 cx	17.28 $\pm$ 0.33 cy
0.50 + 5.0	5.25 $\pm$ 0.02 ds	8.48 $\pm$ 0.03 dt	13.31 $\pm$ 0.10 dx	22.86 $\pm$ 0.38 dy

\*=SNK : a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

Bakır + çinko karışımının belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularında biriken çinko derişimleri arasında önemli istatistik ayırım vardır (TABLO 10 - 12). Karışımın etkisinde incelenen doku ve organlardaki çinko birikimi, çinkonun tek başına etkisinde saptanan çinko birikiminden daha düşüktür. Bu düşme deney süresi sonunda karışım ile çinkonun denenen en yüksek ortam derişimleri esas alındığında solungaç, karaciğer ve kas dokularında sırasıyla %25.38, 38.63 ve 25.62 oranında olmuştur.

Tablo 10: *C. carpio*'da solungaç dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri.

DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	102.67 $\pm$ 1.47 as	103.78 $\pm$ 0.64 as	104.45 $\pm$ 0.76 as	106.78 $\pm$ 0.96 as
0.01 + 0.1	141.70 $\pm$ 0.34 bs	165.85 $\pm$ 1.64 bt	186.95 $\pm$ 0.51 bx	205.08 $\pm$ 1.79 by
0.05 + 0.5	167.78 $\pm$ 1.44 cs	187.54 $\pm$ 1.77 ct	213.74 $\pm$ 1.25 cx	254.37 $\pm$ 1.32 cy
0.10 + 1.0	195.21 $\pm$ 1.13 ds	223.62 $\pm$ 1.59 dt	264.72 $\pm$ 1.74 dx	294.72 $\pm$ 1.84 dy
0.50 + 5.0	228.50 $\pm$ 1.28 es	278.12 $\pm$ 1.98 et	294.13 $\pm$ 2.58 ex	333.49 $\pm$ 1.71 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

Tablo 11: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri

DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	78.53 $\pm$ 2.07 as	81.86 $\pm$ 1.17 as	80.09 $\pm$ 0.43 as	78.93 $\pm$ 1.36 as
0.01 + 0.1	92.12 $\pm$ 1.45 bs	119.99 $\pm$ 1.06 bt	151.83 $\pm$ 1.49 bx	206.56 $\pm$ 1.50 by
0.05 + 0.5	119.85 $\pm$ 0.83 cs	156.85 $\pm$ 1.29 ct	188.50 $\pm$ 1.58 cx	244.15 $\pm$ 1.13 cy
0.10 + 1.0	151.14 $\pm$ 1.16 ds	188.43 $\pm$ 0.94 dt	216.86 $\pm$ 0.97 dx	281.54 $\pm$ 1.03 dy
0.50 + 5.0	190.37 $\pm$ 1.63 es	255.13 $\pm$ 1.34 et	268.05 $\pm$ 0.71 ex	334.46 $\pm$ 1.47 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

Tablo 12: *C. carpio*'da kas dokusundaki çinko birikimi ( $\mu\text{g Zn/g k.a.}$ ) üzerine bakır + çinko ortam derişimi ve sürenin etkileri

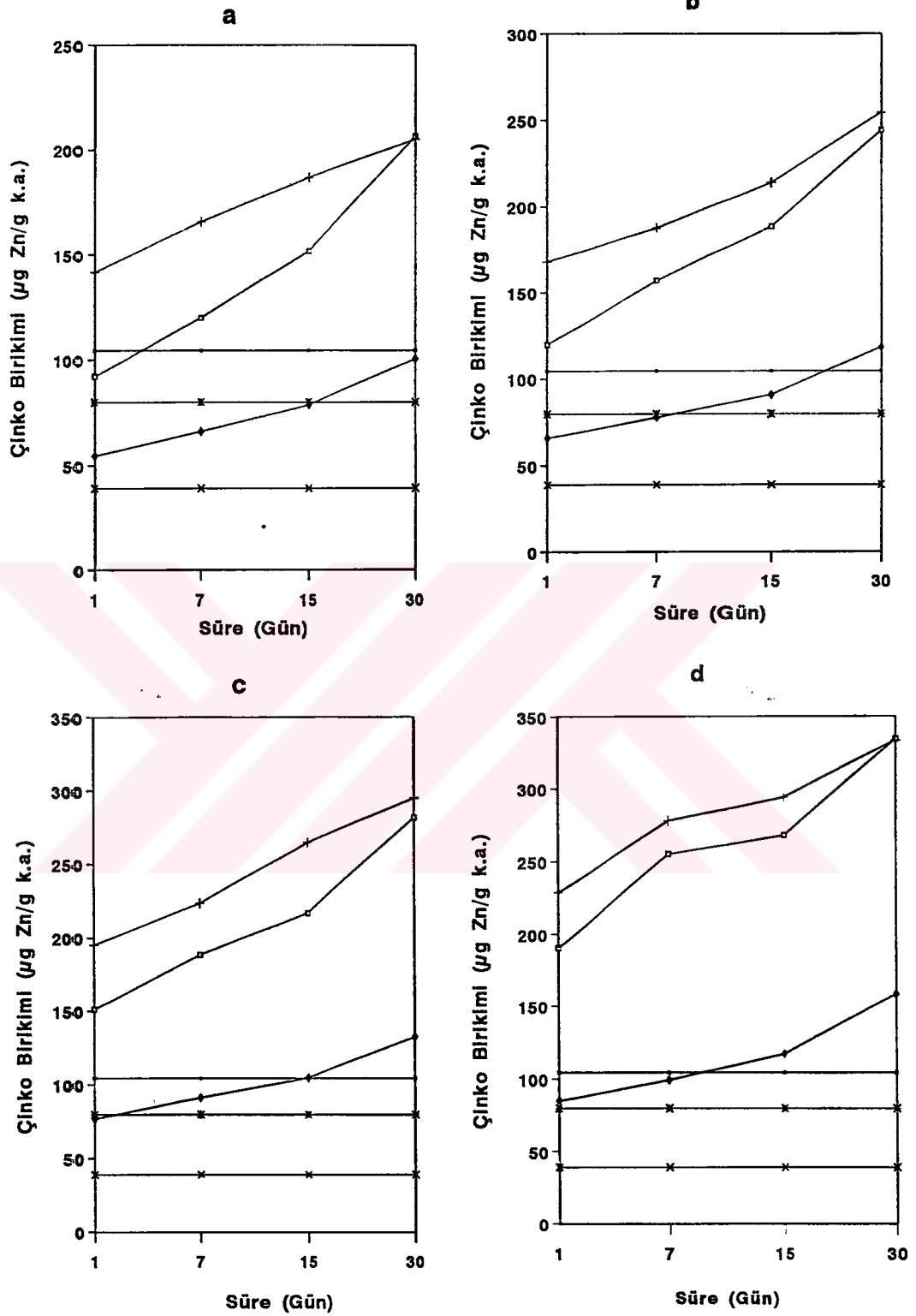
DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *	X $\pm$ Sx *
0.00	37.57 $\pm$ 1.28 as	38.32 $\pm$ 1.18 as	39.72 $\pm$ 0.94 as	40.71 $\pm$ 0.86 as
0.01 + 0.1	54.54 $\pm$ 0.75 bs	66.10 $\pm$ 0.26 bt	78.65 $\pm$ 0.57 bx	100.45 $\pm$ 0.68 by
0.05 + 0.5	65.99 $\pm$ 0.53 cs	77.83 $\pm$ 1.09 ct	90.81 $\pm$ 1.04 cx	118.26 $\pm$ 1.00 cy
0.10 + 1.0	76.87 $\pm$ 0.38 ds	91.29 $\pm$ 1.58 dt	104.66 $\pm$ 0.84 dx	132.31 $\pm$ 1.63 dy
0.50 + 5.0	84.95 $\pm$ 1.04 es	99.16 $\pm$ 0.58 et	117.23 $\pm$ 1.40 ex	158.39 $\pm$ 2.21 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X  $\pm$  Sx : Aritmetik ortalama  $\pm$  Standart hata

Karışımın denenen en düşük ve en yüksek ortam derişimlerinde otuzuncu gün dışında tüm süre ve ortam derişimlerinde solungaç dokusundaki çinko birikimi karaciğere oranla daha yüksek düzeydedir (Şekil 7). Bakır + çinko karışımının etkisinde çinko birikimi bakımından incelenen doku ve organlar arasında aşağıdaki ilişki saptanmıştır.

**SOLUNGAÇ > KARACİĞER > KAS**



— Solungaç kontrol + Solungaç \* Karaciğer kontrol □ Karaciğer × Kas kontrol ◆ Kas

Sekil 7. *Cyprinus carpio*'da 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn(a), 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn(b), 0.1ppm Cu + 1.0ppm Zn(c) ve 0.5ppm Cu + 5.0ppm Zn(d) ortam derisimleri etkisinde solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki çinko birikimi.

Bakır etkisinde solungaç dokusunda saptanan protein derişimleri, 0.01 ppm Cu ortam derişiminde 7 ve 15. günler arasında ve 0.5 ppm Cu ortam derişiminde 7 ve 30. günler arasında değişim göstermemiştir. Bunların dışında denenen tüm ortam derişimlerinin etkisinde protein derişimi deney süresi sonunda birinci güne oranla yaklaşık 2 - 2.5 kat artmıştır. Birinci günde 0.5 ppm Cu dışında denenen ortam derişimlerinin etkisinde solungaç dokusunda belirlenen protein derişimi ile kontrol grubu arasında önemli ayırım yoktur. Diğer sürelerde ise ortam derişimindeki artış protein derişimini yaklaşık 3 - 3.5 kat arttırmıştır (TABLO 13).

Tablo 13: *C. carpio*'da solungaç dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	19.94 ± 1.56 as	19.70 ± 0.14 as	20.24 ± 0.60 as	19.30 ± 0.39 as
0.01	18.87 ± 0.94 as	42.62 ± 1.77 bt	41.67 ± 2.07 bt	28.89 ± 1.55 bx
0.05	21.97 ± 1.24 as	55.56 ± 0.71 ct	29.48 ± 1.44 cx	64.15 ± 1.45 cy
0.10	23.07 ± 0.98 as	72.47 ± 2.56 dt	32.93 ± 0.83 cx	57.90 ± 1.65 dy
0.50	35.26 ± 1.94 bs	79.09 ± 1.60 dt	59.01 ± 1.61 dx	76.57 ± 1.11 et

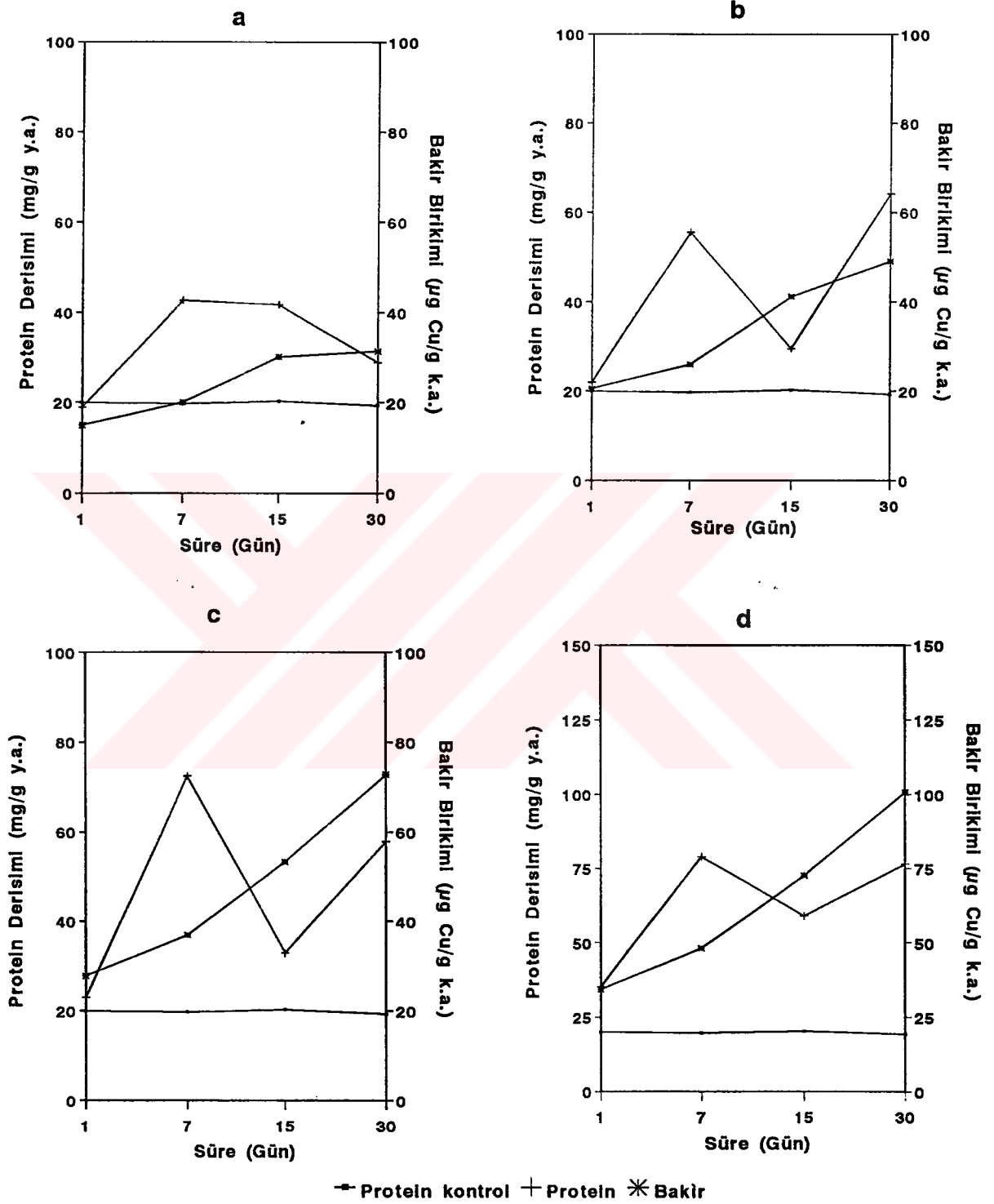
\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $F < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakırın denenen süre ve ortam derişimlerinde solungaç dokusundaki bakır birikimi lineer bir artış gösterirken, protein derişiminde dalgalanmalar saptanmıştır. 0.01 ppm Cu dışındaki ortam derişimlerinde solungaç protein derişimi yedinci ve otuzuncu günlerde artarken, onbeşinci günde düşmüştür. Ancak bu düşme kontrol düzeyinin çok üstündedir. 0.01 ppm Cu etkisinde solungaç protein derişimi yedinci günde kontrole oranla artarken, yedi ile onbeşinci günler arasında durağan kalmış, otuzuncu günde ise düşmüştür (Şekil 8).





Sekil 8. *Cyprinus carpio*'da solungaç doku protein düzeyi üzerine 0.01(a), 0.05(b), 0.1(c) ve 0.5(d) ppm bakır ortam derisimlerinin etkileri.

Çinko etkisinde solungaç dokusunun protein derişimi birinci günde 0.1 ppm Zn ortam derişimi dışında denenen tüm süre ve ortam derişimlerinde kontrole oranla önemli değişim göstermiştir (TABLO 14). 0.1 ve 0.5 ppm Zn etkisinde 30. gün sonunda solungaç dokusundaki çinko birikimine paralel olarak protein derişiminde birinci güne oranla 1.5 - 2 katlık lineer bir artış vardır. 1.0 ve 5.0 ppm Zn ortam derişimlerinde solungaç dokusundaki çinko birikimi etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak artarken, 1.0 ppm Zn etkisinde solungaç dokusundaki protein derişimi 7. ve 30. günlerde artmış, 15. günde ise %12 oranında düşmüştür. Protein derişimi 5.0 ppm Zn ortam derişiminde 15. gün dışında durağan bir düzeyde kalmıştır (Şekil 9).

Tablo 14: *C. carpio*'da solungaç dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

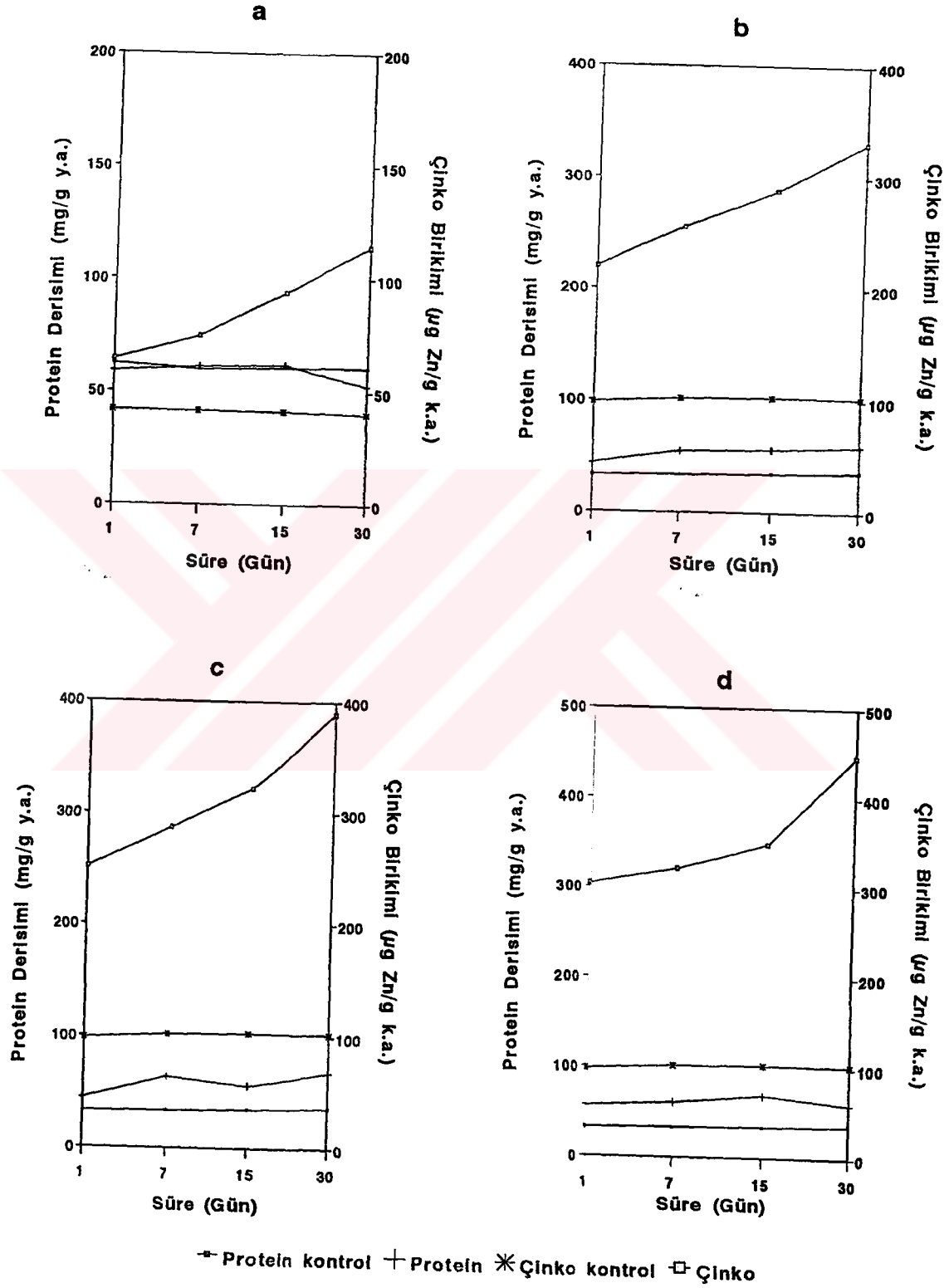
DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE							
	1. Gün		7. Gün		15. Gün		30. Gün	
	X ± Sx	*	X ± Sx	*	X ± Sx	*	X ± Sx	*
0.0	33.26 ± 1.86	as	33.95 ± 0.64	as	34.96 ± 1.07	as	36.39 ± 0.80	as
0.1	34.36 ± 0.79	as	54.56 ± 1.44	bt	55.85 ± 1.05	bt	62.94 ± 0.92	bx
0.5	43.49 ± 1.52	bs	54.95 ± 1.19	bt	56.48 ± 1.34	bt	59.83 ± 0.95	bt
1.0	44.63 ± 1.95	bs	64.11 ± 0.86	ct	56.23 ± 1.18	bx	68.37 ± 1.30	ct
5.0	57.15 ± 1.64	cs	61.31 ± 0.94	cs	69.88 ± 1.55	ct	59.99 ± 1.03	bs

\*=SNK : a, b ve c derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

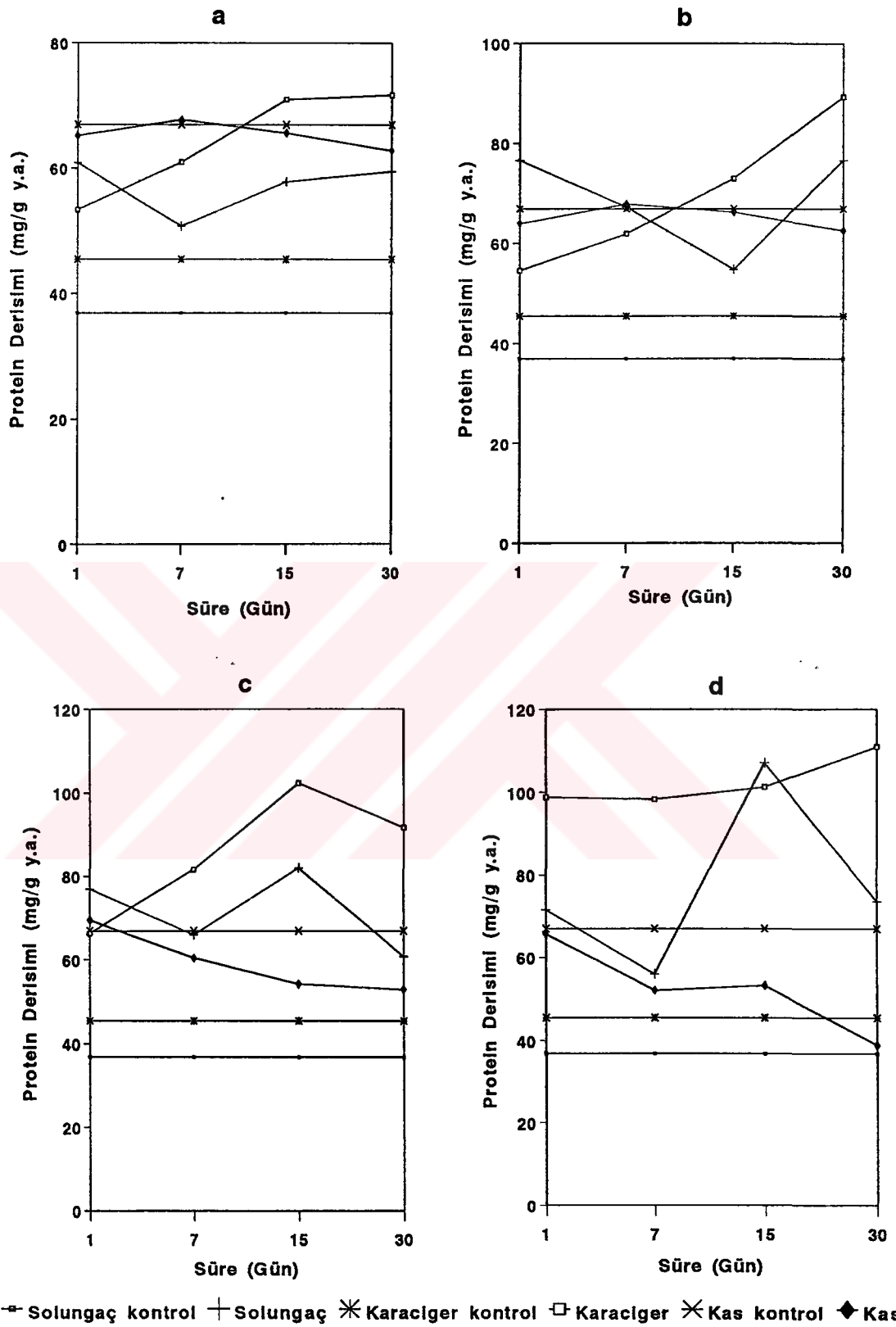
Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakır + çinko karışımının denenen tüm süre ve ortam derişimlerinin etkisinde solungaç dokusunun protein derişimi kontrole oranla önemli artış göstermiştir (TABLO 15). 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn derişiminin etkisinde deney süresi sonunda solungaç dokusunun protein derişimi 1. güne oranla önemli bir değişim göstermemiştir. Protein derişimi 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn etkisinde 7. ve 15. günlerde birinci güne oranla önemli bir düşme gösterirken, 30. günde tekrar ilk gündeki düzeye ulaşmıştır. Karışımın denenen en yüksek ortam derişiminde, protein derişimi 7. ve 15. günlerde sırasıyla %21'lik bir azalma ve %50'lik bir artıştan sonra, 30. günde tekrar birinci gündeki düzeyine ulaşmıştır (Şekil 10).



Sekil 9. *Cyprinus carpio*'da solungaç doku protein düzeyi üzerine 0.1(a), 0.5(b), 1.0(c) ve 5.0(d) ppm çinko ortam derisimlerinin etkileri.



Sekil 10. *Cyprinus carpio*'da solungaç, karaciger ve kas dokularındaki protein düzeyleri üzerine 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn(a), 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn(b), 0.1ppm Cu + 1.0ppm Zn(c) ve 0.5ppm Cu + 5.0ppm Zn(d) ortam derisimlerinin etkileri.

Tablo 15: *C. carpio*'da solungaç dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	36.34 ± 2.10 as	36.15 ± 1.20 as	36.15 ± 1.20 as	37.63 ± 0.47 as
0.01 + 0.1	60.87 ± 2.35 bs	50.74 ± 2.15 bs	57.87 ± 1.83 bs	59.48 ± 1.85 bs
0.05 + 0.5	76.58 ± 1.54 cs	67.27 ± 0.18 ct	54.75 ± 0.37 bx	76.63 ± 2.47 cs
0.10 + 1.0	77.01 ± 1.28 cs	65.96 ± 2.31 ct	82.05 ± 1.74 cs	60.82 ± 1.13 bt
0.50 + 5.0	71.47 ± 0.87 cs	55.97 ± 0.94 bt	107.01 ± 1.02 dx	73.54 ± 1.41 cs

\*=SNK : a, b, c ve d derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakır etkisinde karaciğer protein derişimi birinci günde 0.01 ppm Cu ortam derişimi dışında etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa paralel olarak kontrole oranla önemli düzeyde artmıştır (TABLO 16). Karaciğer protein derişimi, bakırın tüm ortam derişimlerinde otuzuncu güne kadar olan yükselme, ortam derişimi ve buna bağı olarak karaciğer bakır birikimi ile doğru orantılıdır (Şekil 11).

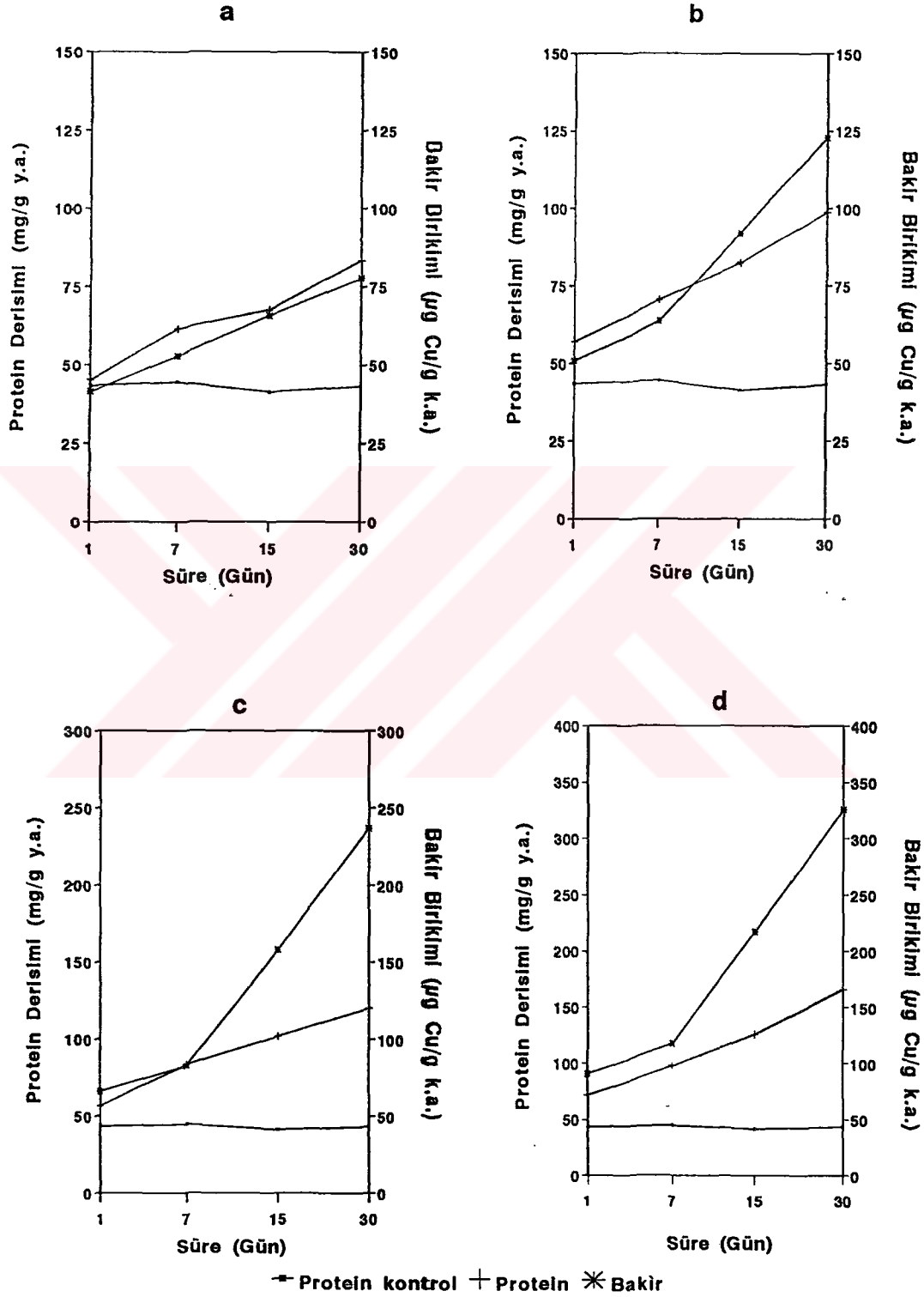
Tablo 16: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	43.49 ± 0.68 as	44.55 ± 0.60 as	41.31 ± 0.66 as	43.21 ± 1.08 as
0.01	45.25 ± 2.59 as	61.49 ± 1.96 bt	67.46 ± 2.60 bt	83.49 ± 0.79 bx
0.05	57.02 ± 2.08 bs	70.47 ± 0.52 bt	82.40 ± 2.02 cx	98.66 ± 2.83 cy
0.10	56.49 ± 1.29 bs	83.06 ± 1.27 ct	101.85 ± 3.22 dx	120.25 ± 1.92 dy
0.50	71.52 ± 1.88 cs	97.40 ± 3.95 dt	125.57 ± 2.23 ex	165.99 ± 3.31 ey

\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata



Sekil 11. *Cyprinus carpio*'da karaciger doku protein düzeyi üzerine 0.01(a), 0.05(b), 0.1(c) ve 0.5(d) ppm bakır ortam derisimlerlerinin etkileri.

Çinko ile yapılan deneylerde karaciğer protein derişimi, 0.1 ppm Zn ortam derişimi dışında etkide kalma süresi ve ortam derişimine bağılı olarak kontrole oranla artmıştır. 0.1 ppm Zn ortam derişiminde 7 ve 15., 5.0 ppm Zn ortam derişiminde ise 1 ve 7. günler dışında saptanan protein verileri arasında önemli istatistik ayırım vardır (TABLO 17).

Tablo 17: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağılı etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün X ± Sx *	7. Gün X ± Sx *	15. Gün X ± Sx *	30. Gün X ± Sx *
0.0	52.33 ± 1.39 as	52.18 ± 1.38 as	50.80 ± 2.36 as	49.74 ± 2.12 as
0.1	53.91 ± 1.49 as	70.41 ± 1.38 bt	74.01 ± 0.98 bt	97.13 ± 2.03 bx
0.5	66.23 ± 2.21 bs	81.61 ± 1.70 ct	99.10 ± 0.53 cx	118.10 ± 2.35 cy
1.0	74.95 ± 2.02 bs	86.27 ± 1.91 ct	95.52 ± 1.03 cx	113.22 ± 1.22 cy
5.0	72.27 ± 2.87 bs	80.45 ± 1.21 cs	114.79 ± 2.64 dt	135.83 ± 1.51 dx

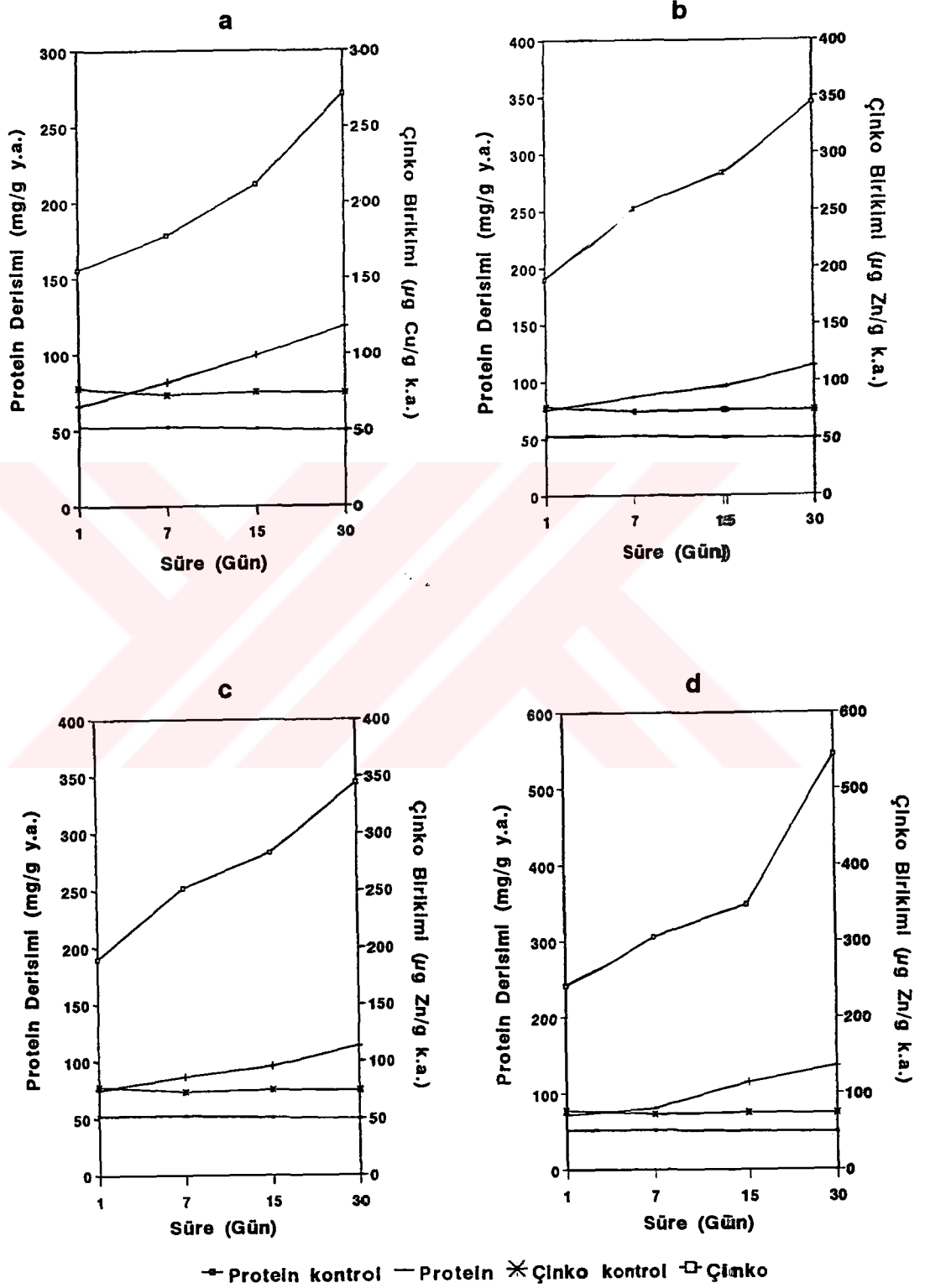
\*=SNK : a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Çinkonun farklı süre ve ortam derişimlerinin etkisinde karaciğerdeki çinko birikimine paralel olarak protein derişimi artarak, deney süresi sonuna değin protein derişimi durağan bir değere ulaşmamıştır (Şekil 12). 1, 7, 15 ve 30 günlük deney süreleri sonunda çinkonun denenen en yüksek ortam derişiminde karaciğerde belirlenen protein derişimi, en düşük ortam derişiminde belirlenenden 1.5 kat kadar fazladır.

Bakır + çinko karışımı ile yapılan üçüncü seri deneylerde karışımın 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn derişimi dışında belirlenen süre ve ortam derişimlerinde karaciğer protein derişiminde saptanan artış kontrole oranla istatistik olarak önemlidir (TABLO 18). Karışımın 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ve 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn derişimlerinin etkisinde karaciğer protein derişimi 15. günde maksimum düzeyine ulaşmış, 30. günde 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn etkisinde durağan bir düzeyde kalmış, 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn etkisinde ise düşme göstermiştir. Karışımın 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn ortam derişiminin etkisinde protein derişimi lineer olarak artarken, denenen en yüksek ortam derişiminde tüm sürelerde durağan kalmıştır (Şekil 10).



Sekil 12. *Cyprinus carpio*'da karaciger doku protein düzeyi üzerine 0.1(a), 0.5(b), 1.0(c) ve 5.0(d) ppm çinko ortam derisimlerinin etkileri.



Tablo 18: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM ( ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	43.00 ± 1.10 as	46.21 ± 1.27 as	46.53 ± 1.93 as	46.13 ± 0.89 as
0.01 + 0.1	53.35 ± 0.52 bs	60.98 ± 0.88 bt	71.00 ± 0.98 bx	71.71 ± 1.55 bx
0.05 + 0.5	54.53 ± 1.52 bs	61.89 ± 0.86 bt	72.98 ± 1.54 bx	89.34 ± 0.49 cy
0.10 + 1.0	66.31 ± 1.17 cs	81.69 ± 1.98 ct	102.32 ± 1.77 cx	91.76 ± 1.39 cy
0.50 + 5.0	98.82 ± 1.88 ds	98.26 ± 0.61 ds	101.25 ± 1.91 cs	110.91 ± 4.10 ds

\*=SNK : a, b, c ve d derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakır ile yapılan deneylerde, kas dokusunun protein derişimi birinci günde 0.5 ppm Cu ortam derişimi dışında denenen tüm ortam derişimlerinde kontrole oranla değışim göstermemiş, belirlenen diğere sürelerde ortam derişimindeki artışa paralel olarak azalmıştır (TABLO 19).

Tablo 19: *C. carpio*'da kas dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	42.59 ± 1.50 as	42.71 ± 0.99 as	41.24 ± 1.58 as	42.00 ± 2.04 as
0.01	41.80 ± 1.21 as	31.71 ± 0.98 bt	24.60 ± 0.34 bx	21.30 ± 0.70 bx
0.05	41.89 ± 1.59 as	29.21 ± 0.40 bt	25.72 ± 0.03 bt	19.94 ± 0.85 bx
0.10	41.08 ± 1.54 as	29.16 ± 0.86 bt	17.64 ± 0.84 cx	13.00 ± 0.84 cx
0.50	33.16 ± 0.51 bs	22.68 ± 0.34 ct	14.83 ± 1.21 cx	9.223 ± 1.08 cy

\*=SNK : a, b ve c derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakırın 0.5 ppm Cu ortam derişiminde 7 - 15, 0.01 ve 0.1 ppm Cu ortam derişimlerinde 15 - 30. günler dışında kas protein derişimi etkide kalma süresi artıkça azalmıştır. Bakırın incelenen tüm ortam derişimlerinde deney süresi sonunda kas protein derişiminde saptanan düşme, birinci güne oranla yaklaşık %60 düzeyinde olmuştur.

Birinci günde bakırın 0.5 ppm Cu dışında denenen ortam derişimlerinde kas protein derişimi kontrole oranla değişim göstermezken, kas dokusundaki bakır birikimi incelenen tüm süre ve ortam derişimlerinde artış göstermiştir (Şekil 13). Birinci gün ve 0.5 ppm Cu dışında denenen süre ve ortam derişimlerinde kas protein derişimi bakır birikimine bağlı olarak düşmüştür.

Çinko ile yapılan deneylerde, kas dokusunun protein derişiminde 5.0 ppm Zn dışında 0.1 ve 0.5 ppm Zn ortam derişiminde onbeşinci günün sonuna kadar, 1.0 ppm Zn etkisinde ise 1 ve 7. günler arasında kontrole oranla önemli bir ayırım saptanamamıştır. Otuzuncu gün sonunda çinkonun en düşük ortam derişiminde kas dokusunda belirlenen protein derişimi birinci güne oranla %10 oranında düşme gösterirken, bu oran etkide kalma süresi ve ortam derişimi artıkça artmıştır (TABLO 20).

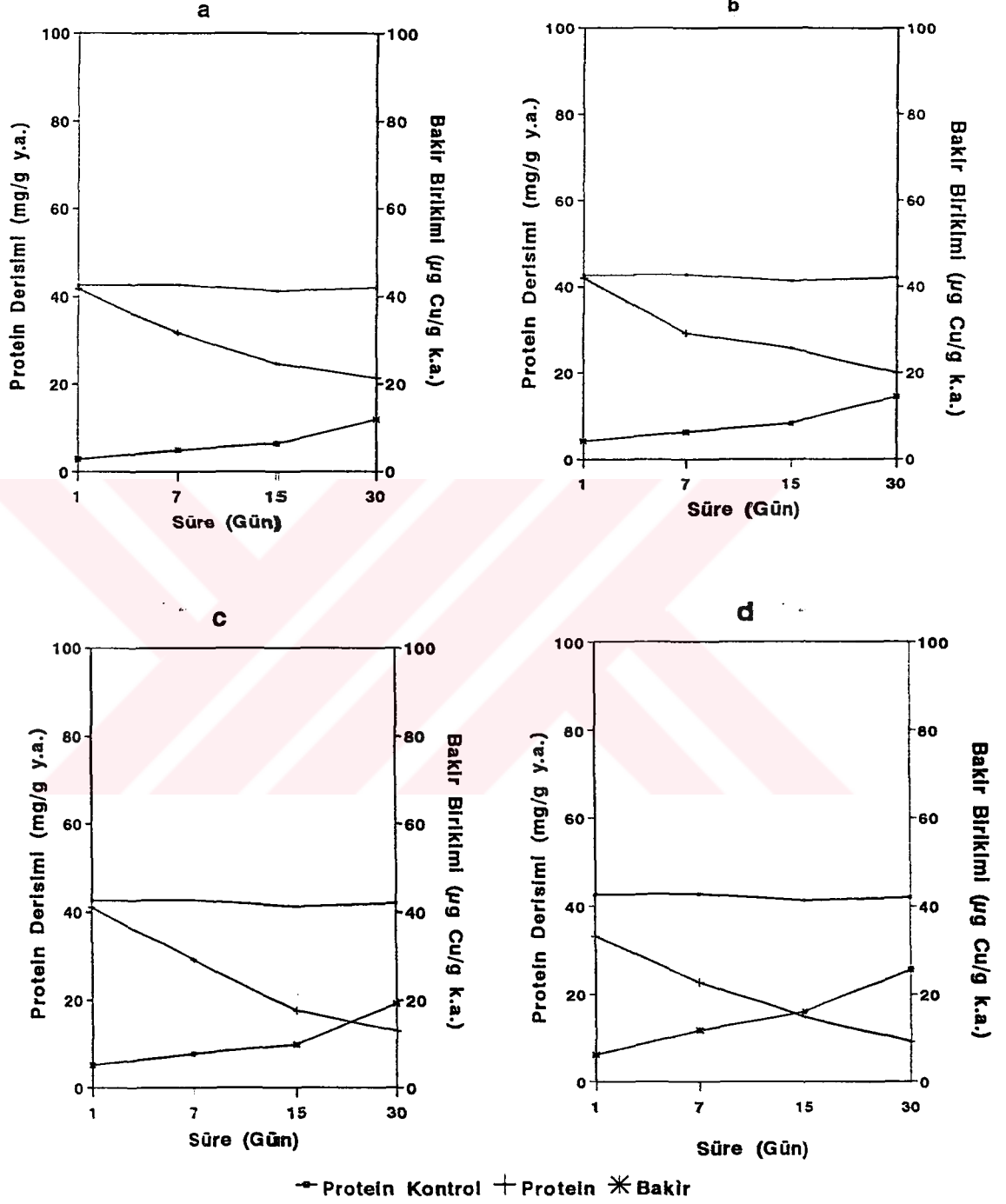
Tablo 20 *C. carpio*'da kas dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.0	62.19 ± 1.72 as	59.96 ± 1.16 as	60.61 ± 1.69 as	60.60 ± 1.48 as
0.1	58.91 ± 0.91 as	60.98 ± 0.51 as	61.76 ± 1.26 as	52.78 ± 0.85 bt
0.5	62.20 ± 0.48 as	61.20 ± 1.35 as	61.93 ± 1.75 as	53.85 ± 0.63 bt
1.0	60.64 ± 0.92 as	61.24 ± 1.52 as	49.13 ± 0.77 bt	44.96 ± 0.95 ct
5.0	49.80 ± 1.25 bs	51.99 ± 0.77 bs	38.51 ± 0.57 ct	39.74 ± 0.19 dt

\*=SNK: a, b, c ve d derişimler, s ve t harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata



Sekil 13. *Cyprinus carpio*'da kas doku protein düzeyi üzerine 0.01(a), 0.05(b), 0.1(c) ve 0.5(d) ppm bakır ortam derisimlerinin etkileri.

Çinkonun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde kas dokusundaki çinko birikimi kontrole oranla artış gösterirken, kas dokusunun protein derişimi 0.1. 0.5 ppm Zn ortam derişimlerinde 1 ve 15. günler arasında, 1.0 ppm Zn etkisinde ise yedinci güne kadar kontrole oranla değişim göstermemiştir. Buna karşılık denenen ortam derişimlerinde deney süresi sonunda protein derişiminde belirgin bir düşme saptanmıştır (Şekil 14).

Bakır + çinko karışımı ile yapılan üçüncü seri deneylerde kas dokusunun protein derişimi, birinci günde incelenen tüm ortam derişimlerinde ve karışımın 0.01ppm Cu + 0.1 ppm Zn ve, 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn derişimlerinin etkisinde deney süresi boyunca kontrol düzeyinde kalmıştır (TABLO 21). Kas protein derişimi, karışımın 0.1ppm Cu + 1.0ppm Zn ortam derişiminde yedinci gün sonunda birinci güne oranla %13 oranında bir düşme gösterirken, deney süresi sonuna kadar önemli bir değişim göstermemiştir. Karışımın 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn ortam derişiminde kas dokusunun protein derişiminde saptanan düşme etkide kalma süresi arttıkça artmıştır (Şekil 10).

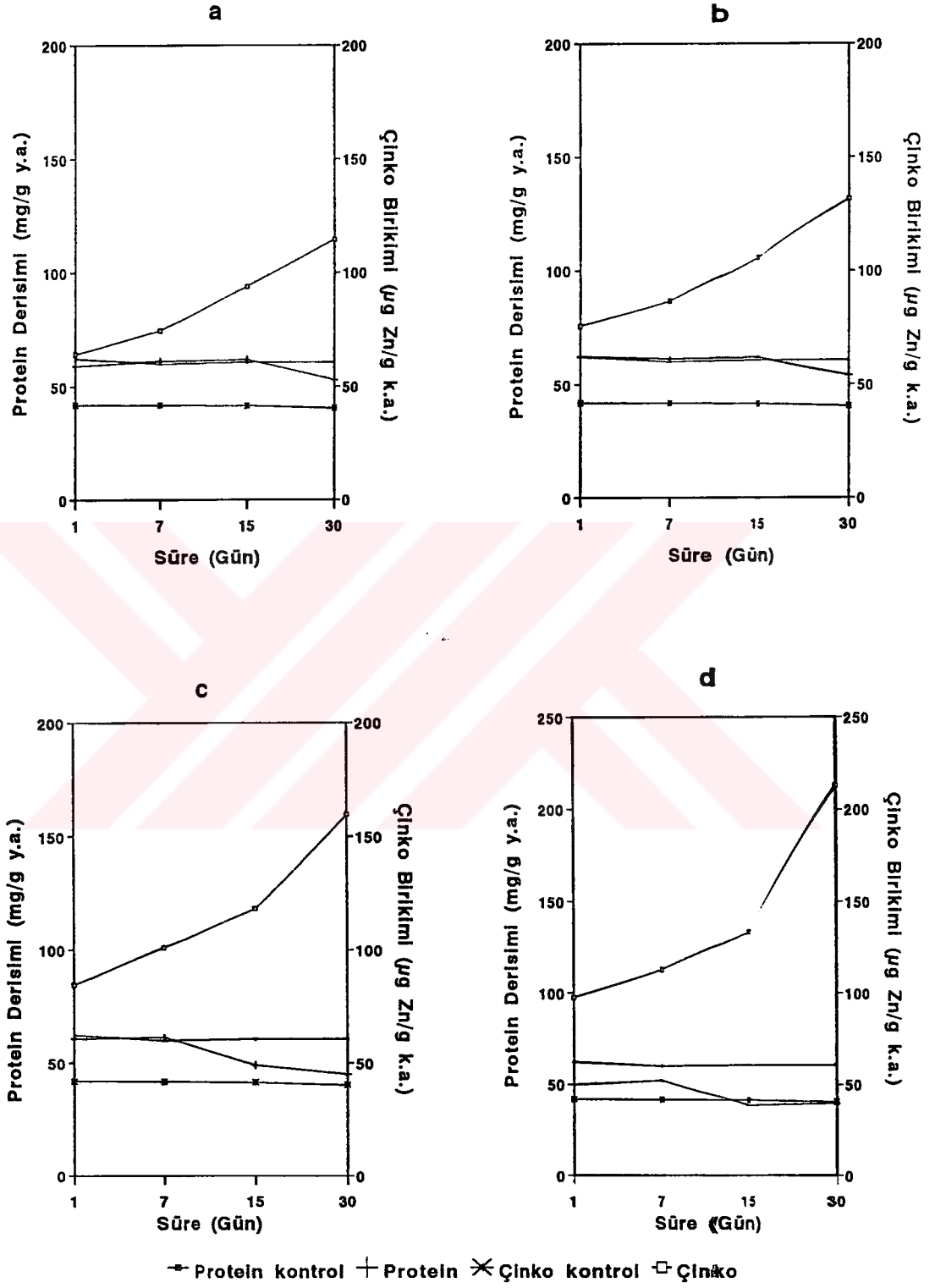
Tablo 21: *C. carpio*'da kas dokusundaki protein düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm) (Cu + Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	68.47 ± 1.74 as	64.80 ± 1.48 as	67.57 ± 2.51 as	66.91 ± 1.20 as
0.01+0.1	65.19 ± 1.02 as	67.74 ± 1.50 as	65.63 ± 1.22 as	62.82 ± 1.49 as
0.05+0.5	63.96 ± 1.32 as	67.91 ± 1.74 as	66.25 ± 1.17 as	62.55 ± 1.01 as
0.10+1.0	69.48 ± 1.71 as	60.43 ± 1.03 at	54.19 ± 0.52 bt	52.96 ± 2.00 bt
0.50+5.0	65.65 ± 1.26 as	52.08 ± 0.92 bt	53.22 ± 1.60 bt	38.95 ± 1.21 cx

\*=SNK: a, b ve c derişimler; s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata



Şekil 14. *Cyprinus carpio*'da kas doku protein düzeyi üzerine 0.1(a), 0.5(b), 1.0(c) ve 5.0(d) ppm çinko ortam derişimlerinin etkileri.

Bakırın belirli bir ortam derişiminde etkide kalma süresindeki artış, yine belirli bir sürede bakırın ortam derişimindeki artış karaciğer glikojen derişiminde düşmeye neden olmuştur. Bakırın denenen ortam derişimlerinde birinci güne oranla otuzuncu günde karaciğerin glikojen derişiminde saptanan düşme yaklaşık %57 oranında olmuştur. 1, 7, 15 ve 30 günlük deney süreleri dikkate alındığında, bakırın incelenen en yüksek ortam derişiminde karaciğerin glikojen derişimindeki düşme kontrole oranla sırasıyla %33, 50, 63, 79 oranında olmuştur (TABLO 22). Karaciğer glikojen derişimi bakırın tüm ortam derişimlerinde deney süresinin sonuna kadar düşme göstermiştir. Karaciğer glikojen derişiminde saptanan bu düşme ortam derişimi ve buna bağlı olarak karaciğerdeki bakır birikimi ile ters orantılıdır (Şekil 15).

Tablo 22: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

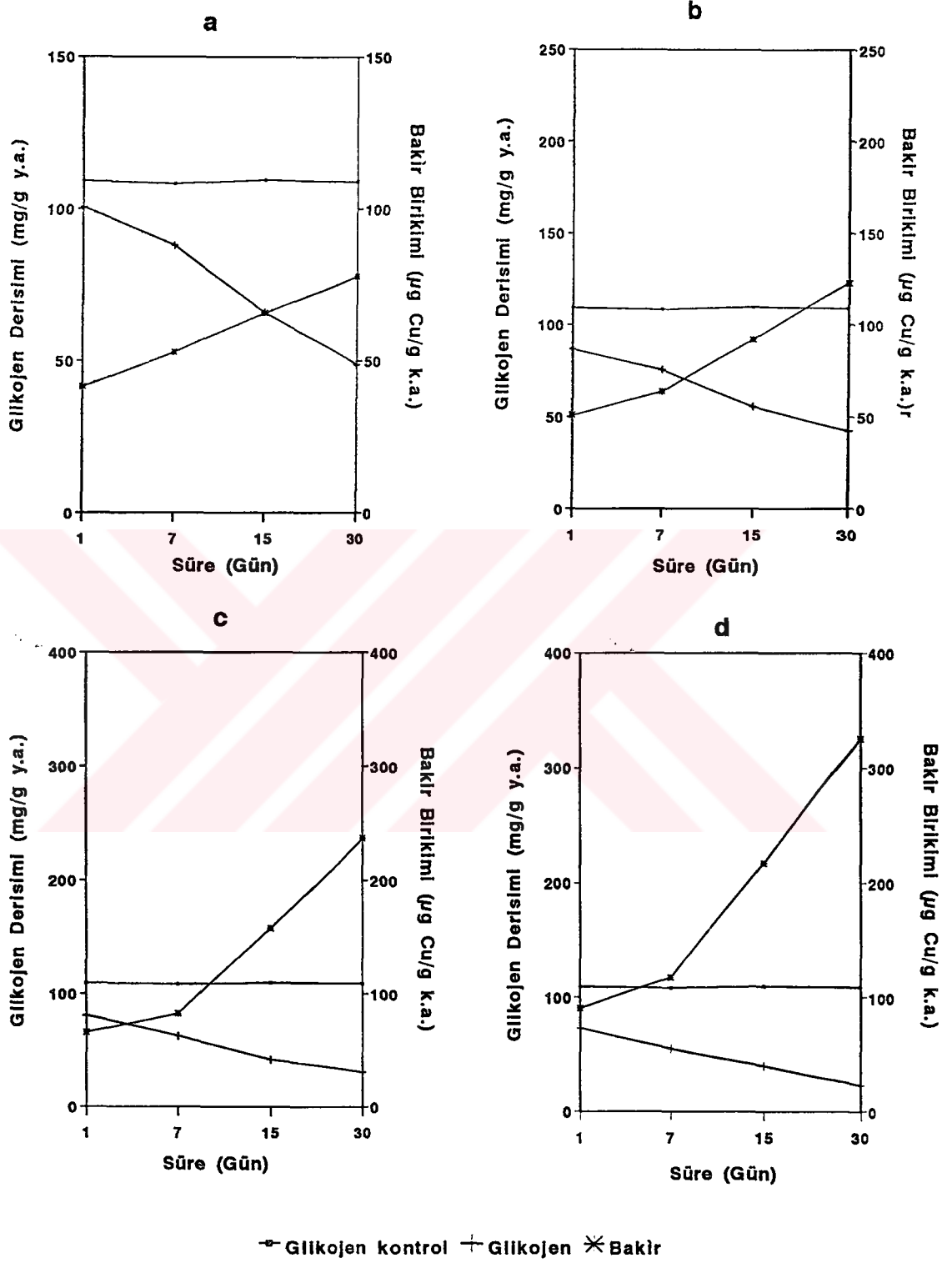
DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	109.35 ± 0.78 as	108.40 ± 3.86 as	109.59 ± 2.66 as	109.00 ± 1.96 as
0.01	100.60 ± 1.23 bs	88.05 ± 0.73 bt	65.87 ± 0.91 bx	48.69 ± 1.33 by
0.05	86.78 ± 0.50 cs	75.44 ± 1.26 ct	55.55 ± 1.96 cx	42.31 ± 1.11 by
0.10	80.74 ± 0.59 ds	62.68 ± 1.06 dt	41.78 ± 0.41 dx	30.80 ± 0.57 cy
0.50	73.15 ± 0.85 es	55.06 ± 1.22 dt	39.71 ± 0.81 dx	22.85 ± 0.45 dy

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

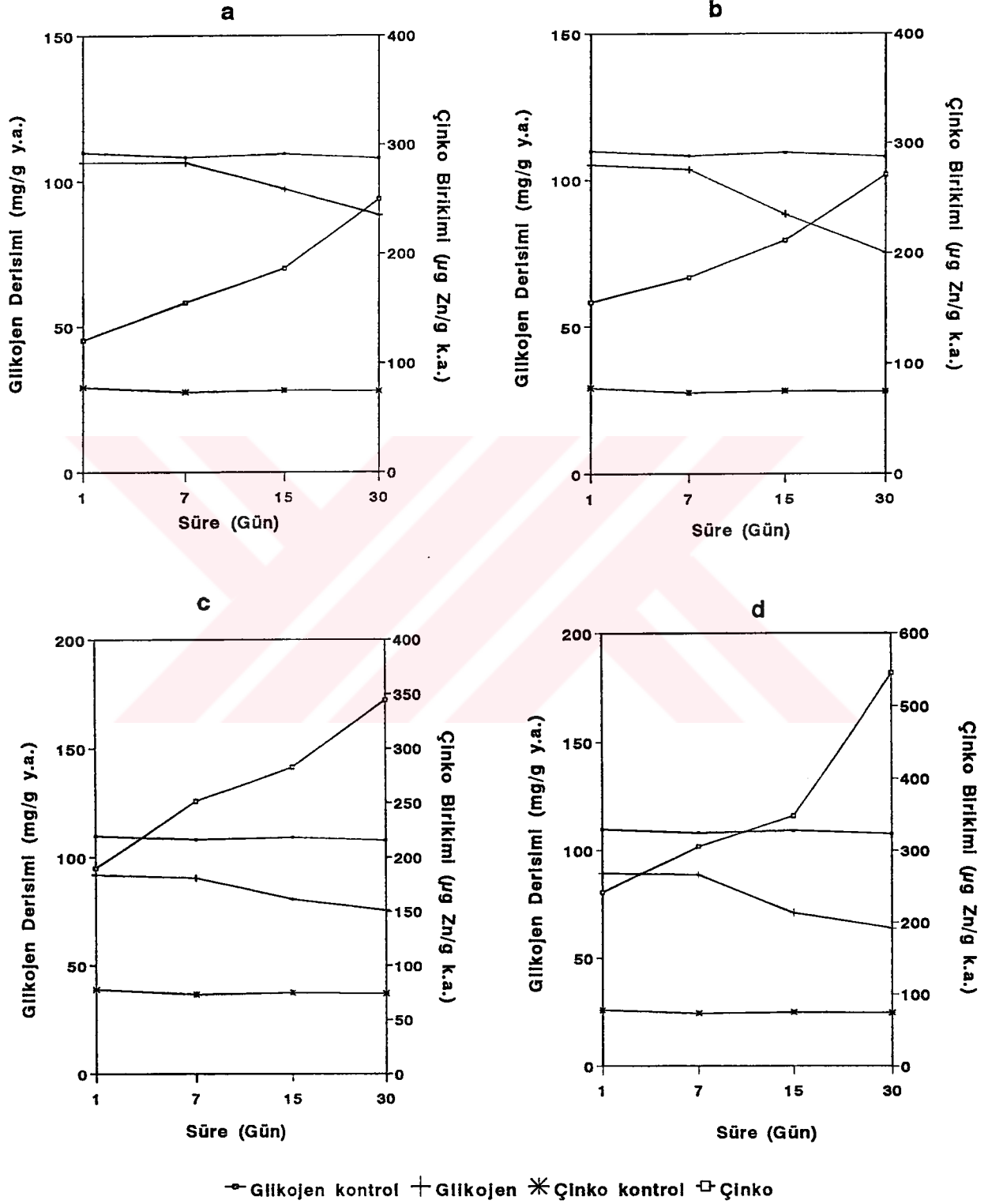
Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Çinkonun 0.1 ve 0.5 ppm Zn ortam derişimlerinin etkisinde karaciğer glikojen derişimi yedinci günün sonuna kadar kontrole oranla önemli bir değişim göstermezken, bunların dışında denenen ortam derişimlerinde etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak glikojen derişiminde saptanan düşme istatistik olarak önem taşımaktadır (TABLO 23). Çinkonun belirlenen süre ve ortam derişimlerinde karaciğerdeki çinko birikimi lineer olarak artarken, glikojen derişimi 0.1 ve 0.5 ppm Zn etkisinde bir ve yedinci günler dışında ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak düşmüştür (Şekil 16).



Sekil 15. *Cyprinus carpio*'da karaciğer glüköjen düzeyi üzerine 0.01(a), 0.05(b), 0.1(c) ve 0.5(d) ppm bakır ortam derisimlerinin süreye bağlı etkileri.



Sekil 16. *Cyprinus carpio*'da karaciger glikojen düzeyi üzerine 0.1(a), 0.5(b), 1.0(c) ve 5.0(d) ppm çinko ortam derisimlerinin süreye bağlı etkileri.



Tablo 23: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.0	109.85 ± 1.15 as	108.20 ± 1.40 as	109.32 ± 1.23 as	107.86 ± 1.15 as
0.1	106.41 ± 0.69 as	106.33 ± 0.65 as	97.22 ± 0.97 bt	88.25 ± 0.75 bx
0.5	105.27 ± 1.02 as	103.58 ± 1.70 as	88.26 ± 0.87 ct	75.09 ± 1.10 cx
1.0	91.84 ± 0.94 bs	90.39 ± 1.51 bs	80.61 ± 0.63 dt	75.48 ± 0.83 ct
5.0	89.35 ± 0.48 bs	88.75 ± 0.33 bs	71.10 ± 1.42 et	64.01 ± 0.48 dx

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler; s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Karaciğer glikojen derişimi, 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ortam derişiminde deney süresi sonuna kadar, 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn ortam derişiminin etkisinde ise 1.günde kontrole oranla değışim göstermezken, karışımın denenen en yüksek ortam derişiminde 15. günün sonuna kadar 1. güne oranla önemli bir değışim göstermemiştir. Diğer ortam derişimlerinde etkide kalma süresi arttıkça karaciğer glikojen derişiminde saptanan düşme istatistik önem taşımaktadır (TABLO 24; Şekil 17).

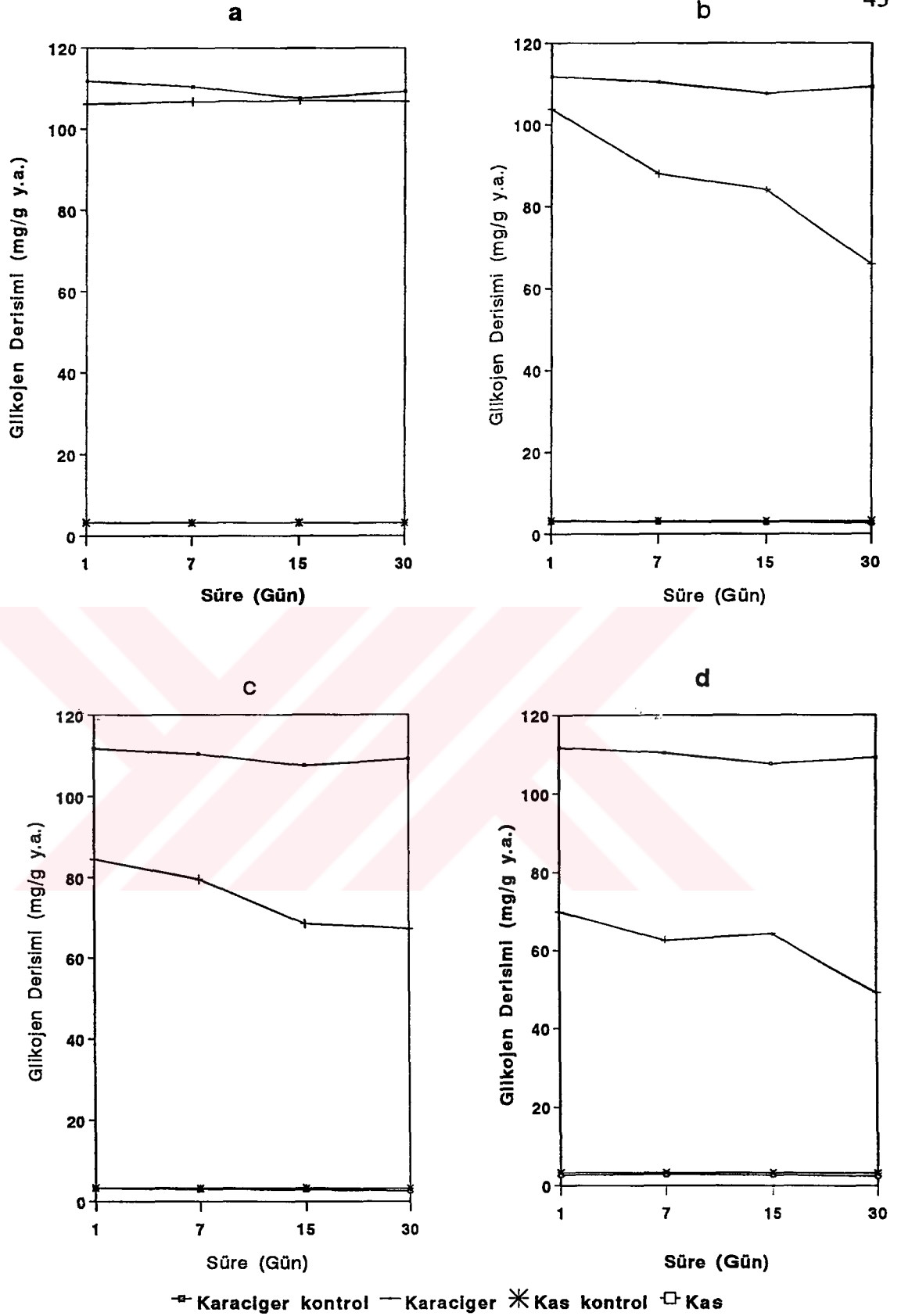
Tablo 24: *C. carpio*'da karaciğer dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
Cu + Zn	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	111.77 ± 4.07 as	110.39 ± 2.96 as	107.58 ± 3.09 as	109.22 ± 1.57 as
0.01+0.1	106.05 ± 3.00 as	106.74 ± 0.87 as	107.02 ± 1.40 as	106.80 ± 2.08 as
0.05+0.5	103.75 ± 1.28 as	88.04 ± 0.62 bt	84.13 ± 1.86 bt	65.99 ± 0.88 bx
0.10+1.0	84.48 ± 0.93 bs	79.56 ± 1.79 bs	68.48 ± 0.98 ct	67.18 ± 1.09 bt
0.50+5.0	69.84 ± 2.50 cs	62.42 ± 0.78 cs	64.23 ± 1.46 cs	49.10 ± 0.61 ct

\*=SNK: a, b ve c derişimler; s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata



Sekil 17. *Cyprinus carpio*'da karaciğer ve kas dokularındaki glikojen düzeyleri üzerine 0.01ppm Cu+0.1ppm Zn(a), 0.05ppm Cu+0.5ppmZn(b), 0.1ppm Cu+1.0ppm Zn(c) ve 0.5ppm Cu + 5.0ppm Zn(d) ortam derisimlerinin etkileri.

Birinci günde bakırın denenen tüm ortam derişimlerinde kas dokusunda saptanan glikojen derişimi kontrole oranla önemli olmayıp, etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa paralel olarak glikojen derişiminde saptanan düşme kontrole oranla istatistik olarak önemlidir (TABLO 25). Birinci gün dışında belirlenen sürelerde bakırın denenen en yüksek ortam derişiminde kontrole oranla kas glikojen derişiminde saptanan düşme sırasıyla %54, 70 ve 80 oranında olmuştur. Bakırın belirlenen ortam derişimlerinde deney süresi sonunda birinci güne oranla kas glikojen derişiminde saptanan düşme ortalama %70 oranındadır.

Tablo 25: *C. carpio*'da kas dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

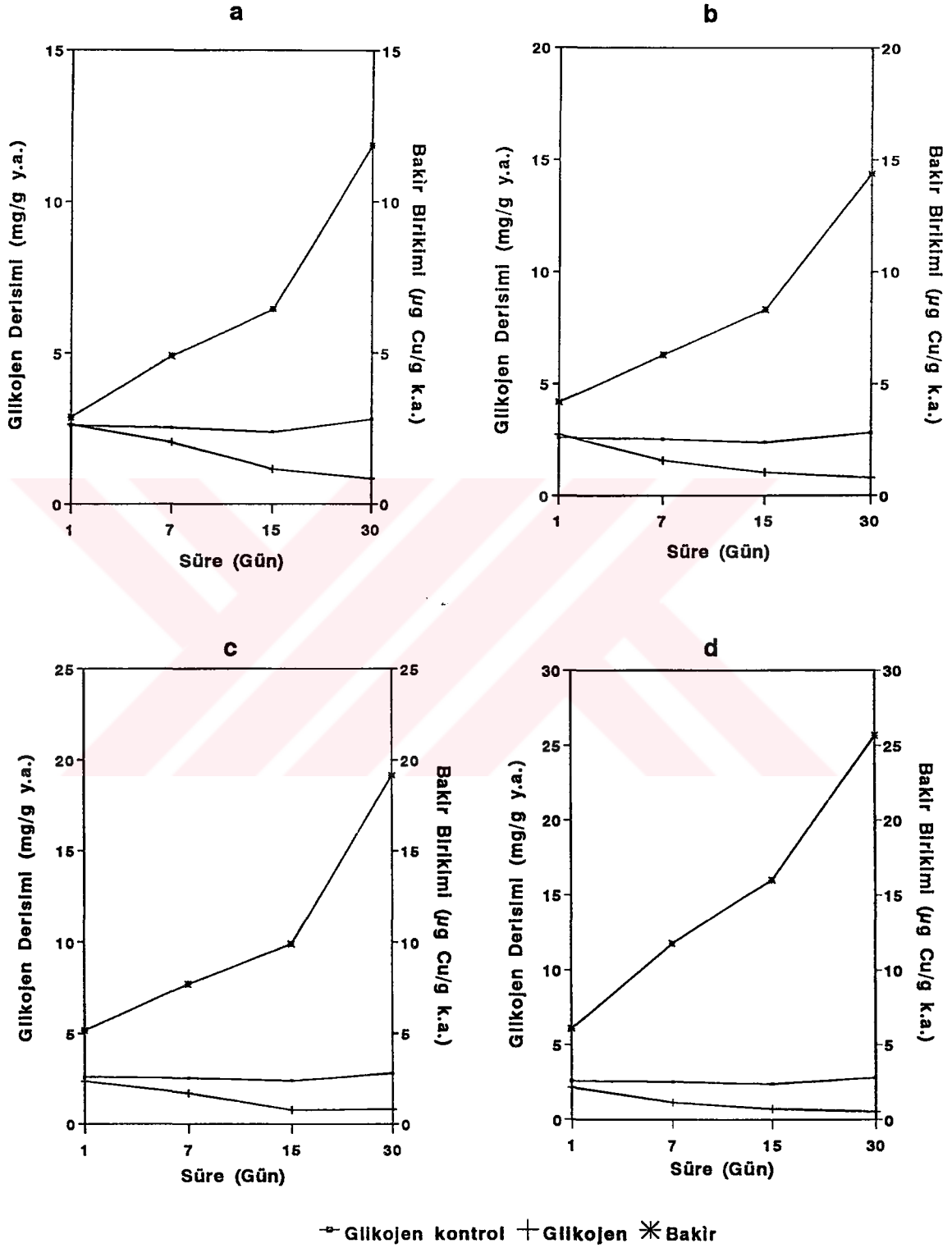
DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	2.60 ± 0.13 as	2.53 ± 0.06 as	2.38 ± 0.05 as	2.80 ± 0.08 as
0.01	2.64 ± 0.19 as	2.05 ± 0.03 bt	1.16 ± 0.03 bx	0.84 ± 0.05 bx
0.05	2.73 ± 0.17 as	1.57 ± 0.02 ct	1.04 ± 0.02 bx	0.80 ± 0.01 bx
0.10	2.37 ± 0.04 as	1.69 ± 0.02 ct	0.77 ± 0.01 cx	0.81 ± 0.02 bx
0.50	2.16 ± 0.03 as	1.15 ± 0.12 dt	0.71 ± 0.02 cx	0.54 ± 0.01 cx

\*=SNK: a, b, c ve d derişimler; s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakırın denenen tüm ortam derişimlerinin etkisinde kas dokusundaki bakır birikimi lineer bir artış gösterirken, glikojen derişimi onbeşinci güne kadar önemli bir düşme göstermiş, 15 ve 30. günler arasında ise durağan bir düzeyde kalmıştır (Şekil 18).



Sekil 18. *Cyprinus carpio*'da kas glikojen düzeyi üzerine 0.01(a), 0.05(b), 0.1(c) ve 0.5(d) ppm bakir ortam derisimlerinin etkileri.

Çinko ile yapılan deneylerde, çinkonun 0.1 ve 0.5 ppm Zn ortam derişimlerinin etkisinde kas dokusunda belirlenen glikojen derişimi onbeşinci günün sonuna kadar kontrole oranla önemli bir değişim göstermemiş, deney süresi sonunda ve artan ortam derişimlerinde saptanan düşme istatistik bakımdan önemlidir. 1, 7, 15 ve 30 günlük deney süreleri dikkate alındığında çinkonun denenen en yüksek ortam derişiminde kontrole oranla kas glikojen derişiminde saptanan düşme sırasıyla %18, 21, 28 ve 56 oranında olurken, çinkonun belirlenen ortam derişimlerinde deney süresi sonunda birinci güne oranla glikojen derişiminde saptanan düşme ortalama %38 oranında olmuştur (TABLO 26).

Tablo 26: *C. carpio*'da kas dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

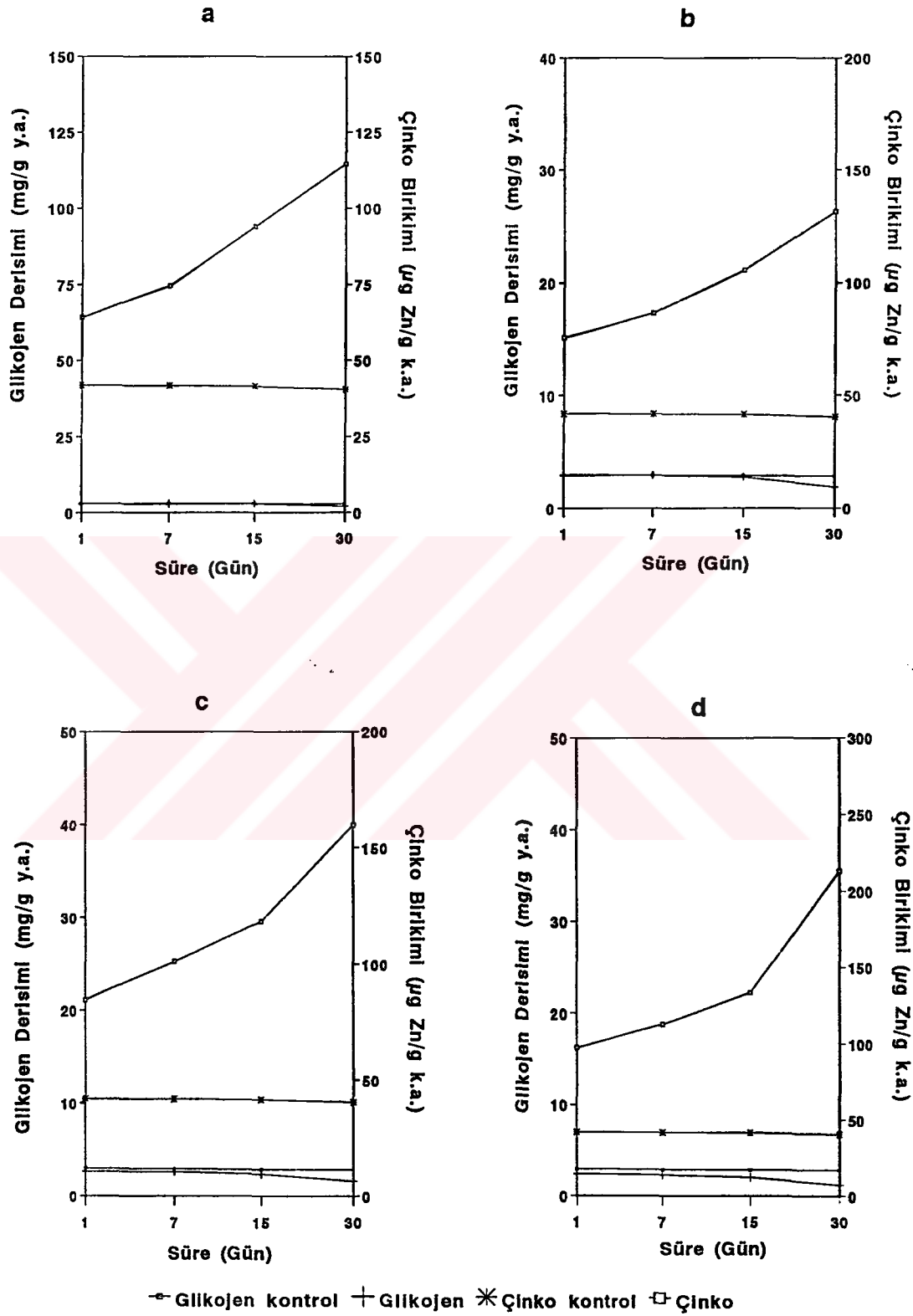
DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	2.94 ± 0.02 as	2.90 ± 0.03 as	2.85 ± 0.09 as	2.81 ± 0.03 as
0.1	2.94 ± 0.12 as	2.90 ± 0.04 as	2.84 ± 0.06 as	2.11 ± 0.05 bt
0.5	2.88 ± 0.03 as	2.91 ± 0.04 as	2.73 ± 0.05 as	1.82 ± 0.02 ct
1.0	2.60 ± 0.01 bs	2.57 ± 0.02 bs	2.32 ± 0.04 bt	1.60 ± 0.01 dx
5.0	2.39 ± 0.03 cs	2.29 ± 0.04 cs	2.05 ± 0.04 bt	1.21 ± 0.04 ex

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler. s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Çinkonun denenen tüm ortam derişimlerinde kas dokusundaki çinko birikimi etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak artış gösterirken, kas glikojen derişimi 0.1 ve 0.5 ppm Zn ortam derişiminde 1, 7 ve 15. günler, 1.0 ve 5.0 ppm Zn ortam derişiminde ise 1 ve 7. günler dışında etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak düşmüştür (Şekil 19).



Sekil 19. *Cyprinus carpio*'da kas glikojen düzeyi üzerine 0.1(a), 0.5(b), 1.0(c) ve 5.0(d) ppm çinko ortam derisimlerinin etkileri.

Kas dokusunun glikojen derişimi 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ortam derişiminde 30 günlük deney süresince, 1.günde 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn dışındaki tüm ortam derişimlerinde kontrole oranla önemli bir değişim göstermemiştir (TABLO 27).

Tablo 27: *C. carpio*'da kas dokusundaki glikojen düzeyi (mg/g y.a.) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm) (Cu + Zn )	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	3.29 ± 0.04 as	3.22 ± 0.04 as	3.23 ± 0.03 as	3.19 ± 0.01 as
0.01+0.1	3.20 ± 0.04 as	3.25 ± 0.05 as	3.19 ± 0.02 as	3.15 ± 0.04 as
0.05+0.5	3.12 ± 0.02 as	2.92 ± 0.03 bt	2.84 ± 0.01 bt	2.66 ± 0.02 bx
0.10+1.0	3.17 ± 0.01 as	2.92 ± 0.02 bt	2.87 ± 0.01 bt	2.63 ± 0.02 bx
0.50+5.0	2.70 ± 0.03 bs	2.76 ± 0.02 bs	2.66 ± 0.02 cs	2.44 ± 0.01 ct

\*=SNK: a, b ve c derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Belirlenen sürelerde karışımın denenen en yüksek ortam derişiminde kontrole oranla kas glikojen derişiminde saptanan düşme onbeşinci güne kadar ortalama %16 oranında olurken, en fazla düşme otuzuncu günde %23 oranında olmuştur. Karışımın 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ortam derişimi dışında denenen ortam derişimlerinde deney süresi sonunda birinci güne oranla kas glikojen derişiminde saptanan düşme yaklaşık %14 oranındadır (Şekil 17).

Serum glikoz derişimi, bakırın belirli bir ortam derişiminde etkide kalma süresi ile yine belirli bir sürede ortam derişimindeki artışa paralel olarak artış göstermiştir. Glikoz derişimi deney süresi sonunda birinci güne oranla yaklaşık 1.8 kat artarken, belirlenen sürelerde denenen en yüksek ortam derişiminde kontrole oranla dört kat artmıştır (TABLO 28).

Tablo 28: *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	42.97 ± 3.57 as	41.22 ± 3.12 as	40.34 ± 2.58 as	42.10 ± 2.47 as
0.01	75.43 ± 1.43 bs	77.19 ± 0.57 bs	96.48 ± 1.43 bt	104.38 ± 3.57 bt
0.05	72.80 ± 1.89 bs	78.94 ± 2.48 bs	107.01 ± 3.78 bt	135.08 ± 7.16 cx
0.10	76.31 ± 1.23 bs	89.47 ± 2.14 bs	133.33 ± 3.12 ct	183.32 ± 3.58 dx
0.50	121.92 ± 3.58 cs	135.08 ± 3.58 cs	240.34 ± 7.16 dt	209.64 ± 3.58 ex

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

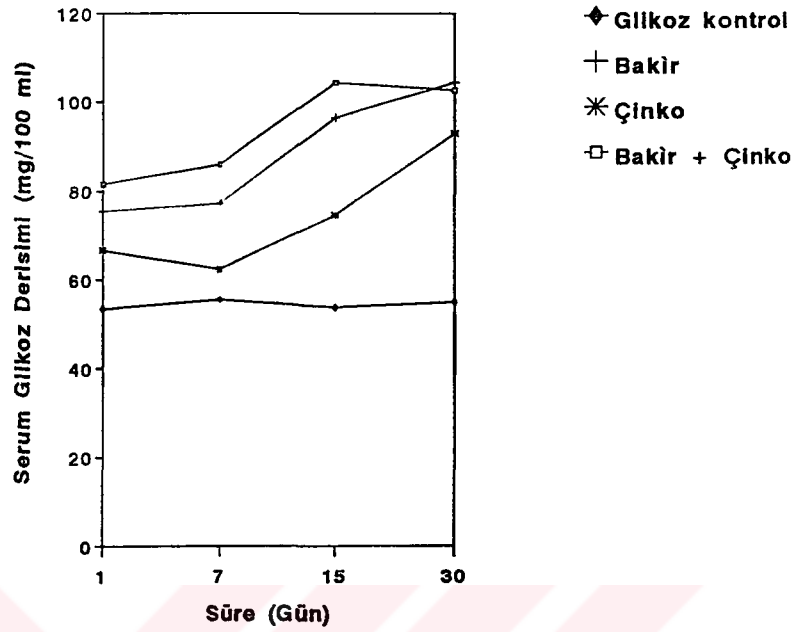
Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

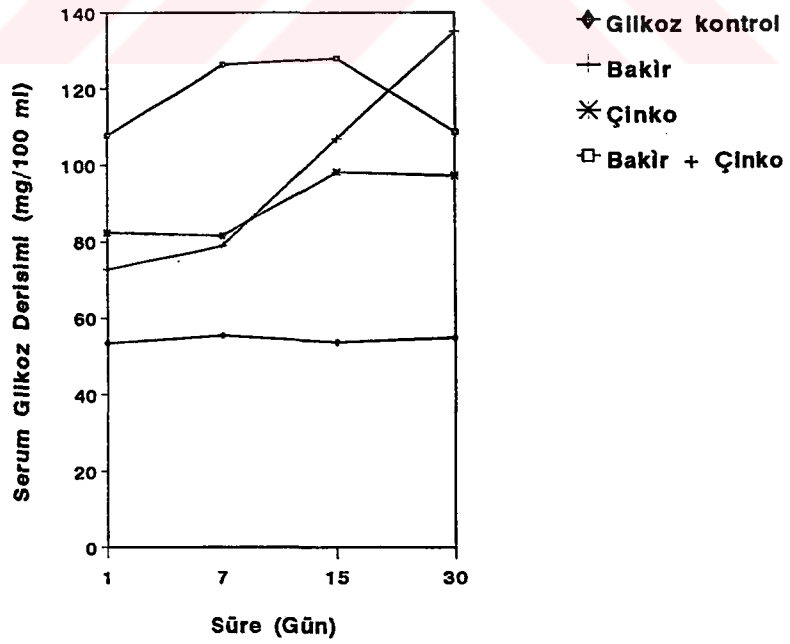
Serum glikoz derişimi, 0.01 ppm Cu ortam derişiminde 1 - 7 ve 15 - 30. günler, diğör ortam derişimlerinde ise 1 - 7. günler arasında önemli bir değışim göstermemiştir. 0.5 ppm Cu dışında denenen ortam derişimlerinde serum glikoz derişimi etkide kalma süresine bağı olarak artarken, 0.5 ppm Cu ortam derişiminde onbeşinci günde maksimum bir değere ulaşmış, otuzuncu günde ise tekrar düşmüştür (Şekil 20 - 23).

Çinko ile yapılan ikinci seri deneylerde, serum glikoz derişimi 0.1 ppm Zn ortam derişiminde yedinci günün sonuna kadar kontrole oranla önemli bir değışim göstermezken, etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa bağı olarak artmıştır. Serum glikoz derişimi 0.5 ppm Zn dışında denenen ortam derişimlerinde deney süresi sonunda birinci güne oranla yaklaşık 1.2 kat artarken, belirlenen sürelerde denenen en yüksek ortam derişiminde kontrole oranla 1.6 kat artmıştır (TABLO 29).

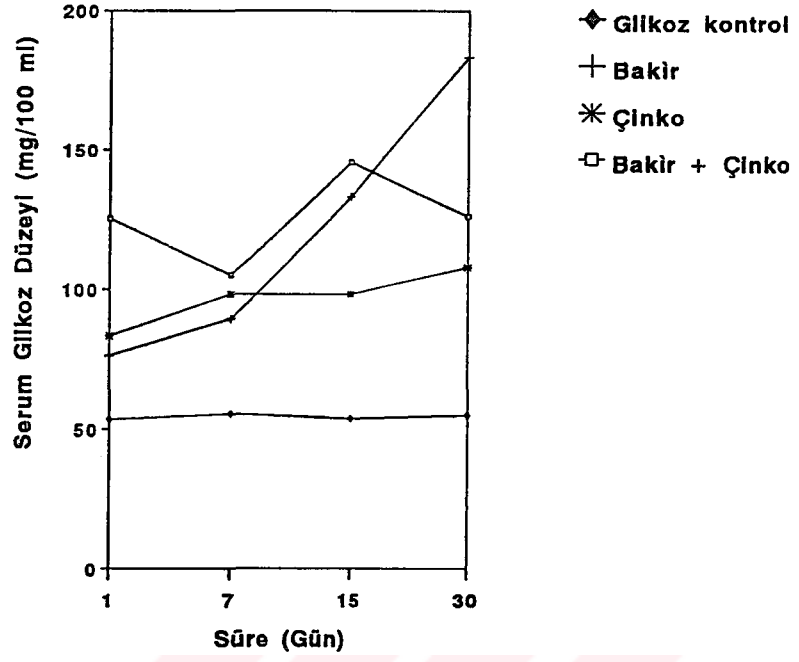




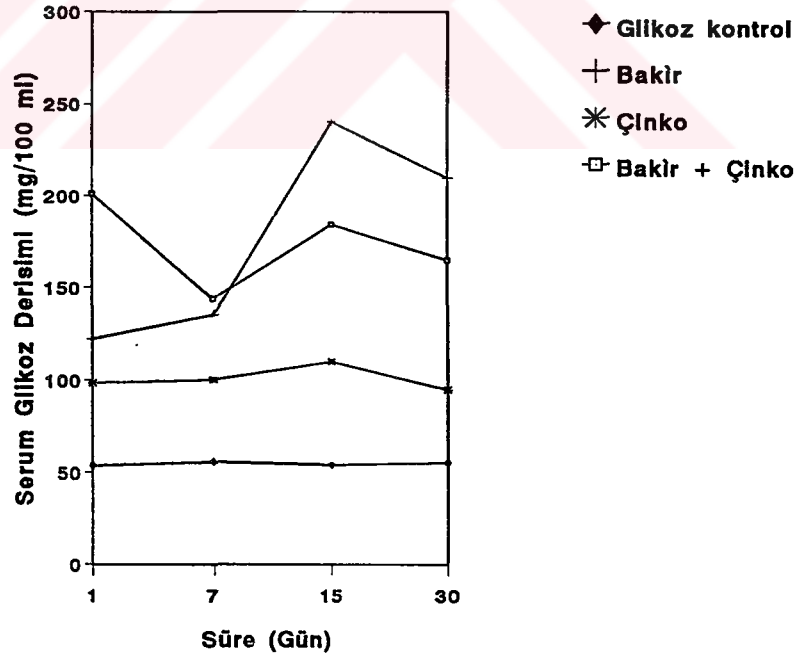
Sekil 20. *Cyprinus carpio*'da serum glüköz düzeyi üzerine 0.01ppm Cu, 0.1ppm Zn ve 0.01ppm Cu + 0.1ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri.



Sekil 21. *Cyprinus carpio*'da serum glüköz düzeyi üzerine 0.05 ppm Cu, 0.5 ppm Zn ve 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn ortam derisimlerlerinin etkileri.



Sekil 22. *Cyprinus carpio*'da serum glüköz düzeyi üzerine 0.1 ppm Cu, 1.0 ppm Zn ve 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri



Sekil 23. *Cyprinus carpio*'da serum glüköz düzeyi üzerine 0.5 ppm Cu, 5.0 ppm Zn ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri.

Tablo 29: *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi (mg/100 ml) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.0	56.13 ± 3.58 as	63.15 ± 4.47 as	60.52 ± 0.01 as	64.03 ± 5.01 as
0.1	66.66 ± 3.12 as	62.29 ± 1.89 as	74.55 ± 1.89 bs	92.97 ± 1.89 bt
0.5	82.45 ± 1.90 bs	81.57 ± 1.24 bs	98.24 ± 2.58 ct	97.36 ± 1.24 bt
1.0	83.33 ± 1.89 bs	98.24 ± 0.71 ct	98.24 ± 1.43 ct	107.89 ± 1.23 bx
5.0	98.24 ± 1.43 cs	100.00 ± 0.10 cs	109.64 ± 1.89 dt	94.73 ± 1.23 bs

\*=SNK: a, b, c ve d derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

0.5 ppm Zn etkisinde 1 ve 7, 15 ve 30, 1.0 ppm Zn etkisinde 7 ve 15, ve 5.0 ppm Zn ortam derişiminde ise 1, 7 ve 30. günler arasında glikoz derişiminde önemli bir değişim saptanmamıştır. Buna karşılık çinkonun ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artış glikoz derişimini kontrole oranla artırmıştır (Şekil 20 - 23).

Bakır + çinko karışımının tüm ortam derişimlerinde deney sürelerindeki artış, serum glikoz derişimini kontrole oranla önemli düzeyde artırmıştır (TABLO 30).

Tablo 30: *C. carpio*'da serum glikoz düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm) (Cu + Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	61.39 ± 0.71 as	62.27 ± 1.43 as	60.52 ± 1.23 as	58.76 ± 0.71 as
0.01+0.1	81.57 ± 1.24 bs	85.96 ± 0.71 bs	104.38 ± 1.89 bt	102.62 ± 2.48 bt
0.05+0.5	107.89 ± 1.23 cs	126.31 ± 2.47 ct	128.06 ± 2.58 ct	108.76 ± 1.89 bs
0.10+1.0	125.43 ± 1.89 ds	105.26 ± 2.47 dt	145.61 ± 3.12 dx	126.31 ± 1.23 cs
0.50+5.0	200.87 ± 2.58 es	143.85 ± 1.89 et	184.20 ± 2.48 ex	164.90 ± 1.89 dy

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Serum glikoz derişimi, belirli bir ortam derişiminde etkide kalma süresine bağlı olarak dalgalanmalar göstermiştir. Glikoz derişimi, 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn etkisinde 7 ve 15. günler arasında önemli bir değişim göstermezken, otuzuncu günde tekrar birinci gündeki düzeye düşmüştür. 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn ortam derişimlerinde ise yedinci günde birinci güne oranla bir düşme gösterirken, onbeşinci günde bir artış, otuzuncu günde ise tekrar düşmüştür (Şekil 20 - 23).

Serum total protein derişimi, birinci günde bakırın 0.5 ppm dışında denenen ortam derişimlerinde kontrole oranla önemli bir değişim göstermezken, etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa paralel olarak artmıştır. Bakırın denenen tüm ortam derişimlerinde deney süresi sonunda total protein derişimi birinci güne oranla 1.7 kat artarken, belirlenen sürelerde denenen en yüksek ortam derişiminde de kontrole oranla yaklaşık aynı düzeylerde artmıştır (TABLO 31).

Tablo 31: *C. carpio*'da serum total protein düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	189.37 ± 2.99 as	178.38 ± 2.99 as	178.38 ± 7.91 as	182.04 ± 2.99 as
0.01	183.87 ± 3.95 as	215.01 ± 2.99 bt	244.31 ± 2.99 bx	288.27 ± 7.91 by
0.05	185.71 ± 2.99 as	251.64 ± 5.18 ct	293.76 ± 3.95 cx	321.24 ± 2.99 cy
0.10	182.04 ± 2.99 as	269.95 ± 2.99 ct	321.24 ± 2.99 dx	365.19 ± 7.91 dy
0.50	167.39 ± 2.99 bs	291.93 ± 2.99 dt	361.53 ± 5.18 ex	288.27 ± 2.99 bt

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler; s, t, x ve y harfleri süreler arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayrım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Çinkonun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum total protein derişiminde saptanan artış, kontrole oranla istatistik önem taşımaktadır (TABLO 32). Serum total protein derişimi çinkonun 0.1 ppm Zn ortam derişiminde 1 - 15., 0.5 ve 5.0 ppm Zn ortam derişimlerinde ise 1 - 7. günler arasında önemli bir değişim göstermemiş, etkide kalma

süresindeki artışa paralel olarak artmıştır. 1, 7, 15 ve 30 günlük deney süreleri dikkate alındığında çinkonun denenen en yüksek ortam derişiminde serumda belirlenen total protein derişimi kontrole oranla sırasıyla 0.5, 0.5, 2 ve 3 kat artmıştır (Şekil 24 - 27).

Tablo 32: *C. carpio*'da serum total protein düzeyi (mg/100 ml) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.0	215.01 ± 2.99 as	216.84 ± 5.39 as	211.35 ± 5.98 as	211.35 ± 2.99 as
0.1	251.64 ± 5.18 bs	240.65 ± 5.17 bs	247.97 ± 2.99 bs	313.91 ± 7.91 bt
0.5	244.31 ± 2.99 bs	255.30 ± 2.99 bs	273.62 ± 1.00 ct	357.86 ± 2.99 cx
1.0	291.93 ± 2.99 cs	257.13 ± 2.59 bt	354.20 ± 2.99 dx	453.11 ± 2.98 dy
5.0	277.28 ± 2.99 cs	280.94 ± 2.99 cs	390.83 ± 2.97 et	566.66 ± 2.98 ex

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Serum total protein derişimi, karışımın 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn ortam derişiminde 7. ve 30. günler dışında denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde kontrole oranla artmıştır (TABLO 33).

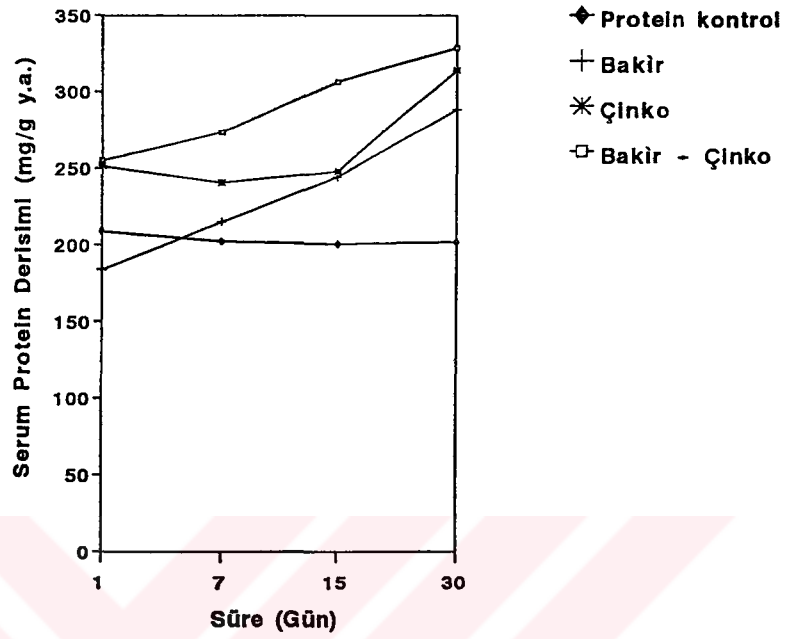
Tablo 33: *C. carpio*'da serum total protein düzeyi (mg / 100 ml) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm) (Cu + Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	222.34 ± 2.99 as	211.35 ± 7.91 as	215.01 ± 7.91 as	211.35 ± 2.99 as
0.01+0.1	255.30 ± 2.99 bs	273.62 ± 5.18 bs	306.59 ± 5.18 bt	328.57 ± 5.18 bt
0.05+0.5	262.63 ± 5.19 bs	324.90 ± 2.99 ct	269.95 ± 5.98 cs	361.53 ± 5.18 cx
0.10+1.0	288.27 ± 2.99 cs	236.99 ± 2.98 at	365.19 ± 7.91 dx	229.66 ± 5.17 at
0.50+5.0	365.19 ± 5.98 ds	321.14 ± 7.91 ct	328.57 ± 5.18 bt	284.61 ± 5.18 dx

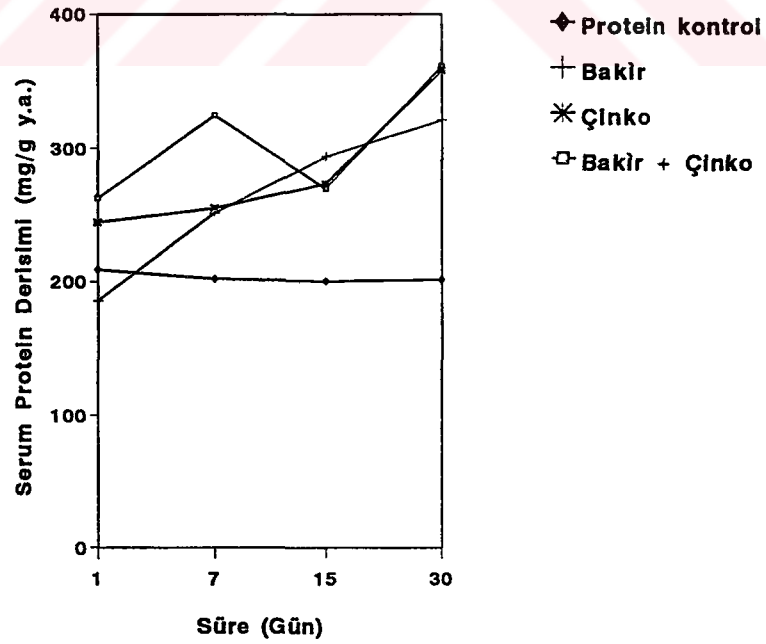
\*=SNK: a, b, c ve d ve e derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

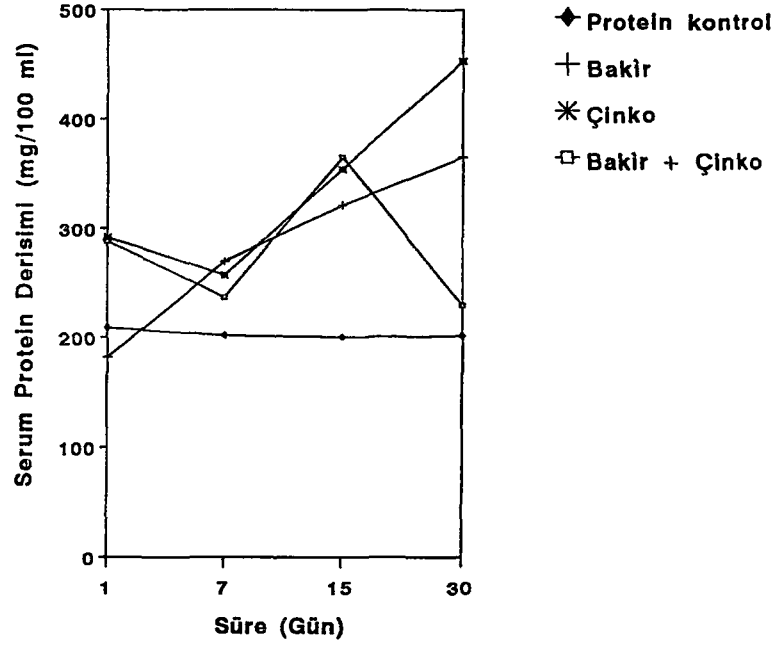
X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata



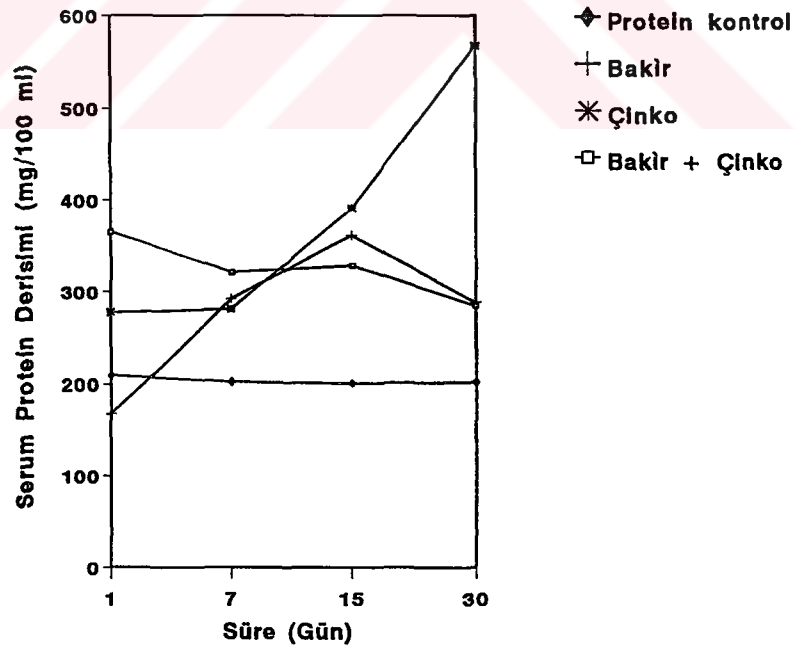
Sekil 24. *Cyprinus carpio*'da serum protein düzeyi üzerine 0.01 ppm Cu, 0.1 ppm Zn ve 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ortam derişimlerinin etkileri.



Sekil 25. *Cyprinus carpio*'da serum protein düzeyi üzerine 0.05 ppm Cu, 0.5 ppm Zn ve 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn ortam derişimlerinin etkileri.



Sekil 26. *Cyprinus carpio*'da serum protein düzeyi üzerine 0.1 ppm Cu, 1.0 ppm Zn ve 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn ortam derişimlerinin etkileri.



Sekil 27. *Cyprinus carpio*'da serum protein düzeyi üzerine 0.5 ppm Cu, 5.0 ppm Zn ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn ortam derişimlerinin etkileri.

Karışımın denenen en düşük ortam derişiminde serum total protein derişimi 1. ve 7. günler arasında önemli bir değişim göstermezken, 15. günde artmış ve deney süresi sonuna kadar durağan kalmıştır. Karışımın denenen en yüksek ortam derişiminde serum protein derişimi 7. ve 15. günler dışında etkide kalma süresi arttıkça birinci güne oranla düşme göstermiştir. Denenen diğer ortam derişimlerinin etkisinde ise protein derişiminde bir dalgalanma saptanmıştır. Serum protein derişimi 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn etkisinde yedinci günde birinci güne oranla bir artış, onbeşinci günde düşme ve otuzuncu günde ise tekrar artış göstermiştir. 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn etkisinde ise bunun tam tersi bir durum gözlenmiştir (Şekil 24 - 27).

Serum kolesterol derişimi, 1. günde bakırın denenen tüm ortam derişimlerinin etkisinde kontrole oranla önemli bir değişim göstermemiştir. 0.5 ppm Cu dışında denenen ortam derişimlerinde etkide kalma süresi arttıkça serum kolesterol derişimi de artmıştır (TABLO 34).

Tablo 34: *C. carpio*'da serum kolesterol düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm Cu)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.00	16.40 ± 0.43 as	15.79 ± 0.57 as	15.79 ± 0.65 as	17.20 ± 0.59 as
0.01	17.41 ± 0.57 as	21.43 ± 0.86 bt	22.84 ± 0.28 bt	27.48 ± 0.32 bx
0.05	15.99 ± 0.59 as	23.85 ± 0.32 bt	27.88 ± 0.65 cx	33.93 ± 0.65 cy
0.10	16.60 ± 0.32 as	28.09 ± 0.16 ct	32.12 ± 0.82 dx	39.77 ± 0.85 dy
0.50	17.81 ± 0.32 as	30.30 ± 0.65 ct	37.56 ± 0.86 ex	31.11 ± 0.65 ct

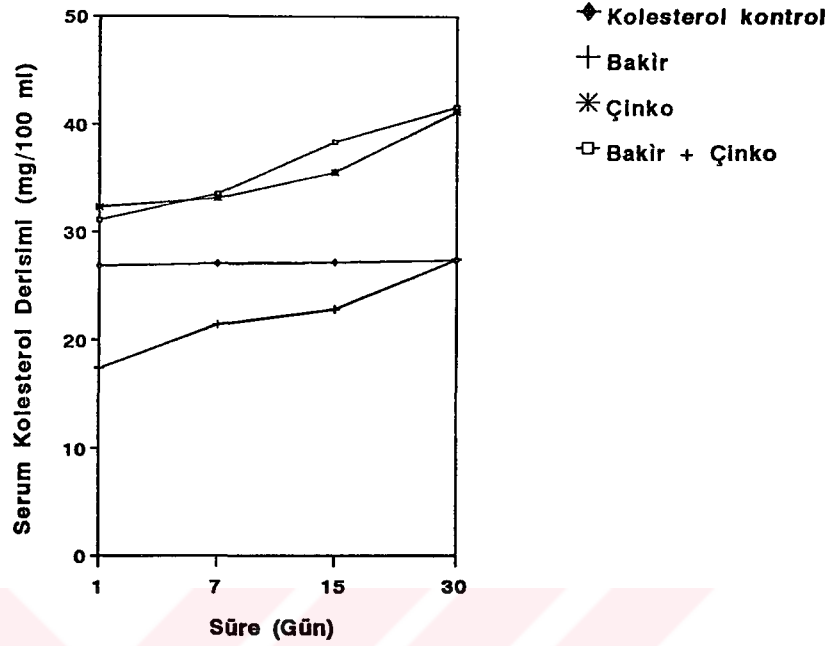
\*=SNK : a, b, c, d ve e derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

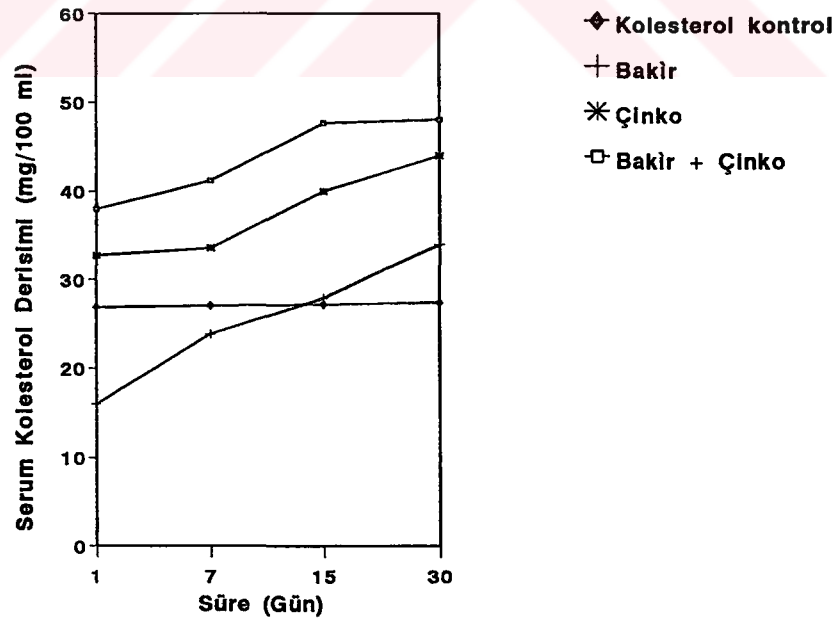
X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Serum kolesterol derişimi bakırın 0.01 ppm Cu ortam derişiminde 7 - 15., 0.5 ppm Cu ortam derişiminde ise 7. ve 30. günler arasında önemli bir değişim göstermemiştir. 0.5 ppm Cu dışında denenen ortam derişimlerinde kolesterol derişimi, etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak artış gösterirken 0.5 ppm Cu ortam derişiminde 15. günde maksimum bir değere ulaşırken otuzuncu günde düşmüştür (Şekil 28 - 31).

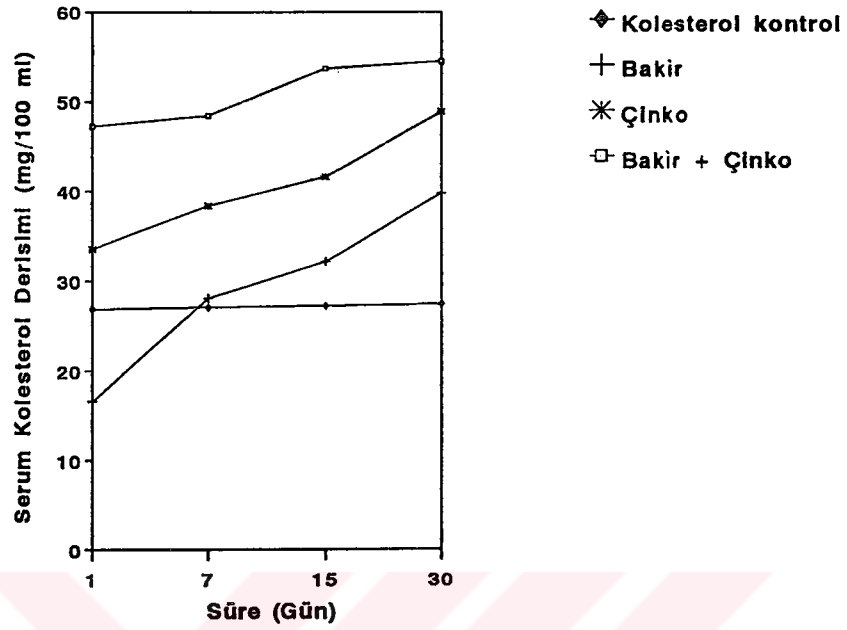




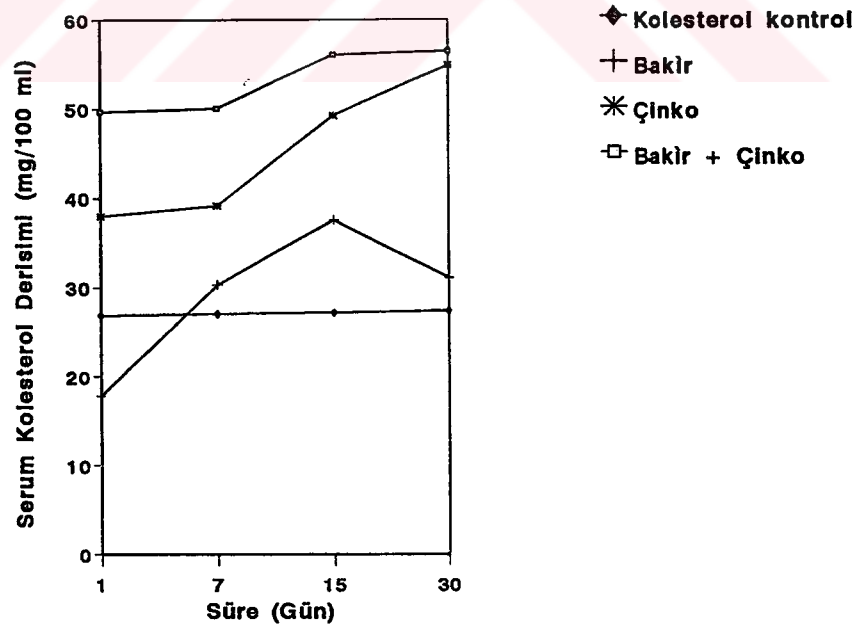
Sekil 28. *Cyprinus carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.01 ppm Cu, 0.1 ppm Zn ve 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri.



Sekil 29. *Cyprinus carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.05 ppm Cu, 0.5 ppm Zn ve 0.05 ppm Cu + 0.5 ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri.



Sekil 30. *Cyprinus carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.1 ppm Cu, 1.0 ppm Zn ve 0.1 ppm Cu + 1.0 ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri.



Sekil 31. *Cyprinus carpio*'da serum kolesterol düzeyi üzerine 0.5 ppm Cu, 5.0 ppm Zn ve 0.5 ppm Cu + 5.0 ppm Zn ortam derisimlerinin etkileri.

Serum kolesterol derişimi, birinci günde çinkonun 5.0 ppm Zn dışında denenen ortam derişimlerinde, 0.1 ppm Zn ortam derişiminde bir ve onbeşinci günler arasında, 0.5 ppm Zn ortam derişiminde ise bir ve yedinci günlerde kontrole oranla önemli bir değişim göstermemiştir. Bunların dışında ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artış serum kolesterol derişiminde artmaya neden olmuştur. Çinkonun denenen tüm ortam derişimlerinin etkisinde deney süresi sonunda serum kolesterol derişiminde saptanan artış birinci gündekinin yaklaşık 1 - 1.5 katı olmuştur (TABLO 35: Şekil 28 - 31).

Tablo 35: *C. carpio*'da serum kolesterol düzeyi (mg/100 ml) üzerine çinko ortam derişimlerinin süreye bağlı etkileri.

DERİŞİM (ppm Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.0	33.53 ± 0.65 as	33.93 ± 0.87 as	34.34 ± 0.57 as	32.72 ± 0.32 as
0.1	32.32 ± 0.32 as	33.13 ± 0.57 as	35.54 ± 1.13 as	41.18 ± 0.32 bt
0.5	32.72 ± 0.32 as	33.53 ± 0.32 as	39.97 ± 0.87 bt	44.01 ± 0.10 bx
1.0	33.53 ± 0.32 as	38.36 ± 0.32 bt	41.59 ± 0.10 bx	48.85 ± 0.98 cy
5.0	37.96 ± 0.57 bs	39.17 ± 0.57 bs	49.25 ± 0.65 ct	54.89 ± 0.57 dx

\*=SNK : a, b, c ve d derişimler, s, t, x ve y harfleri süreler arası ayırımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.  
Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $F < 0.01$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

Bakır + çinko karışımı ile yapılan üçüncü seri deneylerde serumda ölçülen kolesterol derişimi, birinci günde karışımın 0.01 ppm Cu + 0.1 ppm Zn ortam derişiminde bir ve yedinci günler arasında kontrole oranla önemli bir değişim göstermezken, etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa bağlı olarak artmıştır (TABLO 36). Serum kolesterol düzeyi karışımın 0.05ppm Cu + 0.5ppm Zn dışında denenen ortam derişimlerinde 1 ve 7 ile 15 ve 30. günler arasında değişim göstermemiştir (Şekil 28 - 31).

Tablo 36: *C.carpio*'da serum kolesterol düzeyi (mg/100 ml) üzerine bakır + çinko ortam derişimlerinin süreye bağı etkileri.

DERİŞİM (ppm) (Cu + Zn)	SÜRE			
	1. Gün	7. Gün	15. Gün	30. Gün
	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *	X ± Sx *
0.0	30.71 ± 0.57 as	31.51 ± 0.65 as	31.51 ± 1.64 as	32.32 ± 0.32 as
0.01+0.1	31.11 ± 1.31 as	33.53 ± 0.65 as	38.36 ± 0.32 bt	41.59 ± 0.57 bt
0.05+0.5	37.96 ± 0.57 bs	41.18 ± 0.65 bt	47.64 ± 0.57 cx	48.04 ± 0.32 cx
0.10+1.0	47.23 ± 0.87 cs	48.44 ± 0.87 cs	53.68 ± 0.57 dt	54.48 ± 0.32 dt
0.50+5.0	49.65 ± 0.32 cs	50.05 ± 0.56 cs	56.10 ± 0.57 dt	56.50 ± 0.32 et

\*=SNK: a, b, c, d ve e derişimler, s, t ve x harfleri süreler arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.01 düzeyinde istatistik ayrım vardır.

X ± Sx : Aritmetik ortalama ± Standart hata

## TARTIŞMA

Balıklarda ağır metallerin mortalite üzerine etkileri türler arasında ayırım göstermekle birlikte (Brown ve ark., 1986) çeşitli türlerle yapılan araştırmalarda belirli bir derişim aralığının üzerinde mortalite oranının hızla arttığı saptanmıştır (Abel ve Papoutsoglou, 1986; Erdem ve Kargin, 1990). Bu araştırmada bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının belirlenen ortam derişimlerinin etkisinde *Cyprinus carpio*'da 30 gün sonuna değin mortalite gözlenmemiştir.

Bakır ve çinko gibi ağır metallerin letal olmayan ortam derişimlerinde akuatik organizmaların çeşitli doku ve organlarında yüksek derişimlerde birikmelerine karşın, kısa sürede mortaliteye neden olmamaları çeşitli aklimasyon mekanizmaları ile açıklanmaktadır. Bunlar arasında bir tripeptid olan glutatyon (Viarengo, 1985; Chan ve Cherian, 1992) ile metallothionein gibi metal bağlayıcı proteinlerin sentezindeki artış (Viarengo ve ark., 1980; Roch ve McCarter, 1984a,b; Pierson, 1985; Martinez ve ark., 1991), metabolizmanın yavaşlatılması (Hilmy ve ark., 1987b), sitoplazmik granüllerin serbest metalleri esterleştirerek depolaması (Tort ve ark., 1984), çeşitli metabolik ve fizyolojik reaksiyonlardaki değişmeler (Lowe - Jinde ve Niimi, 1984; Dange, 1986) gibi mekanizmalar sayılabilir..

Ağır metallerin akuatik organizmalardaki birikim ve toksik etkileri sıcaklık, tuzluluk, pH, su sertliği ve alkalinite gibi ortam faktörlerine (Pagenkopf, 1983; Cusimano ve ark., 1986), türe (Roch ve McCarter, 1984a; Hilmy ve ark., 1985a; Tort ve Torres, 1988; Kargin ve Erdem, 1991) ve metale (Ahsanullah ve ark., 1981; Tort ve ark., 1987; Hodson, 1988) bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu araştırmada deneyler süresince ortam faktörlerinden pH;  $8.19 \pm 0.06$ , total alkalinite;  $326 \pm 0.50$  ppm, total sertlik,  $230 \pm 0.75$  ppm olarak belirlenmiş ve sıcaklık  $25 \pm 1$  °C'de durağan tutulmuştur.

Erdem ve Kargin (1992) *C. carpio*'nun tüm doku ve organlarında *Tilapia nilotica*'ya oranla genellikle daha fazla bakır birikimi olduğunu saptamışlardır. *C. carpio* ile yapılan bu araştırmada bakır ve çinkonun 0.1 ve 0.5 ppm ortam derişimlerinde incelenen dokulardaki çinko birikimi, 0.5 ppm Cu ortam derişiminde ,karaciğer dışında, bakıra göre daha fazladır.

Balıklarda belirli bir metalin öncelikle depo edileceği doku değişim göstermektedir. Bakır ve çinkonun diğer doku ve organlara göre öncelikle karaciğer, böbrek ve solungaçta çok yüksek derişimlerde biriktiği belirlenmiştir (Sjöbeck ve ark., 1984; Larsson ve ark., 1985; Hilmy ve ark., 1987a,b; Segner, 1987; Kalay, 1992). Bu çalışmada, birinci ve ikinci seri deneylerde deney süresi sonunda gerek bakır gerekse çinko solungaç ve kas dokusuna oranla karaciğerde daha fazla birikmiştir. Bakır + çinko karışımının etkisinin incelendiği üçüncü seri deneylerde ise belirlenen süreler sonunda bakır en fazla karaciğerde birikirken, çinko solungaçta birikmiştir.

Balıklarda doku ve organlardaki bakır ve çinko birikimi etkide kalınan süreye ve ortam derişimine bağlı olarak artmaktadır (Brungs ve ark., 1973; Muramoto, 1983; Sanpera ve ark., 1983; Erdem ve Kargin, 1990). *C. carpio* ile yapılan bu araştırmada bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde incelenen solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki bakır ve çinko birikimi ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa paralel olarak deney süresi sonuna değin artmıştır.

Ortamda birden fazla metalin bulunması durumunda bu metallerin toksik etkilerindeki artma veya azalma metallerin toksik mekanizmalarının (Verriopoulos ve ark., 1987), etki yerlerinin (Eisler ve Gardner, 1973; Thorp ve Lake, 1974) ve organizmanın fizyolojik durumundaki farklılıklara (Negilski ve ark., 1981) ve ayrıca türe bağlı olarak değişim göstermektedir. Balıklarda ağır metal karışımlarının birikim ve toksik etkileri konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır (Eisler ve Gardner, 1973; Roch ve McCarter, 1984a; Elliot ve ark., 1986; Hilmy ve ark., 1987a). *T. nilotica*'nın dokulardaki bakır birikimine çinkonun antagonistik etki yaptığı (Kargin ve Erdem, 1992), *Clarias lazera*'da ise bakırın çinko birikimini negatif yönde etkilediği saptanmıştır (Hilmy ve ark., 1987b). Bu araştırmada bakır + çinko karışımının etkisinde incelenen doku ve organlardaki bakır ve çinko birikimi bakır ve çinkonun tek tek etkisinde saptanan birikimden daha düşüktür.

Bakır ve çinko subletal ortam derişimlerinde öncelikle solungaçlarda birikmektedir (Flos ve ark., 1987; Tort ve Torres, 1988; Viarengo ve ark., 1988; Grobler ve ark., 1989; Kargın ve Erdem, 1991). Solungaçlardaki bakır ve çinko derişiminin maksimuma ulaşmasının, solungaçlardan metal atılımını sağlayan enzimlerin sülfidril grupları gibi aktif kısımlarının bu metaller tarafından bloke edilmesine (Bryan, 1971), sekonder lamellerin epitel hücrelerini etkileyerek oksijen difüzyon kapasitesinin azalmasına (Nemcsok ve Hughes, 1988), solungaç epitelinin paralize olmasıyla yapısal bozukluklara (Christensen ve ark., 1972; Torres ve ark., 1987) ve sonuçta mortaliteye neden olduğu saptanmıştır.

Buckley ve ark. (1982) *Oncorhynchus kisutch*'da solungaç dokusundaki bakır birikimi ortam derişimi ve etkide kalma süresine bağlı olarak artış gösterirken, birikimin karaciğere oranla daha düşük olduğunu saptamışlardır. Bu araştırmada birinci ve ikinci seri deneylerde solungaç dokusundaki bakır ve çinko birikimi karaciğere oranla daha düşük düzeyde olmuştur. Bakır + çinko karışımının etkisinin incelendiği üçüncü seri deneylerde ise bakır en fazla karaciğerde birikirken, çinkonun solungaç dokusundaki birikiminin karaciğer ve kas'a oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Birikim bakımından doku ve organlar arasında belirlenen bu farklılık, ağır metallerin toksik etkilerini anatomik bakımdan değişik bölgelerde göstermelerinden kaynaklanabilir (Eisler ve Gardner, 1973). Bakır + çinko karışımında bakır ve çinkonun doğrudan etkisinde kalan *C. carpio*'ya oranla solungaçdaki bakır birikiminde yaklaşık % 20, çinko birikiminde ise % 24 düzeyinde bir azalma saptanmıştır. Kargın ve Erdem (1992) *T. nilotica* ile yaptıkları çalışmada bakır + çinko karışımının etkisinde solungaç dokusundaki bakır birikiminin, doğrudan bakır etkisindekilere oranla % 50 düzeyinde azaldığını belirlemişlerdir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar da, bakır ve çinkonun *C. carpio*'nun dokularında metal birikimi yönünden, birbirlerine antagonistik etki yaptıklarını göstermektedir.

Çeşitli balık türlerinde bakır (Merian, 1991; Cicik ve Erdem, 1992) ve çinko (Sanpera ve ark., 1983; Hilmy ve ark., 1987b) ile yapılan araştırmalarda karaciğerdeki bakır ve çinko birikiminin, diğer organlara göre oldukça yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır. Bu nedenle balıklarda karaciğer ve böbrek gibi metabolik bakımdan aktif ve ağır metallerle karşı büyük afinitesi olan organların, metal toksisitesinin belirlenmesinde çok uygun oldukları belirtilmektedir (Jana ve Sahana, 1988).

Balıklarda karaciğer, ağır metallerin alınması ve depolanmasında önemli rolü olan bir organdır (Collvin, 1984). Ağır metalleri bağlayarak toksik etkilerinin yok edilmesinde işlev yapan metallothionein gibi metal bağlayıcı proteinlerle (Cherian ve Goyer, 1978; McCarter ve Roch, 1983, 1984; Olsson ve Haux, 1986) bir tripeptid olan glutatyonun (Viarengo, 1985; Chan ve Cherian, 1992) başlıca sentez yerlerinden biride karaciğerdir. Aynı zamanda karaciğer hücresi mitokondrileri de divalent katyonları bağlamada etkin işlev yapmaktadır (Zaba ve Harris, 1978; Akberali ve Earnshaw, 1982). Bu araştırmada deney serilerinin tümünde bakır ve çinkonun en fazla karaciğerde birikmesi, *C. carpio*'da karaciğerin bakır ve çinko regülasyonunda önemli bir işlevi olduğunu göstermektedir.

Balıklarda kas dokusundaki ağır metal birikiminin diğer doku ve organlara göre çok düşük düzeyde olduğu saptanmıştır (Flos ve ark., 1979; Thomas ve ark., 1985; Erdem ve Kargın, 1990, 1992; Kargın ve Erdem, 1991). Bu araştırmada da gerek bakır, gerek çinko ve gerekse bakır + çinko karışımının etkisinde en düşük bakır ve çinko birikimi kas dokusunda saptanmıştır. Bu da *C. carpio*'da metal birikimi bakımından kas dokusunun diğer doku ve organlara göre aktif olmadığını göstermektedir.

Metallothionein (MT) ağır metal etkisinde başlıca karaciğer ve böbrek gibi metabolik bakımdan aktif organlarda sentezlenmektedir. Bunların hemen her dokuda belirli miktarlarda normal koşullarda bulunmaları (Noel - lambot ve ark., 1978; Reichert ve ark., 1979; Viarengo ve ark., 1988; Olsson ve ark., 1988) metallothioneinlerin hücre içi ve hücre dışı metal metabolizmasının kontrolünü yapmakta olduğunu göstermektedir. Cu, Zn, Cd ve Hg'a ek olarak epinefrin ve glikokortikoid gibi hormonlar da MT sentezini arttırmaktadır (Cousins,



1985; Gagne ve ark., 1990). Metallothioneinlerin temel işlevleri arasında Cd, Hg gibi toksik metallere, yüksek derişimlerdeki Cu ve Zn gibi mikroelementlerin hücre içerisinde detoksifikasyonu, Cu ve Zn depolanması, taşınması, belirli bir metale karşı tolerans sınırını arttırması sayılabilir (Kito ve ark., 1982a; Ley ve ark., 1983; Martinez ve ark., 1991).

Bakır ve çinko gibi ağır metallerin hücredeki derişiminin artması, hem nüklear hemde ribozomal düzeyde MT mRNA'sının translasyonunu stimüle ederek fazla bakır ve çinkoyu bağlamak üzere MT sentezini arttırmaktadırlar (Viarengo ve ark., 1980). Bu proteinler ağır metalleri öncelikle bağlayarak enzimler gibi moleköl ağırlıkları yüksek hücre proteinlerinin (Tort ve ark., 1984; Harrison ve Lam, 1985; Heath, 1985) metabolik aktivitelerini ağır metal toksisitesine karşı korumaktadır (Winge ve ark., 1973; Buckley ve ark., 1982). Ancak etkide kalma süresinin uzaması ve ağır metal derişiminin MT'nin bağlama kapasitesini aşması, metallerin enzimlere bağlanarak aktivitelerinin inhibisyonuna ve sonuçta toksisiteye neden olmaktadır (Sugawara ve Sugawara, 1984; Viarengo, 1985; Hodson, 1988). *T. nilotica* ile yapılan bir araştırmada, bakırın karaciğer proteinlerinde bir artışa neden olduğu saptanmıştır (Cicik ve Erdem, 1992). Diğer ağır metallerin de balıklarda karaciğer proteinlerinde bir artmaya neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Hilmy ve ark., 1985a; Jana ve ark., 1986; Sahana ve ark., 1986; Jana ve Sahana, 1988). *Clarias lazera* ve *Tilapia zilli*'de çinko etkisinde karaciğer protein derişiminin arttığı ve bu artışa MT sentezindeki artışın neden olduğu saptanmıştır (Hilmy ve ark., 1987c).

MT'ler karaciğerde normal koşullarda bulunmalarına karşın, solungaç dokusunun normal bir bileşeni olmayıp, sentezi ağır metal etkisinde stimüle edilmektedir (Viarengo ve ark., 1980). Bakırın subletal ortam derişimlerinde solungaç dokusundaki MT derişimini arttırdığı belirlenmiştir (Kito ve ark., 1982 b). Kadmiyumun balıkların solungaç proteinlerinde artmaya neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Reichert ve ark., 1979; Hilmy ve ark., 1985 a, b). Bu araştırmada *C. carpio*' nun solungaç ve karaciğer protein derişimi bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde deney süresi sonunda kontrole göre artmıştır.

MT'lerin yanı sıra sülfidril grubuna sahip bir tripeptid olan glutasyonun karaciğerde sentezlendiği ve ağır metalleri bağlayarak detoksifiye ettiği saptanmıştır (Viarengo, 1985). Balıklarda ağır metallerin karaciğer glutasyon derişimini artırdığı belirtilmektedir (Heath, 1985).

Deney serilerinin tümünde, karaciğerdeki bakır ve çinko birikimindeki artışa paralel olarak protein derişimi de artarken, solungaç protein derişiminde dalgalanma görülmüştür. *Oncorhynchus kisutch*'da karaciğerdeki MT sentezi ortamdeki bakır derişimine bağlı olarak artmaktadır (McCarter ve Roch, 1984). *Pleuronectes platessa*'da karaciğerdeki çinko derişimi ile MT derişimi arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur (Overnell ve ark., 1987). Kadmiyum *Mugil cephalus*'da, solungaç protein derişimini artırmakta (Hilmy ve ark., 1985b), *Procambarus clarkii*'de ise ağır metal etkisinin başlangıcında solungaç protein derişiminde düşmeye neden olmaktadır (Torreblanca ve ark., 1991). Metallerin etkisinde solungaç protein derişiminde saptanan dalgalanmalar, solungaç proteinlerinin ağır metallerin depolanmasından çok, alınma ve atılmaları ile ilgili olduklarını göstermektedir.

Balıklarda solungaçlardaki metal bağlayıcı proteinlerin sentez kapasitesinin karaciğerdekinden düşük olduğu belirlenmiştir (Noel - lambot ve ark., 1978; Viarengo ve ark., 1980). Bu araştırmada da bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde saptanan protein derişiminin solungaçdakinden sırasıyla 2, 2 ve 1.5 kat daha fazla olarak saptanmıştır..

Elde edilen bulgulardan, solungaç ve karaciğer proteinlerinde saptanan artışın bakır ve çinkonun alınım, atılım ve depolanması ile ilgili proteinlerin sentez artışlarına bağlı olarak ortaya çıktığı fikrini vermektedir..

*C. carpio*'da bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde ortam derişimi ve deney süresine bağlı olarak kas proteinlerinde bir azalma saptanmıştır. *T. nilotica* da bakırın karaciğer protein derişimini arttırırken kas proteinlerini azalttığı gösterilmiştir (Cicik ve Erdem, 1992). Diğer bazı ağır metallerin de balıklarda kas proteinlerinde bir azalmaya neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Jana ve ark., 1986; Sahana ve ark., 1986; Jana ve Sahana, 1988).

Collvin (1985), bakırın subletal ortam derişimlerinin etkisinde *Perca fluviatilis*'de deneylerin ilk 20 gününde önemli derecede ağırlık kaybı olduğunu belirlemiştir. *Salmo gairdneri*'de bakırın amonyak derişiminde artışa neden olduğu (Lauren ve McDonald, 1985) ve bu artışın ağır metallerin, kas proteinlerinin katabolizmasını artırmasından kaynaklandığı saptanmıştır (Heath, 1985).

Solungaç ve karaciğer proteinlerindeki artışa paralel olarak aynı süre içerisinde kas proteinlerinde saptanan azalmanın karaciğerde bakır ve çinko depolanması ve taşınması için gereken proteinlerin sentezinde kullanılan amino asitlerin kas proteinlerinin yıkımı ile sağlandığını düşündürmektedir.

Hayvansal organizmalarda karaciğer, glikogenez, glikogenolizis, glikoneogenez ve glikolizis gibi karbohidrat metabolizması ile ilgili olayların meydana geldiği başlıca organdır. Balıklarda glikoz, acil enerji gereksinimini karşılamak için kas ve karaciğerde glikojen formunda depo edilmektedir (Dange, 1986). Kas glikojeni önemli bir glikoz kaynağı olmakla birlikte, balığın tümü esas alındığında kastaki glikojen derişiminin karaciğere oranla daha düşük olduğu saptanmıştır (Heath, 1985).

Balıklarda ağır metaller karbohidrat metabolizmasını daha çok indirekt yolla etkilemekte ve bu etkiye hipofizden salınan adrenokortikotropik, kortikosteroid ile kromaffin hücrelerinden salınan katekolamin gibi hormonlar aracılık etmektedir (Murphy ve Spiegel, 1983; Chaudhry, 1984; Larsson ve ark., 1985; Dange, 1986; Tort ve Torres, 1988).

Balıklarda kadmiyumun pankreasta seçici bir şekilde birikerek hücrelerinden insülin salınımını bloke ettiği (Lowe - Jinde ve Niimi, 1984; Sastry ve Rao, 1984; Larsson ve ark., 1985) katekolamin ve kortikosteroid gibi antagonist etkili hormonların salınımındaki artışla, glikojenin glikoza dönüşümünde işlev gören enzimleri aktive ederek kas ve karaciğer glikojen derişiminde bir düşmeye, serum glikoz derişiminde ise bir artışa neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Sjöbeck ve ark., 1984; Sastry ve Subhadra, 1985).

Tort ve ark., (1987) *Scyliorhinus canicula*'da subletal bakır ortam derişimlerinin etkisinde karaciğerde glikojen derişimi düşerken, serum glikoz derişiminin arttığı ve bu duruma, karbohidrat metabolizmasının endokrin kontrolündeki değişikliğin neden olduğunu belirlemişlerdir.

Balıklarda ağır metallere ek olarak epinefrin de karbohidrat metabolizmasında değişikliğe neden olmaktadır (Murphy ve Spiegel, 1983; Sastry ve Subhadra, 1985). *Ictalurus meals*'de epinefrin enjeksiyonunun hiperglisemi ile kas ve karaciğer glikojen derişiminde düşmeye neden olduğu, bu değişimlerin glikojen fosforilaz enziminin epinefrin tarafından aktive edilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Ottolenghi ve ark., 1984). Bu araştırmada da bakır çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde ortam derişimi ve etkide kalma süresine bağlı olarak kas ve karaciğer glikojen derişimi düşme gösterirken, serumda hiperglisemik bir durum saptanmıştır.

Balıklarda ağır metallerin solungaçları etkileyerek arterlerdeki oksijen basıncını düşürmesiyle ortaya çıkan hipoksia, hiperglisemi ile karaciğer glikojeninin mobilizasyonuna neden olmaktadır. Hipoksik koşullar balıklarda anaerobik metabolizmada, dolayısıyla laktik asit derişiminde artışa neden olmaktadır (Grobler ve ark., 1989). Hilmy ve ark., (1987c) *T. zilli* ve *C. lazera*'da çinkonun kas ve karaciğerde laktik asit derişimini artırırken glikojen derişiminde düşmeye neden olduğu, bu düşmenin de glikojenin laktatın başlıca metabolik kaynağı olmasından kaynaklandığını göstermişlerdir.

Sonuç olarak bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde *C. carpio*'nun kas ve karaciğer glikojen derişiminde saptanan düşme ile serum glikoz derişimindeki artış, bakır ve çinkonun karbohidrat metabolizmasının endokrin kontrolünü bozmasından ve organizmanın ağır metal etkisinde ortaya çıkan hipoksiya'ya karşı indirekt tepkisinden kaynaklanabileceğini göstermektedir.

Serum proteinleri enzimatik, transport ve hormonal işlevlere sahip olduklarından ağır metallere çok çabuk etkilenmektedirler. Bakır ve çinkonun portal sisteme girmesi ve karaciğere ulaşmasında başlıca albumin ve amino asitler işlev yapmaktadır (Cousins, 1985). *C. carpio*'da bakırın ortam derişimindeki artışa paralel olarak, serumdaki albumin derişiminin arttığı saptanmıştır (Romanenko ve Yevtushenko, 1985). Hepatositlerden bakır salınması taşıyıcı bir protein olan seruloplazmin aracılığı ile olmaktadır. Yamamoto ve ark. (1977) bakırın *C. carpio*'nun kan serumunda seruloplazmin derişimini artırdığını belirlemişlerdir.

Yaklaşık 90 kadar enzim metabolik aktivite için çinkoya gereksinim duymaktadır (Hilmy ve ark., 1987a). Metil civa hidrokstitin sıçan karaciğerinde serum proteinlerinin sentezinin yapıldığı granüllü endoplazmik retikulumda artışa neden olduğu saptanmıştır (Brubaker ve ark., 1971). Aynı şekilde *Rutilus rutilus*'da bakır granüllü endoplazmik retikulumda önemli artışa neden olmaktadır (Segner, 1987). *T. zilli* ve *C. lazera*'da çinkonun serum total protein derişimini artırdığı belirlenmiştir (Hilmy ve ark., 1987c). Diğer ağır metallere balıklarda serum total protein derişimini artırdığı çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Hilmy ve ark., 1985a,b; Ruparelia ve ark., 1989). *C. carpio* ile yapılan bu araştırmada da deney serilerinin tümünde serum total protein derişimi ortam derişimine ve etkide kalma süresine bağlı olarak artış göstermiştir.

*C. carpio*'da serum total protein derişiminde saptanan artışın, bakır ve çinkonun portal sisteme alınması, taşınımı, ekstrahepatik dokulara dağılımı ve atılımı ile ilgili proteinlerin sentezi ile enzimatik ve hormonal aktivitedeki artışa bağlı olarak ortaya çıktığı fikrini vermektedir..

Kolesterol, gelişme, eşeyssel olgunluğa ulaşma ve üreme için temel olup safra asitleri ile androjen ve östrojen gibi bir çok hormonun steroid ön maddesidir (Ruparelia ve ark., 1989; Tulasi ve ark., 1992). Dubale ve Shah (1981) *Channa punctatus*'da kadmiyumun karaciğer kolesterol derişimini artırdığı ve bu artışın hepatik endoplazmik retikulum enzimlerinin uyarılmasından kaynaklandığını saptamışlardır. Bakırın balıklarda serum kortikosteroid düzeyini artırdığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Moraitou - Apostolopoulou ve

Verriopoulos, 1982; Felts ve Heath, 1984). Bu araştırmada da bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde ortam derişimi ve etkide kalma suresine bağlı olarak *C. carpio*'nun serum kolesterol derişiminde bir artış saptanmıştır. Bu artışın bakır ve çinko etkisinde steroid hormonların salınmasındaki artışı karşılamak amacıyla meydana gelmesi olasıdır.



## ÖZET

### **CYPRINUS CARPIO (L.)'DA BAKIR, ÇİNKO VE BAKIR + ÇİNKO KARIŞIMINDA SOLUNGAÇ, KARACİĞER VE KAS DOKULARINDAKİ METAL BİRİKİMİNİN NİCEL PROTEİN, GLİKOJEN VE KANDAKİ BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ.**

Bu araştırmada bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının farklı ortam derişimlerinde etkide kalma süresine bağlı olarak *Cyprinus carpio* (L.)'nun solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki bakır ve çinko birikimi ile bu birikimin nicel protein, glikojen ve kandaki bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkileri incelenmiştir.

Balıklar bakır, çinko ve bakır + çinko karışımı için belirlenen ortam derişimlerinin etkisinde 1, 7, 15 ve 30 gün sürelerle bırakılarak incelenen dokulardaki bakır ve çinko birikimi atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntemlerle, nicel protein, glikojen, serum glikoz, total protein ve kolesterol derişimleri ise spektrofotometrik yöntemlerle saptanmıştır.

Deneyler süresince bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının denenen ortam derişimlerinde balıklarda mortalite gözlenmemiştir. Bakır + çinko karışımının etkisindeki çinko birikimi dışında, deney serilerinin tümünde bakır ve çinko birikimi solungaç ve kas'a oranla en fazla karaciğerde olmuş, incelenen doku ve organlardaki ağır metal birikimi ortam derişimi ve etkide kalma süresine bağlı olarak artış göstermiştir.

Solungaç ve karaciğer dokularındaki bakır ve çinko birikimi, bu dokulardaki protein derişimini artırırken kas proteinlerinde bir azalmaya neden olmuştur. Solungaç proteinlerinde saptanan artış lineer olmayıp dalgalanma göstermiştir. Deney serilerinin tümünde karaciğer ve kas glikojen derişimi etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa paralel olarak düşmüştür. Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımının etkisinde serum glikoz, total protein ve kolesterol derişimi, etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak artmıştır.

Bakır ve çinkonun metabolizması ile bu ağır metallerin protein ve karbohidrat metabolizması ve diğer bazı biyokimyasal parametrelerde neden oldukları değişikliklerin mekanizmaları tartışılmıştır.

## SUMMARY

### ACCUMULATION OF COPPER AND ZINC IN GILL, LIVER AND MUSCLE TISSUES AND ITS EFFECTS ON QUANTITATIVE PROTEIN, GLYCOGEN AND SOME BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS OF *CYPRINUS CARPIO* (L.) EXPOSED TO COPPER, ZINC AND COPPER-ZINC INTERACTION

Effects of concentration and exposure period on the accumulation of copper and zinc in the gill, liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L.) were studied together with their effect on total protein, glycogen and on some biochemical blood parameters of *C. carpio* after exposing the animals to different concentrations of copper, zinc and to their combination.

Copper and zinc accumulation in gill, liver and muscle tissues were determined using atomic absorption spectrophotometric, tissue quantitative protein and glycogen and serum total protein, glucose and cholesterol contents were measured using spectrophotometric techniques after exposing the fish to various concentrations of copper, zinc and to their combinations over 1, 7, 15 and 30 day periods.

No mortality was observed during the experiments. Copper and zinc accumulation were higher in the liver tissue compared with gill and muscle tissues in all the experiments, except zinc accumulation in fish exposed to the combination of metals. Metal accumulation in tissues increased with increasing exposure periods and concentrations.

Tissue protein showed an increase in tissue and a decrease in muscle tissue with the accumulation of copper and zinc in these tissues. Gill protein level, although showed a general increase, fluctuated throughout the experimental period. Liver and muscle glycogen decreased with increasing concentrations of metals and exposure period. Serum glucose, total protein and cholesterol levels increased with the duration of exposure.

Copper and zinc metabolism and influence of these metals on protein and carbohydrate metabolism and some other biochemical parameters are discussed.



**KAYNAKLAR**

- ABEL, P.D. and PAPOUTSOUGLOU, S.E. (1986). Lethal Toxicity of Cadmium to *Cyprinus carpio* and *Tilapia aurea*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 37, 382-386.
- AHSANULLAH, M., NEGILSKI, D.S. and MOBLEY, M.C. (1981). Toxicity of Zinc, Cadmium and Copper to the Shrimp *Callinassa australiensis*. III. Accumulation of Metals. Mar. Biol., 64, 311-316.
- AKBERALI, H.A. and EARNSHOW, M.J. (1982). Studies of the Effects of Zinc on the Respiration of Mitochondria from Different Tissues in the Bivalve Mollusc *Mytilus edulis* (L.). Comp. Biochem. Physiol., 72C, (1), 149-152.
- AMIARD, J.C., AMIARD-TRIQUET, C. and METAYER, C. (1985). Experimental Study of Bioaccumulation Toxicity and Regulation of Some Trace Metals in Various Estuarine and Coastal Organisms. Symposia Biologica Hungarica. 29, 313-323.
- AMIARD, J.C., AMIARD-TRIQUET, C., BERTHET, B. and METAYER, C. (1987). Comparative Study of the Patterns of Bioaccumulation of essential (Cu, Zn) and Non-Essential (Cd, Pb) Trace Metals in Various Estuarine and Coastal Organisms. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 106, 73-89.
- ANDERSON, P.D. and SPEAR, P.A. (1980 a). Copper Pharmacokinetics in Fish Gills - I Kinetics in Pumpkinseed Sunfish, *Lepomis gibosus*, of Different Body Sizes. Water Research, 14, 1101-1105.
- ANDERSON, P.D. and SPEAR, P.A. (1980 b). Copper Pharmacokinetics in Fish Gills - II Body Size Relationships for Accumulation and Tolerance. Water Research, 14, 1107-1111.
- ANIL, A.C. and WAGH, A.B. (1988). Accumulation of Copper and Zinc by *Balanus amphitrite* in a Tropical Estuary. Marine Pollution Bulletin, 19, (4), 177-180.
- ARUMUGAM, M. and RAVINDRANATH, M.H. (1987). Copper Toxicity in the Crab, *Scylla serrata*, Copper levels in Tissues and Regulation After Exposure to a Copper - Rich Medium. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 39: 708-715.

- BAGATTO, G. and ALIKHAN, M. A. (1987). Copper, Cadmium and Nickel Accumulation in Crayfish Population Near Copper-Nickel Smelters at Sudbury, Ontario, Canada. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 38, 540-545.
- BERMAN, E. (1980). Copper. In "Toxic Metals and Their Analysis". Chapter 12, pp.88-100, Heyden Son LTD., London.
- BLEVINS, R.D. and PANCORBO, O.C. (1986). Metal Concentrations in Muscle of Fish from Aquatic Systems in East Tennessee, U.S.A. *Water, Air and Soil Pollution*, 29, 361-371.
- BRADLEY, R.W. and MORRIS, J.R. (1986). Heavy Metals in Fish from a Series of Metal-Contaminated Lakes near Sudbury, Ontario. *Water, Air and Soil Pollution*, 27, 341-354.
- BROWN, B. and AHSANULLAH, M. (1971). Effect of Heavy Metals on Mortality and Growth. *Mar.Poll.Bull.*, 2(12), 182-187.
- BROWN, M.W., THOMAS, D.G., SHURBEN, D. SOLBE, J.F. DE L.G., KAY, J. and CRYER, A. (1986). A Comparison of the Differential Accumulation of Cadmium in the Tissues of Three Species of Freshwater Fish, *Salmo gairdneri*, *Rutilus rutilus* and *Noemacheilus barbatulus*. *Comp.Biochem.Physiol.*, 84C, (2), 213-217.
- BRUBAKER, P.E., LUCIER, G.W. and KLEIN, R. (1971). The Effects of Methylmercury on Protein Synthesis in Rat Liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 44, (6), 1552-1558.
- BRUNGS, W.A., LEONARD, E.N. and McKIM, J.M. (1973). Acute and Long-Term Accumulation of Copper by the Brown Bullhead, *Ictalurus nebulosus*. *J.Fish.Res. Bd.Can.*, 30, (4), 583-586.
- BRYAN, G. W. (1968). Concentrations of Zinc and Copper in the Tissues of Decapod Crustacean. *J.Mar.Biol.Ass.UK.*, 48, 303-321.
- BRYAN, G.W. (1971). The Effects of Heavy Metals (Other than Mercury) on Marine and Estuarine Organisms. *Proc. Roy. Soc. Lond. B.*, 177, 389-410.

- BUCKLEY, J.T., ROCH, M., MCCARTER, J.A., RENDELL, C.A. and MATHESON, A.T. (1982). Chronic Exposure of Coho Salmon to Sublethal Concentrations of Copper - I.Effect on Growth, on Accumulation and Distribution of Copper, and on Copper Tolerance. *Comp.Biochem. Physiol.*, 72C, (1), 15-19.
- CAPELLI, R. and MINGANTI, V. (1987). Total Mercury, Organic Mercury, Copper, Manganese, Selenium, and Zinc in *Sarda sarda* from the Gulf of Genoa. *The Science of the Total Environment*, 63, 83-99.
- CHAN, H.M. and CHERIAN, M.G. (1992). Protective Roles of Metallothionein and Glutathione in Hepatotoxicity of Cadmium. *Toxicology*, 72, 281-290.
- CHAUDHRY, H.S. (1984). Nickel Toxicity on Carbohydrate Metabolism of a Freshwater Fish *Colisa fasciatus*. *Toxicology Letters*, 20, 115-121.
- CHERIAN, M.G.and GOYER, R.A. (1978). Metallothioneins and Their Role in the Metabolism and Toxicity of Metals. *Life Sciences*, 23, 1-10.
- CHRISTENSEN, G.M., MCKIM, J.M., BRUNGS,W.A. and HUNT E.P. (1972). Changes in the Blood of the Brown Bullhead (*Ictalurus nebulosus* (Lesueur)) Following Short and Long Term Exposure to Copper (II). *Toxicol. and Appl. Pharmacol.*, 23, 417-427.
- CICIK, B., (1991). *Tilapia nilotica*'da Bakırın Karaciğer ve Kas Dokularındaki Nicel Protein Değişimlerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 52 s.
- CICIK, B. ve ERDEM, C. (1992). *Tilapia nilotica*'da Bakırın Karaciğer ve Kas Dokularındaki Nicel Protein Değişimlerine Etkileri. *Biyokimya Dergisi*, XVII, 1, 51-64.
- COLLVIN, L. (1984). Uptake of Copper in the Gills and Liver of Perch, *Perca fluviatilis*. *Ecological Bulletins*, 36, 57-61.
- COLLVIN, L. (1985). Effects of Copper on Growth and Starvation in Perch, *Perca fluviatilis* L.. *J. Fish Biol.*, 27, 757-764.
- COUSINS, R.J. (1985). Absorbtion, Transport and Hepatic Metabolism of Copper and Zinc: Special Reference to Metallothionein and Ceruloplasmin. *Physiological Reviews*, 65, (2), 238-309.

- CROSS, F.A., HARDY, L.H., JONES, N.Y. and BARBER, R.T. (1973). Relation Between Total Body Weight and Concentrations of Manganese, Iron, Copper, Zinc, and Mercury in White Muscle of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) and a Bathy - Demersal Fish *Antimora rostrata*. J. Fish. Res. Board Can., 30, 1287-1291.
- CUSIMANO, R.F., BRAKKE, D.F. and CHAPMAN, G.A. (1986). Effects of pH on the Toxicities of Cadmium, Copper and Zinc to Steelhead Trout (*Salmo gairdneri*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43, 1497-1503.
- DANGE, A.D. (1986). Changes in Carbohydrate Metabolism in Tilapia *Oerochromis mossambicus*, During Short-term Exposure to Different Types of Pollutants. Environmental Pollution (Series), 41, 165-177.
- DUBALE, M.S. and SHAH, P. (1981). Biochemical Alterations Induced by Cadmium in the Liver of *Channa punctatus*. Environmental Research, 26, 110-118.
- EISLER, R. and GARDNER, G.R. (1973). Acute Toxicology to an Estuarine Teleost of Mixtures of Cadmium, Copper and Zinc Salts. J. Fish Biol., 5, 131-142.
- ELLIOT, N.G., SWAIN, R. and RITZ, D.A. (1986). Metal Interaction during Accumulation by the Mussel *Mytilus edulis planulatus*. Marine Biology, 93, 395-399.
- EL NABAWI, A., HEINZOW, B. and KRUSE, H. (1987). As, Cd, Cu, Pb, Hg, and Zn in Fish from the Alexandria Region, Egypt. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 39, 889-897.
- ERDEM, C. ve KARGIN, F. (1990). Farklı Ortam Derişimlerinde *Tilapia nilotica* (L.)'nin Doku ve Organlarında Bakır Birikimi. Doğa - Tr. J. of Zoology, 14, 173-178.
- ERDEM, C. ve KARGIN, F. (1992). *Cyprinus carpio* ile *Tilapia nilotica*'nın Karaciğer, Dalak, Barsak, Solungaç ve Kas Dokularındaki Bakır Birikiminin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması. Biyokimya Dergisi, XVII, 1, 13-27.
- EVERAARTS, J.M. (1986). The Uptake and Distribution of Copper in the Lugworm, *Arenicola marina* (Annelida, Polychaeta). Netherlands Journal of Sea Research, 20 (2/3), 253-267.

- FELTS, P.A. and HEATH, A.G. (1984). Interactions of Temperature and Sublethal Environmental Copper Exposure on the Energy Metabolism of Bluegill *Lepomis macrochirus*. J. Fish Biol., 25, 445-453.
- FLOS, R., CARITAT, A. and BALASCH, J. (1979). Zinc Content in Organs of Dogfish (*Scyliorhinus canicula* L.) Subjected to Sublethal Experimental Aquatic Zinc Pollution. Comp. Biochim. Physiol., 64C, 77-81.
- FLOS, R., TORT, L. and BALASCH, J. (1987). Effects of Zinc Sulphate on Haematological Parameters in the Dogfish *Scyliorhinus canicula* and Influences of MS - 222. Mar. Env. Res., 21, 289-298.
- GAGNE, F., MARION, M. and DENIZEAU, F. (1990). Metallothionein Induction and Metal Homeostasis in Rainbow Trout Hepatocytes Exposed to Mercury. Toxicology Letters, 51, 99-107.
- GROBLER, E., DU PEREZ, H.H. and VAN VUREN, J.H.J. (1989). Toxic Effects of Zinc and Iron on the Routine Oxygen Consumption of *Tilapia sparrmanii* (Cichilidae). Comp. Biochem. Physiol., 94, (1), 207-214.
- HAESLOOP, U. and SCHRIMER, M. (1985). Accumulation of Orally Administered Cadmium by the Eel (*Anguilla anguilla*). Chemosphere, 14, (10), 1627-1634.
- HARRISON, F.L. and LAM, J.R. (1985). Partitioning of Copper among Copper-binding Proteins in the Mussel *Mytilus edulis* Exposed to Soluble Copper. Marine Environmental Research, 16, 151-163.
- HEATH, A.G. (1985). Water Pollution and Fish Physiology. CRC Pres, Inc. Boca Raton, Florida, 245 pp.
- HEMELRAAD, J., KLEINVELD, H.A., de ROSS, A.M., HOLWERDA, D.A. and ZANDEE, D.I. (1987). Cadmium Kinetics in Freshwater Clams. III. Effects of Zinc on Uptake and Distribution of Cadmium in *Anadonta cygnea*. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 16, 95-101.

- HILMY, A.M., SHABANA, M.B. and DAABBES, A.Y. (1985 a). Bioaccumulation of Cadmium: Toxicity in *Mugil cephalus*. Comp. Biochem. Physiol., 81C, (1), 139-143.
- HILMY, A.M., SHABANA, M.B. and DAABBES, A.Y. (1985 b). Effects of Cadmium Toxicity Upon the *in vivo* and *in vitro* Activity of Proteins and Five Enzymes in Blood Serum and Tissue Homogenates of *Mugil cephalus*. Comp. Biochem. Physiol., 81C, (1), 145-153.
- HILMY, A.M., EL-DOMIATY, N.A., DAABEES, A.Y. and LATIFE, H.A.A. (1987a). Toxicity in *Tilapia zilli* and *Clarias lazera* (Pisces) Induced by Zinc Seasonally. Comp. Biochem. Physiol., 86C, (2), 263-265.
- HILMY, A.M., EL DOMIATY, N.A., DAABEES, A.Y. and ALSARHA, A. (1987 b). The Toxicity to *Clarias lazera* of Copper and Zinc Applied Jointly. Comp. Biochem. Physiol., 87C, (2), 309-314.
- HILMY, A.M., EL-DOMIATY, N.A., DAABEES, A.Y. and LATIFE, H.A.A. (1987c). Some Physiological and Biochemical Indices of Zinc Toxicity in Two Freshwater Fishes, *Clarias lazera* and *Tilapia zilli*. Comp. Biochem. Physiol., 87C, (2), 297-301.
- HODSON, P.V. (1988). The Effect of Metal Metabolism on Uptake, Disposition and Toxicity in Fish. Aquatic Toxicology, 11, 3-18.
- HORNUNG, H. AND RAMELOV, G.J. (1987). Distribution of Cd, Cr, Cu and Zn in Eastern Mediterranean Fishes. Marine Pollution Bulletin, 18, (1), 45 - 49.
- HUTCHINSON, N.J. and SPRAGUE, J.B. (1989). Lethality of Trace Metal Mixtures to American Flagfish in Neutralized Acid water. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 18, 249-254.
- JANA, S. and SAHANA, S.S. (1988). Effects of Copper, Cadmium and Chromium Cations on the Freshwater Fish *Clarias batrachus* L. Physiol. Bohemoslov., 37(1), 79-82.
- JANA, S., SAHANA, S.S., CHOUDHURI, M.A. and CHOUDHURI, D.K. (1986). Heavy Metal Pollution Induced changes in Some Biochemical Parameters in the Freshwater Fish *Clarias batrachus* L. Acta Physiologica Hungarica, 68, (1), 39-43.

- KALAY, M. (1992). *Tilapia nilotica*'da Bakırın Karaciğer, Solungaç, Kas, Böbrek, Beyin ve Kan Dokularındaki Birikimi ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 s.
- KARGIN, F. ve ERDEM, C. (1991). *Cyprinus carpio*'da Bakırın Karaciğer, Dalak, Mide, Barsak, Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikimi. Doğa-Tr. J.of Zoology, 15, 306-314.
- KARGIN, F. and ERDEM, C. (1992). Bakır-Çinko Etkileşiminde *Tilapia nilotica* (L.)'nin Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi. Doğa - Tr. J. of Zoology, 16, 343-348.
- KATTI, S.R. and SATHYANESAN, A.G. (1986). Lead Nitrate Induced Changes in the Brain Constituents of the Freshwater Fish *Clarias batrachus*. Neuro Toxicology, 7,(3): 47-52.
- KITO, H., TAZAWA, T., OSE, Y., SATO, T. and ISHIKAWA, T. (1982a). Protection by Metallothionein Against Cadmium Toxicity. Comp. Biochem. Physiol., 73C, (1), 135-139.
- KITO, H., TAZAWA, T., OSE, Y., SATO, T. and ISHIKAWA, T. (1982b). Formation of Metallothionein in Fish. Comp. Biochem. Physiol., 73C, (1), 129-134.
- LARSSON, A., HAUX, C. and SJÖBECK, M.L. (1985). Fish Physiology and Metal Pollution: Results and Experiences from Laboratory and Field Studies. Ecotoxicology and Environmental Safety, 9, 250-281.
- LAUREN, D.J. and McDONALD, D.G. (1985). Influence of Water Hardness, pH and Alkalinity on the Mechanisms of Copper Toxicity in Juvenile Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*. Can. J.Fish. Aquat. Sci., 43, 1488-1496.
- LEHNINGER, A.L. (1975). "Biochemistry". Worth Publ. Inc., New York, 1104 pp.
- LEY, H.L., FAILLA, M.L. and CHERRY, D.S. (1983). Isolation and Characterization of Hepatic Metallothionein from Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). Comp. Biochem. Physiol., 74B, (3), 507-513.

- LOWE - JINDE, L. and NIIMI, A.J. (1984). Short Term and Long Term Effects of Cadmium on Glycogen Reserves and Liver Size in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Arch. Env. Contam. Toxicol., 13, 759-764.
- LUCU, C. and SKREBLIN, M. (1981). Evidence on the Interaction of Mercury and Selenium in the Shrimp *Palaemon elegans*. Marine Environmental Research, 3, 265-274.
- LYON, R. , TAYLOR, M. and SIMKISS, K. (1983). Metal-Binding Proteins in the Hepatopancreas of the Crayfish (*Austropotamobius pallipes*). Comp.Biochem. Physiol., 74C, (1), 51-54.
- MARTINEZ, M., DEL-RAMO, J., TORREBLANCA, D.M. and PASTOR, A. (1991). Presence of Cd binding Proteins in Pre-exposed and not Pre-exposed Cd Brine Shrimp *Artemia*. Toxicology and Environmental Chemistry, 31, 417-424.
- McCARTER, J.A. and ROCH, M. (1983). Hepatic Metallothionein and Resistance to Copper in Juvenile Coho Salmon. Comp. Biochem. Physiol., 74C., (1), 133-137.
- McCARTER, J.A. and ROCH, M. (1984). Chronic Exposure of Coho Salmon to Sublethal Concentrations of Copper III. Kinetics of Metabolism of Metallothionein. Comp. Biochem. Physiol., 77C, (1), 83-87.
- MERIAN, E. (1991). Metals and Their Compounds in the Environment. Occurrence Analysis and Biological Relevance. Vch Weinheim. New York. Basel. Cambridge. 1342 pp.
- MIKLOVICS, M.H., KOVACS-GAYER, E. and SZAKOLCZAI, J. (1985). Accumulation and Effect of Heavy Metals in the Fishes of Lake Balaton. Symposia Biologica Hungarica, 29. 111-118.
- MILLER, P.A., MUNKITTRICK, K.R. and DIXON, D.G. (1992). Relationship between Concentrations of Copper and Zinc in Water Sediment, Benthic Invertebrates, and Tissues of White Sucker (*Catostomus commersoni*) at Metal Contaminated Sites. Can. J. Fish Aquat. Sci., 49, 978-984.
- MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, M. and VERRIOPOULOS, G. (1982). Individual and Combined Toxicity of Three Heavy Metals; Cu, Cd and Cr for the Marine Copepod *Tisbe holothuriae*. Hydrobiologia, 87, 83-87.



- MURAMOTO, S. (1983). Elimination of Copper From Cu-Contaminated Fish by Long-Term Exposure to EDTA and Freshwater. *J. Environ. Sci. Health*, A18 (3), 455-461.
- MURPHY, C.B. and SPIEGEL, S.J. (1983). Bioaccumulation and Toxicity of Heavy Metals and Related Trace Elements. *Journal WPCF*, 55, (6), 816-822.
- NEGILSKI, D.S., AHSANULLAH, M. and MOBLEY, M.C. (1981). Toxicity of Zinc, Cadmium and Copper to the Shrimp *Callinassa australiensis*. II. Effects of Paired and Triad Combinations of Metals. *Marine Biology*, 64, 305-309.
- NEMCSOK, J., ORBAN, L., ASZTALOS, B. and VIG, E. (1987). Accumulation of Pesticides in the Organs of Carp, *Cyprinus carpio* L., 40 and 20°C. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 39, 370-378.
- NEMCSOK, J.G. and HUGHES G.M. (1988). The Effect of Copper Sulphate on some Biochemical Parameters of Rainbow Trout. *Environmental Pollution*, 49, 77-85.
- NOEL-LAMBOT, F., GERDAY, C.H. and DISTECHE, A. (1978). Distribution of Cd, Zn and Cu in Liver and Gills of the Eel *Anguilla anguilla* with Special Reference to Metallothioneins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 61C, 177-187.
- OLSSON, P. ve HAUX, C. (1986). Increased Hepatic Metallothionein Content Correlates to Cadmium Accumulation in Experimentally Exposed Perch (*Perca fluviatilis*). *Aquatic Toxicology*, 9, 231-242.
- OLSSON, P., LARSSON, A. and HAUX, C. (1988). Metallothionein and Heavy Metal Levels in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) During Exposure to Cadmium in the Water. *Marine Environmental Research*, 24, 151-153.
- OTTOLENGHI, C., PUVIANI, A.C., BARUFFALDI, A. and BRIGHENTI, L. (1984). Epinephrine Effects on Carbohydrate Metabolism in Catfish *Ictalurus meals*. *General and Comparative Endocrinology*, 55, 378-386.
- OVERNELL, J., McINTOSH, R. and FLETCHER, T.C. (1987). The Levels of Liver Metallothionein and Zinc in Plaice *Pleuronectes platessa* L., during the Breeding Season and the Effect of Oestradiol Injection. *J. Fish Biol.*, 30, 539-546.

- PAGENKOPF, G.K. (1983). Gill Surface Interaction Model for Trace - Metal Toxicity to Fishes: Role of Complexation, pH, and Water Hardness. *Environ. Sci. Technol.*, 17, (6), 342-347.
- PHILLIPS, D.J.H. (1976). The Common Mussel *Mytilus edulis* as an Indicator of Pollution by Zinc, Cadmium, Lead and Copper. I. Effects of Environmental Variables on Uptake of Metals. *Marine Biology*, 38, 59-69.
- PIERSON, K.B. (1985). Occurrence and Synthesis of a Non-Thionein, Zinc-Binding Protein in the Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 81C, (1), 71-75.
- PLUMMER, D.T. (1971). "Practical Biochemistry". McGraw Hill Book Company Ltd., England. 369 pp.
- REICHERT, W.L., FEDERIGHI, D.A. and MALINS, D.C. (1979). Uptake and Metabolism of Lead and Cadmium in Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 63C, 229-234.
- ROCH, M. and McCARTER, J.A. (1984 a). Metallothionein Induction, Growth and Survival of Chinook Salmon Exposed to Zinc, Copper and Cadmium. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 32, 478-485.
- ROCH, M. and McCARTER, J.A. (1984 b). Hepatic Metallothionein Production and Resistance to Heavy Metals by Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*)-I. Exposed to an Artificial Mixture of Zinc, Copper and Cadmium. *Comp. Biochem. Physiol.*, 77C, (1), 71-75.
- ROHLF, J.F. and SOKAL, R.R. (1969). "Statistical Tables". W.H. and Freeman and Company, San Francisco, 253 pp.
- ROMANENKO, V.D. and YEVTUSHENKO, N.Y. (1985). The Tissue Accumulation of Heavy Metals and Their Influence on the Biosynthesis in the Fish Organism. *Symposia Biologica Hungarica*, 29, 299-311.
- RUPARELIA, S.G., VERMA, Y., MEHTA, N.S. and SALYED, S.R. (1989). Lead Induced Biochemical Changes in Freshwater Fish *Oerochromis mossambicus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 43, 310-314.

- SAHANA, S.S., JANA, S., CHOUDHURI, M.A. and CHOUDHURI, D.K. (1986). Hg (II)-Induced Changes in Some Biochemical Parameters in the Freshwater Fish *Clarias batrachus*. *Physiologia Bohemoslovaca*, 35, (1), 81-85.
- SANPERA, C., VALLRIBERA, M. and CRESPO, S. (1983). Zn, Cu and Mn Levels in the Liver of the Dogfish Exposed to Zn. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 31, 415-417.
- SASTRY, K.V. and RAO, D.R. (1984). Effect of Mercuric Chloride on some Biochemical and Physiological Parameters of the Freshwater Murrel, *Channa punctatus*. *Environmental Research*, 34, 343-350.
- SASTRY, K.V. and SUBHADRA, K.M. (1985). In-vivo Effects of Cadmium on some Enzyme Activities in Tissues of the Freshwater Catfish *Heteropneustes fossilis*. *Environmental Research*, 36, 32-45.
- SATO, M. and NAGAI, Y. (1989). Effect on Zinc Deficiency on the Accumulation of Metallothionein and Cadmium in the Rat Liver and Kidney. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 18, 587-593.
- SEGNER, H. (1987). Response of Fed and Starved roach, *Rutilus rutilus*, to Sublethal Copper Contamination. *J. Fish Biol.*, 30, 423-437.
- SHARMA, R.P. (1983). Ligands Binding Cadmium Zinc and Copper in a Species of New Zealand Oyster (*Ostrea lutaria*). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 30, 428-434.
- SJÖBECK, M., HAUX, C., LARSSON, A., LITHNER, G. (1984). Biochemical and Hematological Studies on Perch *Perca fluviatilis* from the Cadmium-Contaminated River Eman. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 8, 303-312.
- SOKAL, R.R. and ROHLF, J.F. (1969). "Biometry". W.H. and Freeman and Company, San Francisco, 776 pp.
- SUGAWARA, N. and SUGAWARA, C. (1984). Effect of Silver on Ceruloplasmin Synthesis in Relation to Low-molecular-weight Protein. *Toxicology Letters*, 20, 99-104.

- THOMAS, D.G., CRYER, A., SOLBE, F.D.L.G. and KAY, J. (1983). A Comparison of the Accumulation and Protein Binding of Environmental Cadmium in the Gills, Kidney and Liver of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Comp. Biochem. Physiol.*, 76C, (2), 241-246.
- THOMAS, D.G., BROWN, M.W., SHURBEN, D., SOLBE, J.F.D.G., CRYER, A. and KAY, J. (1985). A Comparison of the Sequestration of Cadmium and Zinc in the Tissues of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Following Exposure to the Metals Singly or in Combination. *Comp. Biochem. Physiol.*, 82C, (1), 55-62.
- THORP, V.J. and LAKE, P.S. (1974). Toxicity Bioassays of Cadmium on Selected Freshwater Invertebrates and the Interaction of Cadmium and Zinc on the Freshwater Shrimp, *Paratya tasmaniensis* Riek. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 25, 97-104.
- TORREBLANCA, A., DEL-RAMO, J. and DIAZ-MAYANS, J. (1991). Effects of Cadmium on the Biochemical Composition of the Freshwater Cryfish *Procambarus clarkii*. *J. Fish Biol.*, 32, 277-282.
- TORRES, P., TORT, L. and FLOS, R. (1987). Acute Toxicity of Copper to Mediterranean Dogfish. *Comp. Biochem. Physiol.*, 86C, (1), 169-171.
- TORT, L., CRESPO, S. and BALASCH, J. (1982). Oxygen Consumption of the Dogfish Gill Tissue Following Zinc Treatment. *Comp. Biochem. Physiol.*, 72C, (1), 145-148.
- TORT, L., FLOS, R. and BALASCH, J. (1984). Dogfish Liver and Kidney Respiration after Zinc Treatment. *Comp. Biochem. Physiol.*, 77C, (2), 381-384.
- TORT, L., PLANAS, J. and BALASCH, J. (1985). Gill Metabolism after Chronic Subcutaneous Zinc Treatments. *Acta Physiol. Latinoam.*, 35, 375-378.
- TORT, L., TORRES P. and FLOS, R. (1987). Effects on Dogfish Haematology and Liver Composition After Acute Copper Exposure. *Comp. Biochem. Physiol.*, 87C, (2), 349-353.

- TORT, L. and TORRES, P. (1988). The Effects of Sublethal Concentrations of Cadmium on Haematological Parameters in the Dogfish, *Scyliorhinus canicula*. J. Fish Biol., 32, 277-282.
- TULASI, S.J., REDDY, P.U., RAO, J.V.R. (1992). Accumulation of Lead and Effects on Total Lipids and Lipid Derivatives in the Freshwater Fish *Anabas testudineus*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 23, 33-38.
- UYSAL, H. and TUNCER, S.(1984). A Comparative Study on the Heavy Metal Concentrations in Some Fish Species and in the Sediments from İzmir Bay. Villes Journees Etud. Pollutions, Lucerne, C.I.E.S.M., 275-284.
- VERRIOPOULOS, G., MOAITOU-APOSTOLOPOULOU, M. and MILLIOU, E. (1987). Combined Toxicity of Four Toxicants (Cu, Cr, Oil, Oil Dispersant) to *Artemia salina*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 38, 483-490.
- VIARENGO, A. (1985). Biochemical Effects of Trace Metals. Mar. Poll. Bull., 16, (4), 153-158.
- VIARENGO, A., PERTICA, M., MANCINELLI, G., ZANICCHI, G. and ORUNESU, M. (1980). Rapid Induction of Copper-Binding Proteins in the Gills of Metal Exposed Mussels. Comp. Biochem.Physiol., 67C, 215-218.
- VIARENGO, A., MANCINELLI, G. and ORUNESU M. (1988). Effects of Sublethal Copper Concentrations, Temperature, Salinity and Oxygen Levels on Calcium Content and on Cellular Distribution of Copper in the Gills of *Mytilus galloprovincialis* Lam.: A Multifactorial Experiment. Mar. Env. Res., 24, 227-231.
- VILLARREAL-TREVINO, C.M., OBREGON -MORALES, M.E., LOZANO- MORALES, J.F. and VILLEGAS-NAVARRO,A. (1986). Bioaccumulation of Lead, Copper, Iron, and Zinc by Fish in a Transect of the Santa Catarina River in Cadereyta Jimenez, Nuevo Leon, Mexico. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 37, 395-401.
- VINIKOUR, W.S., GOLDSTEIN, R.M. and ANDERSON, R.V.(1980). Bioconcentration Patterns of Zinc, Copper, Cadmium and Lead in Selected Fish Species from the Fox River, Illinois. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 24, 727-734.

- WEDEMEYER, G.A. and YASUTAKE, W.T. (1977). Clinical Methods for the Assessment of the Effects of Environmental Stress on Fish Health. U.S. Tech. Pap. U.S. Fish Wildl. Serv., 89, 1-18.
- WEIS, J.S. (1980). Effect of Zinc on Regeneration in the Fiddler Crab *Uca pugilator* and Its Interactions with Methylmercury and Cadmium. Marine Environmental Research, 3, 249-255.
- WICKLUND, A., RUNN, P. and NORRGREN, L. (1988). Cadmium and Zinc Interactions in Fish: Effects of Zinc on the Uptake, Organ Distribution and Elimination of  $^{109}\text{Cd}$  in the Zebrafish *Brachydanio rerio*. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 17, 345-354.
- WINGE, D., KRASNO, J. and COLUCCI, A.V. (1973). Cadmium Accumulation in Rat Liver: Correlation between Bound Metal and Pathology. In "Trace Element Metabolism in Animals". Vol.2. Ed.by Hoekstra, W.G., Suttie, J., Ganther, H.E. and Mertz, W. University Park Press, Baltimore, pp 500-501.
- WISELY, B. and BLICK, R.A.P. (1967). Mortality of Marine Invertebrate Larvae in Mercury, Copper and Zinc Solutions. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 18, 63-72.
- YAMAMOTO, Y., ISHII, T. and IKEDA, S. (1977). Studies on Copper Metabolism in Fishes.-The Site of Copper Accumulation in Tissues of Carp. Bull.Jap. Soc. Sci.Fish., 43, 1327-1332.
- ZABA, B.N. and HARRIS, E.J. (1978). Accumulation and Effects of Trace Metal Ions in Fish Liver Mitochondria. Comp. Biochem. Physiol., 61C, 89-93.

## TEŞEKKÜR

Araştırmalarımı yönetip yönlendiren ve her türlü yardımlarını esirgemeyen danışmanım Ç.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Cahit ERDEM'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Ayrıca yakın ilgilerini gördüğüm Sayın Prof. Dr. Nevin ÜNER ve Doç. Dr. İskender EMRE'ye teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarında yardımlarını gördüğüm Sayın Yrd. Doç. Dr. Ferit KARGIN, Araş. Gör. Özcan AY ile Araş. Gör. Dr. Mustafa CANLI, Uzman Mustafa KALAY, Biyolog Sahire KARATAŞ ve Ferbal ÖZKAN'a, metal analizi için Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi'nin kullanımında ve gerekli kimyasalların sağlanmasında büyük kolaylık sağlayan Ç. Ü. Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Turgay İSPİR ve Biyolog Lülüfer ACAR'a, deneysel materyalin sağlanmasında büyük kolaylık gösteren Biyolog Sayın Erdal NEVŞAT'a teşekkür ederim.

Bu güne kadar maddi ve manevi desteği hiç bir zamam eksik etmeyen merhum annem, eşim ve ailem'e teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Adana'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1987 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesini "3.lük" derecesi ile tamamlayıp, Biyoloji Bölümünden "Biyolog" ünvanı ile mezun oldum. Aynı yıl, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışmasına başladım. 1988 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümüne araştırma görevlisi olarak atandım. 1991 yılında " *Tilapia nilotica*'da Bakırın Karaciğer ve Kas Dokularındaki Nicel Protein Değişimlerine Etkileri " konulu çalışma ile Yüksek Lisans derecesini aldım. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında doktora çalışmasına başladım. Halen Biyoloji Bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım.



**EKTABLO LİSTESİ**

- Ek TABLO 1. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve bakır ortam derişimlerinde bu dokulardaki bakır birikim verileri. 95
- Ek TABLO 2. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve çinko ortam derişimlerinde bu dokulardaki çinko birikim verileri. 96
- Ek TABLO 3. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve bakır + çinko karışımı ortam derişimlerinde bu dokulardaki bakır birikim verileri. 97
- Ek TABLO 4. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve bakır + çinko karışımı ortam derişimlerinde bu dokulardaki çinko birikim verileri. 98
- Ek TABLO 5. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve bakır ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku protein derişim verileri. 99

- Ek TABLO 6. *C.carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorbans değerleri ile denenen süre ve çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku protein derişim verileri. 100
- Ek TABLO 7 *C.carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorbans değerleri ile denenen süre ve bakır + çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku protein derişim verileri. 101
- Ek TABLO 8 *C.carpio*'da kas ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorbans değerleri ile denenen süre ve bakır ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku glikojen derişim verileri. 102
- Ek TABLO 9 *C.carpio*'da kas ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları spektrofotometreden alınan absorbans değerleri ile denenen süre ve çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku glikojen derişim verileri. 103
- Ek TABLO 10. *C.carpio*'da kas ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları spektrofotometreden alınan absorbans değerleri ile denenen süre ve bakır + çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku glikojen derişim verileri. 104

- Ek TABLO 11. *C.carpio*'da bakırın denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum glikoz, total protein ve kolesterol absorbans ve derişim verileri. 105
- Ek TABLO 12. *C.carpio*'da çinkonun denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum glikoz, total protein ve kolesterol absorbans ve derişim verileri. 106
- Ek TABLO 13. *C.carpio*' da bakır + çinkonun denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum glikoz, total protein ve kolesterol absorbans ve derişim verileri. 107

EK-TABLO 1. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbanans değerleri ile denenen süre ve bakır ortam derişimlerinde bu dokulardaki bakır birikim verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm Cu)	Tekrar	KAS			SİLUNGAÇ			KARACİĞER			
			Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgCu/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgCu/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgCu/g k.a.)	
1	0.00	a	0.1367			0.0878			0.1151			
		b	0.1149	D.A.	D.A.	0.0557	D.A.	D.A.	0.1237	D.A.	D.A.	
		c	0.1744			0.0950			0.1151			
	0.01	a	0.1219	0.011	3.41	0.0948	0.020	14.28	0.1150	0.054	42.57	
		b	0.0833	0.009	2.50	0.0695	0.017	14.98	0.0643	0.043	42.12	
		c	0.0765	0.009	2.72	0.0801	0.019	15.60	0.0780	0.037	40.06	
	0.05	a	0.1318	0.012	3.95	0.1296	0.031	19.29	0.0904	0.053	53.00	
		b	0.0984	0.011	4.23	0.1169	0.029	19.60	0.0587	0.035	49.68	
		c	0.0715	0.010	4.37	0.1009	0.029	22.71	0.0689	0.040	49.89	
	0.10	a	0.1265	0.013	4.94	0.1077	0.034	26.11	0.1043	0.075	67.91	
		b	0.0610	0.010	5.12	0.0769	0.029	29.80	0.0711	0.050	62.99	
		c	0.0773	0.011	5.39	0.1015	0.034	27.70	0.0591	0.045	66.97	
	0.50	a	0.0718	0.011	5.80	0.1121	0.042	32.52	0.0874	0.080	87.00	
		b	0.0796	0.012	6.54	0.1170	0.044	32.94	0.0666	0.065	90.71	
		c	0.0698	0.011	5.96	0.0886	0.039	37.62	0.0755	0.070	93.81	
	7	0.00	a	0.1193			0.1196			0.1031		
			b	0.1489	D.A.	D.A.	0.1106	D.A.	D.A.	0.1572	D.A.	D.A.
			c	0.1233			0.1098			0.1153		
0.01		a	0.0945	0.011	4.40	0.1368	0.033	19.79	0.1491	0.085	54.49	
		b	0.0991	0.012	5.25	0.1516	0.034	18.43	0.1403	0.078	52.71	
		c	0.1226	0.013	5.09	0.0962	0.027	21.65	0.1384	0.075	51.18	
0.05		a	0.1361	0.016	6.88	0.1242	0.038	25.99	0.1386	0.088	60.87	
		b	0.0890	0.012	5.85	0.1132	0.035	25.76	0.1277	0.085	63.62	
		c	0.0676	0.011	6.16	0.0957	0.031	26.12	0.0675	0.050	66.35	
0.10		a	0.1024	0.014	7.12	0.1541	0.060	35.82	0.1293	0.099	77.34	
		b	0.0748	0.013	8.35	0.1013	0.043	37.01	0.0848	0.075	83.52	
		c	0.0680	0.012	7.65	0.1182	0.050	37.89	0.0639	0.060	86.39	
0.50		a	0.0537	0.013	11.63	0.0900	0.050	49.76	0.1005	0.117	114.01	
		b	0.0533	0.013	11.72	0.0934	0.049	46.84	0.1022	0.120	115.07	
		c	0.0607	0.014	12.01	0.1044	0.055	47.89	0.0618	0.080	123.04	
15		0.00	a	0.1199			0.1259			0.1214		
			b	0.1060	D.A.	D.A.	0.1219	D.A.	D.A.	0.1214	D.A.	D.A.
			c	0.1004			0.1118			0.1110		
	0.01	a	0.0677	0.011	6.15	0.1010	0.035	28.87	0.1116	0.075	63.47	
		b	0.0613	0.011	6.79	0.0768	0.030	31.39	0.0920	0.065	65.67	
		c	0.0811	0.012	6.42	0.1137	0.040	30.23	0.1044	0.075	67.84	
	0.05	a	0.0652	0.012	7.98	0.1005	0.045	39.38	0.0696	0.071	95.78	
		b	0.0847	0.014	8.60	0.0935	0.045	42.33	0.0728	0.069	88.71	
		c	0.0871	0.014	8.37	0.0949	0.045	41.71	0.0868	0.083	91.20	
	0.10	a	0.0822	0.015	10.13	0.1570	0.062	55.37	0.0914	0.140	151.57	
		b	0.0558	0.012	9.33	0.0997	0.055	50.15	0.0701	0.118	164.94	
		c	0.0611	0.013	10.22	0.0728	0.045	54.37	0.0868	0.138	157.21	
	0.50	a	0.0612	0.016	15.31	0.0900	0.068	70.60	0.1307	0.280	217.57	
		b	0.0569	0.014	16.20	0.0592	0.048	72.14	0.0849	0.187	220.84	
		c	0.0450	0.014	16.20	0.0941	0.075	75.27	0.0760	0.162	212.45	
	30	0.00	a	0.1145			0.1012			0.0850		
			b	0.1388	D.A.	D.A.	0.1608	D.A.	D.A.	0.1324	D.A.	D.A.
			c	0.1257			0.0999			0.1662		
0.01		a	0.0658	0.015	12.66	0.0660	0.028	33.14	0.0641	0.055	78.00	
		b	0.0836	0.016	11.21	0.0860	0.033	31.49	0.0663	0.058	80.12	
		c	0.0798	0.016	11.74	0.1059	0.037	29.50	0.0901	0.072	75.14	
0.05		a	0.0903	0.019	13.84	0.0702	0.040	48.96	0.0982	0.120	119.86	
		b	0.0827	0.019	15.11	0.0678	0.040	50.70	0.0894	0.112	122.34	
		c	0.0881	0.019	14.18	0.0985	0.052	47.58	0.0992	0.127	126.00	
0.10		a	0.0523	0.017	19.91	0.0682	0.058	77.89	0.0817	0.189	232.04	
		b	0.0609	0.018	18.81	0.1186	0.085	68.50	0.0622	0.152	242.83	
		c	0.0667	0.019	18.74	0.0839	0.065	72.01	0.1075	0.250	235.46	
0.50		a	0.0355	0.016	26.40	0.0553	0.063	105.48	0.0701	0.235	338.80	
		b	0.0375	0.016	25.00	0.0634	0.065	96.93	0.0755	0.233	311.81	
		c	0.0244	0.013	25.61	0.0344	0.040	99.92	0.0150	0.054	326.38	

D.A. : Duyarlılık düzeyi altında.

k.a. : Kuru ağırlık

EKTABLO 2. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorpsiyon değerleri ile denenen süre ve çinko ortam derişimlerinde bu dokulardaki çinko birikim verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm Zn)	Tekrar	KAS			SOLUNGAÇ			KARACİĞER			
			Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgZn/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgZn/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgZn/g k.a.)	
1	0.0	a	0.1367	0.454	39.13	0.0878	0.581	97.09	0.1151	0.620	78.19	
		b	0.1149	0.428	40.90	0.0557	0.451	94.70	0.1237	0.632	79.22	
		c	0.1744	0.557	45.44	0.0950	0.632	103.15	0.1151	0.590	76.02	
	0.1	a	0.1206	0.551	64.46	0.1307	1.026	150.34	0.1008	0.720	119.04	
		b	0.0879	0.459	62.28	0.0847	0.775	157.91	0.0937	0.685	118.72	
		c	0.0920	0.482	65.76	0.0984	0.905	168.95	0.0820	0.650	125.00	
	0.5	a	0.1060	0.551	73.34	0.1001	1.135	223.52	0.0860	0.767	153.19	
		b	0.1274	0.629	76.33	0.0923	1.050	219.39	0.0925	0.810	154.05	
		c	0.1239	0.624	77.48	0.1028	1.130	216.43	0.1192	1.009	159.60	
	1.0	a	0.1039	0.602	87.10	0.1123	1.342	245.32	0.0984	0.978	187.50	
		b	0.1239	0.651	82.92	0.1307	1.585	257.26	0.1283	1.206	188.23	
		c	0.1364	0.694	83.21	0.1006	1.252	251.49	0.0968	0.990	193.69	
	5.0	a	0.1038	0.656	100.19	0.0883	1.300	300.11	0.0756	0.980	244.70	
		b	0.1091	0.668	98.07	0.0920	1.350	301.63	0.1028	1.220	238.32	
		c	0.1274	0.713	93.99	0.0917	1.372	308.61	0.0940	1.150	242.02	
	7	0.0	a	0.1193	0.435	40.86	0.1196	0.700	96.15	0.1031	0.550	75.16
			b	0.1489	0.487	41.47	0.1106	0.723	109.17	0.1572	0.680	69.97
			c	0.1233	0.451	42.78	0.1098	0.681	100.40	0.1153	0.585	74.80
0.1		a	0.1423	0.650	72.03	0.1378	1.298	191.94	0.1175	0.954	151.91	
		b	0.1157	0.591	75.84	0.0802	0.890	202.61	0.0795	0.731	154.40	
		c	0.1098	0.573	75.81	0.0804	0.880	199.00	0.1420	1.145	159.33	
0.5		a	0.1274	0.675	85.36	0.1280	1.500	250.00	0.0621	0.700	185.18	
		b	0.1097	0.623	87.28	0.1111	1.415	264.40	0.1166	1.050	173.67	
		c	0.1091	0.621	87.30	0.1268	1.525	253.35	0.0789	0.795	175.85	
1.0		a	0.0779	0.559	102.37	0.0845	1.215	288.46	0.1260	1.545	258.92	
		b	0.1197	0.713	98.78	0.1049	1.456	289.79	0.1060	1.300	250.00	
		c	0.1136	0.704	102.11	0.1219	1.624	283.53	0.1438	1.656	246.17	
5.0		a	0.1442	0.892	113.03	0.1020	1.565	324.75	0.1444	1.975	300.38	
		b	0.1390	0.853	110.25	0.1123	1.670	318.34	0.1191	1.715	309.61	
		c	0.1178	0.781	114.81	0.0958	1.467	320.19	0.1067	1.550	306.93	
15		0.0	a	0.1199	0.428	39.19	0.1259	0.756	102.46	0.1214	0.590	72.07
			b	0.1060	0.409	39.85	0.1219	0.765	107.67	0.1214	0.620	78.25
			c	0.1004	0.422	45.31	0.1118	0.678	97.94	0.1110	0.570	74.32
	0.1	a	0.1740	0.884	92.52	0.0804	0.954	222.01	0.1984	1.756	191.02	
		b	0.1028	0.624	93.38	0.1084	1.230	228.32	0.1139	1.089	186.34	
		c	0.1101	0.662	95.82	0.1055	1.218	231.75	0.1741	1.510	182.36	
	0.5	a	0.1299	0.784	104.69	0.0924	1.290	284.09	0.1537	1.540	211.45	
		b	0.1142	0.722	105.51	0.0814	1.195	293.30	0.1393	1.400	208.18	
		c	0.1016	0.673	106.54	0.1027	1.423	287.97	0.1488	1.520	215.05	
	1.0	a	0.1326	0.863	117.45	0.0898	1.377	316.53	0.1424	1.875	287.04	
		b	0.1578	0.972	115.96	0.1164	1.721	328.81	0.1587	1.987	275.20	
		c	0.1010	0.731	121.53	0.1034	1.569	321.32	0.1308	1.741	286.88	
	5.0	a	0.1082	0.810	131.70	0.1246	1.964	345.90	0.0962	1.581	348.49	
		b	0.1058	0.801	132.56	0.1101	1.796	353.31	0.0958	1.600	354.90	
		c	0.1160	0.870	135.77	0.0618	1.099	347.49	0.1255	1.950	340.63	
	30	0.0	a	0.1145	0.430	41.48	0.1012	0.674	107.21	0.0850	0.490	73.52
			b	0.1388	0.457	39.08	0.1608	0.892	101.36	0.1324	0.650	77.41
			c	0.1257	0.444	40.57	0.0999	0.633	98.34	0.1662	0.720	72.20
0.1		a	0.1265	0.808	112.25	0.0864	1.095	247.39	0.0815	1.058	250.92	
		b	0.1111	0.762	117.46	0.1329	1.590	253.95	0.0950	1.200	252.63	
		c	0.0998	0.694	113.72	0.0833	1.100	258.10	0.0868	1.095	246.25	
0.5		a	0.1140	0.850	133.77	0.0886	1.385	323.08	0.1004	1.334	272.41	
		b	0.1267	0.893	128.84	0.0751	1.260	339.54	0.0981	1.300	270.13	
		c	0.1252	0.901	131.98	0.0985	1.540	329.94	0.0896	1.213	271.48	
1.0		a	0.0908	0.821	159.96	0.0741	1.384	385.96	0.0608	1.090	349.50	
		b	0.1317	1.101	163.43	0.0550	1.100	390.90	0.0782	1.300	338.87	
		c	0.1144	0.952	155.59	0.0920	1.680	391.30	0.0583	1.045	345.19	
5.0		a	0.0862	0.981	214.90	0.0616	1.332	443.18	0.0411	1.122	536.49	
		b	0.1130	1.203	213.90	0.0963	1.952	444.44	0.0374	1.062	549.46	
		c	0.1441	1.454	210.60	0.0803	1.695	452.98	0.0526	1.395	548.95	

k.a. : Kuru ağırlık

ERTABLO 3. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbens değerleri ile denenen süre ve bakır + çinko karışımı ortam derişimlerinde bu dokulardaki bakır birikim verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm) (Cu+Zn)	Tekrar	KAS			SOLUNGAÇ			KARACİĞER		
			Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgCu/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgCu/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgCu/g k.a.)
0.0	a	a	0.0694			0.0681			0.1193		
		b	0.1047	D.A.	D.A.	0.0758	D.A.	D.A.	0.1110	D.A.	D.A.
		c	0.1113			0.0974			0.1346		
0.01+0.1	a	a	0.1206	0.009	1.72	0.1380	0.020	9.81	0.1022	0.042	35.67
		b	0.1160	0.009	1.79	0.1035	0.018	11.07	0.1067	0.042	33.19
		c	0.0959	0.008	1.62	0.1520	0.024	11.65	0.1093	0.039	30.49
0.05+0.5	a	a	0.1012	0.009	2.57	0.1087	0.025	17.24	0.1277	0.058	41.60
		b	0.0912	0.009	3.19	0.1188	0.018	18.41	0.1335	0.062	42.91
		c	0.0943	0.010	3.31	0.0926	0.022	16.87	0.0996	0.046	40.78
0.10+1.0	a	a	0.1546	0.013	4.04	0.1935	0.049	22.60	0.1993	0.120	59.06
		b	0.1403	0.013	4.45	0.1300	0.036	23.23	0.1955	0.120	60.20
		c	0.1292	0.012	4.03	0.1620	0.041	21.86	0.1544	0.100	62.74
0.50+5.0	a	a	0.1196	0.013	5.22	0.1049	0.038	30.78	0.1882	0.148	78.04
		b	0.1371	0.014	5.31	0.0918	0.035	31.77	0.1464	0.124	83.24
		c	0.1589	0.015	5.24	0.0870	0.034	31.13	0.1723	0.135	77.38
0.0	a	a	0.1481			0.1247			0.1253		
		b	0.0963	D.A.	D.A.	0.0739	D.A.	D.A.	0.1425	D.A.	D.A.
		c	0.0855			0.0580			0.0702		
0.01+0.1	a	a	0.0875	0.010	3.57	0.1327	0.028	16.48	0.1047	0.053	45.76
		b	0.1247	0.011	3.34	0.1106	0.026	17.89	0.1358	0.065	44.48
		c	0.1769	0.013	3.53	0.1171	0.025	16.01	0.1476	0.075	47.49
0.05+0.5	a	a	0.1864	0.017	5.58	0.1942	0.048	21.99	0.1512	0.087	56.11
		b	0.1348	0.014	5.40	0.1688	0.040	20.36	0.2064	0.127	58.54
		c	0.1850	0.016	5.06	0.2012	0.048	21.22	0.1184	0.075	59.82
0.10+1.0	a	a	0.1515	0.017	6.87	0.1376	0.045	28.76	0.1033	0.082	75.62
		b	0.1084	0.014	6.72	0.1613	0.050	27.76	0.1134	0.086	72.56
		c	0.1396	0.016	6.71	0.1759	0.051	26.05	0.1275	0.090	67.81
0.50+5.0	a	a	0.1614	0.020	8.39	0.1425	0.055	35.08	0.1504	0.145	95.57
		b	0.1829	0.022	8.54	0.1672	0.065	36.13	0.1280	0.138	106.60
		c	0.1590	0.020	8.51	0.1508	0.063	38.68	0.1424	0.140	97.29
0.0	a	a	0.0939			0.1059			0.0867		
		b	0.0847	D.A.	D.A.	0.0795	D.A.	D.A.	0.1140	D.A.	D.A.
		c	0.1840			0.1504			0.1445		
0.01+0.1	a	a	0.1279	0.015	6.51	0.1970	0.054	24.85	0.2378	0.138	57.38
		b	0.1193	0.014	6.11	0.1093	0.058	25.38	0.1203	0.080	63.21
		c	0.1168	0.014	6.28	0.1602	0.047	26.00	0.1606	0.099	59.67
0.05+0.5	a	a	0.1345	0.017	7.74	0.1653	0.058	32.13	0.1893	0.140	73.18
		b	0.1130	0.016	8.29	0.1485	0.053	32.26	0.1742	0.135	76.54
		c	0.1426	0.019	8.76	0.1622	0.060	34.03	0.1911	0.139	71.55
0.10+1.0	a	a	0.2106	0.027	9.89	0.1568	0.072	43.18	0.1708	0.185	108.55
		b	0.1427	0.021	10.21	0.1285	0.059	42.15	0.1460	0.164	112.01
		c	0.1389	0.021	10.49	0.1370	0.068	46.38	0.1212	0.135	110.01
0.50+5.0	a	a	0.1788	0.030	13.39	0.1805	0.119	64.34	0.2492	0.340	139.19
		b	0.1390	0.025	13.48	0.1702	0.109	62.42	0.1857	0.284	153.18
		c	0.1753	0.029	13.07	0.1575	0.099	60.84	0.1743	0.255	148.21
0.0	a	a	0.1235			0.0864			0.1296		
		b	0.0873	D.A.	D.A.	0.1062	D.A.	D.A.	0.1192	D.A.	D.A.
		c	0.0824			0.0611			0.1044		
0.01+0.1	a	a	0.2106	0.027	9.89	0.2187	0.074	31.91	0.2494	0.176	70.58
		b	0.1347	0.020	10.05	0.2159	0.069	29.91	0.2204	0.160	72.31
		c	0.1751	0.023	9.51	0.1728	0.054	28.33	0.2102	0.151	71.36
0.05+0.5	a	a	0.1748	0.029	13.11	0.1748	0.075	40.52	0.1726	0.164	94.75
		b	0.1344	0.024	13.17	0.2106	0.089	40.55	0.1927	0.170	88.11
		c	0.2493	0.038	12.95	0.1684	0.078	43.91	0.2055	0.175	85.15
0.10+1.0	a	a	0.1755	0.035	16.61	0.1515	0.095	60.50	0.1653	0.239	146.19
		b	0.1208	0.027	17.24	0.2008	0.120	58.61	0.2015	0.300	151.46
		c	0.1272	0.029	18.01	0.1715	0.110	62.56	0.0970	0.155	158.93
0.50+5.0	a	a	0.1627	0.042	22.40	0.1834	0.135	72.70	0.2329	0.439	193.21
		b	0.1489	0.039	22.38	0.2896	0.210	73.01	0.2817	0.580	211.88
		c	0.1882	0.050	23.80	0.1534	0.119	76.05	0.2385	0.485	208.77

D.A. : Duyarlılık düzeyi altında.

k.a. : Kuru ağırlık

EKTABLO 4. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının kuru ağırlıkları, AAS'den alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve bakır+çinko karışımı ortam derişimlerinde bu dokulardaki çinko birikim verileri.

Süre (Gdn)	Derişim (ppm) (Cu+Zn)	Tekrar	KAS			SOLUNGAÇ			KARACİĞER			
			Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgZn/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgZn/g k.a.)	Kuru Ağırlık (g)	Absorbans	Doku Birikimi (µgZn/g k.a.)	
1	0.0	a	0.0694	0.338	35.30	0.0681	0.521	103.15	0.1193	0.600	75.44	
		b	0.1047	0.410	40.59	0.0758	0.560	105.54	0.1110	0.580	76.57	
		c	0.1113	0.404	36.83	0.0974	0.627	99.33	0.1346	0.690	83.58	
	0.01+0.1	a	0.1206	0.495	52.86	0.1380	1.021	141.48	0.1022	0.630	95.40	
		b	0.1160	0.500	56.03	0.1035	0.830	142.51	0.1067	0.621	89.26	
		c	0.0959	0.450	54.74	0.1520	1.098	141.11	0.1093	0.641	91.72	
	0.05+0.5	a	0.1012	0.510	66.69	0.1087	0.955	164.44	0.1277	0.851	119.61	
		b	0.0912	0.483	66.61	0.1188	1.050	170.45	0.1335	0.890	121.72	
		c	0.0943	0.484	64.68	0.0926	0.864	168.46	0.0996	0.711	118.22	
	0.10+1.0	a	0.1546	0.721	77.78	0.1035	1.045	194.44	0.0993	0.850	153.57	
		b	0.1403	0.670	76.62	0.1200	1.190	197.91	0.1095	0.891	148.63	
		c	0.1292	0.634	76.23	0.1120	1.106	193.30	0.1144	0.932	151.22	
	0.50+5.0	a	0.1196	0.651	85.91	0.1049	1.189	226.16	0.0882	0.900	187.07	
		b	0.1371	0.692	82.42	0.0918	1.090	231.48	0.1264	1.201	190.07	
		c	0.1589	0.790	86.53	0.0870	1.033	227.87	0.0723	0.801	193.98	
	7	0.0	a	0.1481	0.457	36.63	0.1247	0.750	102.24	0.1253	0.650	81.80
			b	0.0963	0.383	37.12	0.0739	0.550	104.87	0.1425	0.721	84.38
			c	0.0855	0.381	41.22	0.0530	0.461	104.24	0.0702	0.463	79.41
0.01+0.1		a	0.0875	0.470	65.71	0.1327	1.103	162.58	0.1047	0.750	121.77	
		b	0.1247	0.573	66.76	0.1106	0.990	169.52	0.1158	0.784	117.44	
		c	0.1769	0.706	65.85	0.1171	1.015	165.45	0.1476	0.953	120.76	
0.05+0.5		a	0.1864	0.801	75.24	0.1042	1.011	184.98	0.1312	1.050	154.34	
		b	0.1348	0.670	79.74	0.1168	1.108	185.78	0.1064	0.920	159.77	
		c	0.1850	0.821	78.51	0.0912	0.940	191.88	0.1184	0.981	156.46	
0.10+1.0		a	0.1515	0.788	90.42	0.1376	1.450	219.84	0.1033	1.020	188.77	
		b	0.1084	0.652	95.01	0.1313	1.420	224.67	0.1134	1.103	190.25	
		c	0.1396	0.734	88.46	0.1259	1.380	226.37	0.1275	1.190	186.27	
0.50+5.0		a	0.1614	0.884	99.75	0.1025	1.400	282.92	0.1304	1.401	222.58	
		b	0.1829	0.955	97.73	0.0672	0.983	276.41	0.1280	1.390	224.60	
		c	0.1590	0.876	100.00	0.1108	1.459	275.04	0.1424	1.540	228.23	
15		0.0	a	0.0939	0.390	39.93	0.1059	0.690	106.23	0.0867	0.521	81.02
			b	0.0847	0.381	41.61	0.0795	0.571	104.08	0.1140	0.601	79.16
			c	0.1840	0.517	37.63	0.1504	0.860	103.05	0.1445	0.703	80.10
	0.01+0.1	a	0.1279	0.638	77.79	0.1170	1.109	185.68	0.1378	1.057	148.22	
		b	0.1193	0.622	80.05	0.1093	1.060	187.55	0.1203	0.982	154.19	
		c	0.1168	0.605	78.12	0.1002	0.992	187.62	0.1406	1.101	153.09	
	0.05+0.5	a	0.1345	0.717	88.66	0.0853	0.959	210.72	0.1093	1.050	185.26	
		b	0.1130	0.650	90.70	0.0985	1.090	215.73	0.1142	1.100	188.26	
		c	0.1426	0.771	93.09	0.1122	1.204	214.79	0.1211	1.170	191.99	
	0.10+1.0	a	0.2106	1.105	102.68	0.1168	1.457	260.48	0.1008	1.105	214.53	
		b	0.1427	0.840	105.11	0.1085	1.400	267.28	0.1460	1.511	217.63	
		c	0.1389	0.830	106.19	0.1370	1.700	266.42	0.1212	1.299	218.44	
	0.50+5.0	a	0.1788	1.103	120.66	0.1405	1.865	289.14	0.1492	1.850	269.77	
		b	0.1390	0.884	115.82	0.1202	1.650	293.26	0.0857	1.155	266.91	
		c	0.1753	1.048	115.23	0.1375	1.890	300.00	0.0743	1.035	267.49	
	30	0.0	a	0.1235	0.434	39.27	0.0864	0.601	104.45	0.1296	0.634	76.00
			b	0.0873	0.380	40.09	0.1062	0.700	108.28	0.1192	0.630	81.79
			c	0.0824	0.381	42.77	0.0611	0.503	107.61	0.1044	0.570	79.02
0.01+0.1		a	0.2106	1.083	100.07	0.1187	1.205	203.24	0.1494	1.455	203.31	
		b	0.1347	0.790	102.07	0.0959	1.017	202.55	0.1204	1.250	209.71	
		c	0.1751	0.935	99.22	0.0728	0.850	209.47	0.1102	1.151	206.66	
0.05+0.5		a	0.1748	1.084	120.70	0.0748	1.001	254.34	0.1026	1.250	246.10	
		b	0.1344	0.871	117.37	0.1106	1.353	251.58	0.1227	1.442	244.90	
		c	0.2493	1.404	116.72	0.1284	1.490	257.20	0.1055	1.259	241.46	
0.10+1.0		a	0.1775	1.201	135.35	0.1015	1.451	298.27	0.1453	1.890	283.89	
		b	0.1208	0.883	133.07	0.1008	1.431	295.38	0.1015	1.375	279.55	
		c	0.1272	0.894	128.53	0.1215	1.652	290.53	0.0970	1.331	281.18	
0.50+5.0		a	0.1627	1.302	163.18	0.1334	1.998	329.46	0.1329	1.999	330.88	
		b	0.1489	1.156	153.79	0.1196	1.850	336.53	0.1117	1.741	335.94	
		c	0.1882	1.431	158.20	0.1234	1.891	334.48	0.1285	1.970	336.57	

k.a. : Kuru ağırlık

ERTABLO 5. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorpsiyon değerleri ile denenen süre ve bakır ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku protein derişimi verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm Cu)	Tekrar	KAS			SOLUNGAÇ			KARACİĞER			
			Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	
1	0.00	a	0.4212	0.35	46.20	0.6765	0.25	18.77	0.3489	0.28	42.21	
		b	0.5687	0.40	40.15	0.9619	0.48	23.69	0.4973	0.38	43.20	
		c	0.5184	0.38	41.44	0.7532	0.30	17.38	0.5817	0.45	45.06	
	0.01	a	0.5653	0.43	43.98	0.7647	0.25	16.61	0.3771	0.35	51.60	
		b	0.3786	0.30	42.42	0.4746	0.20	19.64	0.1914	0.18	41.65	
		c	0.3954	0.29	38.96	0.5236	0.22	20.38	0.2511	0.22	42.51	
	0.05	a	0.6266	0.45	45.07	0.6133	0.25	20.71	0.3589	0.37	57.98	
		b	0.4124	0.32	42.27	0.4614	0.20	20.20	0.1786	0.20	52.20	
		c	0.3314	0.25	38.33	0.3187	0.18	25.01	0.1642	0.21	60.90	
	0.10	a	0.4800	0.35	40.54	0.5437	0.25	23.36	0.3520	0.36	57.20	
		b	0.4041	0.29	38.12	0.4469	0.20	20.86	0.3537	0.37	58.83	
		c	0.3605	0.30	44.60	0.3729	0.20	25.01	0.3134	0.31	53.46	
	0.50	a	0.3700	0.24	32.50	0.4100	0.25	30.98	0.2742	0.37	75.89	
		b	0.3100	0.22	34.43	0.5968	0.35	35.60	0.3356	0.40	68.05	
		c	0.4109	0.26	32.55	0.4100	0.30	39.22	0.2468	0.32	70.63	
	7	0.00	a	0.1956	0.18	40.76	0.5324	0.22	20.05	0.2956	0.26	45.25
			b	0.2525	0.23	44.95	0.6133	0.24	19.61	0.3845	0.32	45.33
			c	0.2357	0.21	42.42	0.4443	0.19	19.46	0.4046	0.32	43.08
0.01		a	0.4320	0.28	34.09	0.7345	0.48	38.45	0.4142	0.41	56.76	
		b	0.4340	0.26	30.82	0.6624	0.49	43.65	0.3013	0.35	64.58	
		c	0.5321	0.30	30.22	0.9122	0.68	45.77	0.3188	0.36	63.15	
0.05		a	0.4468	0.26	29.94	0.5148	0.49	56.17	0.3067	0.38	70.05	
		b	0.4018	0.23	28.25	0.4743	0.44	53.84	0.2891	0.36	69.64	
		c	0.3166	0.20	29.45	0.4624	0.45	56.69	0.2618	0.34	71.74	
0.10		a	0.2624	0.18	28.23	0.5646	0.64	69.17	0.3646	0.52	84.87	
		b	0.4061	0.25	31.27	0.5130	0.66	78.76	0.2011	0.30	79.96	
		c	0.2849	0.18	27.98	0.3773	0.45	69.48	0.1826	0.29	84.36	
0.50		a	0.2543	0.15	23.38	0.4521	0.57	75.92	0.2130	0.36	94.53	
		b	0.2911	0.16	22.74	0.3824	0.53	82.69	0.2663	0.42	90.83	
		c	0.3020	0.16	21.92	0.4363	0.57	78.67	0.1821	0.29	106.86	
15		0.00	a	0.4231	0.34	44.39	0.6215	0.26	21.52	0.3537	0.27	39.73
			b	0.3535	0.28	41.66	0.2935	0.15	20.25	0.2519	0.22	42.38
			c	0.2832	0.22	37.69	0.4557	0.19	18.97	0.4327	0.33	41.84
	0.01	a	0.3223	0.18	24.73	0.5144	0.37	40.45	0.2752	0.33	65.79	
		b	0.3913	0.20	23.82	0.5741	0.38	38.01	0.3412	0.38	62.97	
		c	0.4223	0.22	25.27	0.5340	0.43	46.56	0.2643	0.35	73.62	
	0.05	a	0.2311	0.15	25.72	0.6006	0.32	29.02	0.2243	0.34	83.74	
		b	0.3614	0.20	25.80	0.5520	0.28	26.68	0.2420	0.34	77.61	
		c	0.2844	0.17	25.65	0.4911	0.30	32.74	0.2030	0.32	85.87	
	0.10	a	0.2826	0.14	18.64	0.5003	0.31	32.81	0.3113	0.50	95.06	
		b	0.2515	0.12	15.58	0.4716	0.28	31.23	0.2100	0.40	108.75	
		c	0.2817	0.14	18.70	0.5014	0.32	34.76	0.3240	0.55	101.76	
	0.50	a	0.2142	0.10	11.98	0.4926	0.49	58.70	0.4218	0.88	131.03	
		b	0.3102	0.14	16.98	0.5267	0.55	52.60	0.3242	0.65	122.54	
		c	0.2523	0.12	15.53	0.4702	0.45	55.75	0.2403	0.50	123.15	
	30	0.00	a	0.5019	0.37	41.46	0.3993	0.18	19.96	0.1938	0.18	41.14
			b	0.2001	0.20	46.59	0.4756	0.20	19.60	0.2928	0.26	45.69
			c	0.3345	0.25	37.97	0.8754	0.30	18.36	0.3756	0.30	42.81
0.01		a	0.3967	0.18	20.09	0.5036	0.25	25.22	0.2379	0.35	81.79	
		b	0.3825	0.18	20.84	0.4881	0.29	31.56	0.3078	0.45	85.17	
		c	0.4059	0.20	22.97	0.6053	0.33	29.91	0.3948	0.55	83.51	
0.05		a	0.3234	0.15	18.38	0.5583	0.60	65.11	0.3314	0.53	95.41	
		b	0.3637	0.18	21.92	0.4875	0.50	60.70	0.2974	0.48	94.96	
		c	0.4079	0.18	19.54	0.5961	0.65	66.64	0.2930	0.52	105.61	
0.10		a	0.2744	0.12	14.28	0.4111	0.39	53.90	0.2091	0.42	115.78	
		b	0.2842	0.12	13.78	0.4874	0.49	59.33	0.2442	0.50	121.18	
		c	0.2961	0.11	10.95	0.5227	0.53	60.49	0.2663	0.55	123.81	
0.50		a	0.2350	0.09	8.050	0.4842	0.63	79.26	0.1874	0.50	157.92	
		b	0.2160	0.10	11.88	0.5250	0.65	75.67	0.1827	0.52	169.38	
		c	0.1571	0.08	7.741	0.3053	0.40	74.80	0.1140	0.30	170.69	

y.a. : Yaş ağırlık



**EKTABLO 6. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorbands değerleri ile denenen süre ve çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku protein derişimi verileri.**

Süre (Gün)	Derişim (ppm Cu)	Tekrar	KAS			SOLUNGAÇ			KARACİĞER			
			Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	
1	0.0	a	0.3783	0.43	65.72	0.2024	0.15	29.37	0.2561	0.25	49.61	
		b	0.3981	0.43	62.45	0.2139	0.18	37.27	0.1796	0.20	51.91	
		c	0.5065	0.50	58.42	0.3220	0.22	33.15	0.2655	0.28	55.47	
	0.1	a	0.4983	0.48	56.67	0.6476	0.40	35.26	0.3031	0.30	57.43	
		b	0.4026	0.42	60.08	0.3918	0.25	32.42	0.2800	0.30	51.27	
		c	0.4144	0.43	60.00	0.4160	0.28	35.40	0.2214	0.23	53.05	
	0.5	a	0.4228	0.45	62.00	0.4926	0.40	46.36	0.2721	0.34	69.03	
		b	0.6274	0.65	63.32	0.6400	0.48	44.13	0.3200	0.35	60.81	
		c	0.5049	0.52	61.29	0.6047	0.42	40.00	0.3316	0.40	68.87	
	1.0	a	0.4346	0.44	58.76	0.6575	0.45	39.87	0.2438	0.35	79.81	
		b	0.5800	0.60	62.67	0.7500	0.58	46.66	0.3847	0.48	73.41	
		c	0.4668	0.48	60.50	0.7675	0.60	47.36	0.2528	0.33	71.63	
	5.0	a	0.5600	0.50	52.84	0.5954	0.60	61.05	0.2500	0.30	77.83	
		b	0.5471	0.45	47.91	0.4701	0.44	54.33	0.2240	0.28	65.75	
		c	0.5525	0.46	48.67	0.4072	0.40	56.08	0.2380	0.32	73.24	
	7	0.0	a	0.6114	0.58	57.24	0.2866	0.20	32.53	0.2287	0.25	55.54
			b	0.4662	0.48	60.58	0.3601	0.25	35.27	0.3161	0.30	50.87
			c	0.4659	0.49	62.07	0.3333	0.23	34.05	0.1725	0.29	50.13
0.1		a	0.5957	0.60	61.02	0.7000	0.66	57.72	0.3156	0.40	72.36	
		b	0.4986	0.52	62.06	0.4200	0.40	54.37	0.2144	0.29	71.85	
		c	0.4942	0.50	59.88	0.5081	0.45	51.59	0.2600	0.32	67.04	
0.5		a	0.5555	0.54	58.14	0.6836	0.60	53.17	0.4339	0.60	83.77	
		b	0.4800	0.50	61.65	0.5700	0.55	57.84	0.3700	0.52	83.63	
		c	0.3578	0.40	63.82	0.6500	0.58	53.84	0.3560	0.47	77.43	
1.0		a	0.4680	0.48	60.34	0.5781	0.60	62.88	0.4384	0.60	82.91	
		b	0.5630	0.55	58.56	0.5213	0.55	63.25	0.3080	0.45	85.11	
		c	0.5920	0.63	64.82	0.5285	0.58	66.22	0.2515	0.40	90.80	
5.0		a	0.4706	0.42	51.40	0.5948	0.60	61.11	0.3437	0.47	80.20	
		b	0.5700	0.49	50.73	0.6265	0.65	63.41	0.3559	0.50	78.02	
		c	0.6500	0.58	53.84	0.7256	0.70	59.41	0.2927	0.40	83.15	
15		0.0	a	0.4059	0.45	64.58	0.2496	0.20	37.35	0.2069	0.20	45.06
			b	0.4555	0.45	57.55	0.3657	0.25	34.73	0.1504	0.18	53.01
			c	0.4946	0.50	59.71	0.6960	0.40	32.81	0.2338	0.25	54.33
	0.1	a	0.7749	0.74	59.11	0.8000	0.75	58.10	0.3641	0.45	72.00	
		b	0.4576	0.48	61.72	0.6527	0.59	53.62	0.3618	0.47	76.19	
		c	0.4800	0.52	64.47	0.5300	0.50	55.83	0.5471	0.66	73.85	
	0.5	a	0.5800	0.58	60.34	0.8021	0.70	53.74	0.4771	0.77	100.26	
		b	0.5900	0.64	66.19	0.5859	0.55	56.27	0.4400	0.70	97.97	
		c	0.5676	0.56	59.28	1.1800	1.10	59.43	0.3600	0.59	99.09	
	1.0	a	0.5849	0.50	50.59	0.6815	0.60	53.34	0.3350	0.54	96.40	
		b	0.5845	0.49	49.47	0.6055	0.58	57.80	0.5689	0.88	97.15	
		c	0.4965	0.41	47.35	0.5728	0.55	57.56	0.4271	0.65	93.02	
	5.0	a	0.4330	0.30	37.13	0.5900	0.70	73.06	0.2445	0.50	121.04	
		b	0.4650	0.33	38.94	0.7500	0.80	66.48	0.3300	0.60	110.15	
		c	0.4930	0.35	39.47	0.5666	0.65	70.11	0.2555	0.49	113.18	
	30	0.0	a	0.4987	0.52	62.05	0.4643	0.32	37.54	0.1975	0.25	47.21
			b	0.5253	0.55	62.76	0.4139	0.29	37.22	0.0976	0.13	47.07
			c	0.5193	0.40	56.99	0.8202	0.48	34.34	0.3295	0.33	54.95
0.1		a	0.4700	0.42	51.46	0.7159	0.73	63.04	0.2900	0.47	95.06	
		b	0.4778	0.43	52.04	0.5078	0.50	60.94	0.2065	0.35	94.23	
		c	0.4163	0.40	54.85	0.6855	0.72	64.85	0.2700	0.47	102.10	
0.5		a	0.4856	0.45	53.98	0.8626	0.80	57.80	0.2393	0.52	123.67	
		b	0.5123	0.48	55.13	0.8333	0.80	59.84	0.2422	0.48	116.61	
		c	0.4869	0.44	52.45	0.2053	0.85	61.87	0.2121	0.42	114.04	
1.0		a	0.4555	0.36	44.20	0.6028	0.70	71.51	0.1944	0.33	110.52	
		b	0.4946	0.38	43.44	0.5485	0.60	66.27	0.1273	0.28	115.70	
		c	0.4546	0.38	47.26	0.6200	0.68	67.34	0.3800	0.70	113.44	
5.0		a	0.4844	0.35	40.17	0.9235	0.85	57.65	0.2700	0.60	134.63	
		b	0.4900	0.35	39.71	0.6955	0.70	61.98	0.3139	0.71	139.48	
		c	0.4600	0.33	39.36	0.7141	0.70	60.36	0.2725	0.60	133.39	

y.a. : Yaş ağırlık

EKTABLO 7. *C. carpio*'da kas, solungaç ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden alınan absorpsan değerleri ile denemen süre ve bakır + çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku protein derişimi verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm) (Cu+Zn)	Tekrar	KAS			SOLUNGAÇ			KARACİĞER			
			Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/g y.a.)	
1	0.0	a	0.3604	0.45	72.74	0.2664	0.20	35.00	0.1247	0.14	42.26	
		b	0.3956	0.45	66.26	0.5034	0.38	41.34	0.2596	0.22	41.12	
		c	0.4456	0.50	66.41	0.3264	0.22	32.70	0.1747	0.18	45.63	
	0.01+0.1	a	0.4915	0.52	62.96	0.6423	0.65	61.85	0.2122	0.23	53.49	
		b	0.4799	0.54	67.30	0.5335	0.50	55.47	0.5067	0.47	54.40	
		c	0.5048	0.55	65.31	0.7634	0.80	65.31	0.5153	0.46	52.18	
	0.05+0.5	a	0.4868	0.52	63.57	0.5794	0.75	80.23	0.3584	0.35	54.29	
		b	0.4421	0.50	66.94	0.6149	0.75	75.60	0.1494	0.19	57.88	
		c	0.4602	0.48	61.37	0.6288	0.75	73.92	0.2863	0.28	51.44	
	0.10+1.0	a	0.4325	0.50	68.42	0.7067	0.85	75.34	0.4019	0.45	65.23	
		b	0.6484	0.70	66.48	1.1072	1.30	75.54	0.3539	0.40	64.53	
		c	0.5402	0.65	73.54	0.7484	0.95	80.17	0.5450	0.62	69.17	
	0.50+5.0	a	0.5236	0.55	62.97	0.6049	0.72	73.49	0.3515	0.60	103.41	
		b	0.5228	0.57	65.65	0.8435	0.95	71.13	0.3786	0.60	96.01	
		c	0.6308	0.70	68.33	0.6175	0.70	69.81	0.3745	0.60	97.06	
	7	0.0	a	0.5367	0.55	61.43	0.3477	0.25	36.53	0.1610	0.17	45.32
			b	0.3497	0.40	65.30	0.3193	0.22	33.43	0.1349	0.15	44.07
			c	0.4372	0.50	67.69	0.3474	0.26	38.50	0.5049	0.43	49.24
0.01+0.1		a	0.4077	0.45	64.30	0.6053	0.47	45.54	0.3150	0.35	61.77	
		b	0.5517	0.62	68.33	0.6270	0.55	52.58	0.2388	0.27	58.85	
		c	0.7063	0.80	70.60	0.7965	0.70	54.12	0.2363	0.28	62.33	
0.05+0.5		a	0.6972	0.72	63.68	0.5887	0.65	67.48	0.4120	0.45	63.63	
		b	0.5720	0.65	69.45	0.5440	0.60	66.82	0.4767	0.50	62.08	
		c	0.5914	0.68	70.60	0.7285	0.79	67.52	0.3583	0.38	59.96	
0.10+1.0		a	0.6086	0.60	59.72	0.8613	0.94	68.87	0.4213	0.60	86.28	
		b	0.6316	0.65	62.90	0.4347	0.45	60.30	0.3829	0.52	80.81	
		c	0.6770	0.65	58.68	0.6077	0.68	68.71	0.3063	0.40	77.99	
0.50+5.0		a	0.5234	0.48	53.96	0.6302	0.60	57.68	0.3337	0.55	98.81	
		b	0.6958	0.60	52.24	0.9272	0.80	53.78	0.4804	0.75	96.76	
		c	0.5237	0.45	50.05	0.8830	0.80	56.47	0.2983	0.50	99.21	
15		0.0	a	0.4026	0.50	73.50	0.3370	0.25	37.69	0.1576	0.18	50.58
			b	0.3617	0.40	63.14	0.4228	0.30	38.03	0.0765	0.11	42.39
			c	0.3456	0.40	66.08	0.2897	0.22	36.85	0.1130	0.14	46.63
	0.01+0.1	a	0.5726	0.60	63.48	0.6405	0.60	56.75	0.2799	0.35	69.52	
		b	0.5599	0.60	64.92	0.5300	0.55	62.21	0.3756	0.47	73.39	
		c	0.5799	0.65	68.51	0.7268	0.65	54.66	0.1812	0.25	70.10	
	0.05+0.5	a	0.5868	0.62	64.25	0.8634	0.75	53.84	0.5240	0.60	69.37	
		b	0.7222	0.80	69.34	0.8403	0.75	55.32	0.5840	0.70	73.81	
		c	0.8132	0.85	65.47	0.8435	0.75	55.11	0.5868	0.72	75.76	
	0.10+1.0	a	0.6262	0.58	55.39	0.7636	0.95	78.57	0.3628	0.60	100.19	
		b	0.6715	0.58	52.12	0.5694	0.75	81.64	0.3281	0.58	106.67	
		c	0.5424	0.50	54.56	0.6194	0.85	85.95	0.2281	0.40	100.12	
	0.50+5.0	a	0.4252	0.40	53.71	0.7348	1.20	104.64	0.5152	0.80	96.78	
		b	0.4052	0.40	56.36	0.3214	0.58	108.89	0.3884	0.65	102.29	
		c	0.4876	0.42	49.60	0.8409	1.40	107.51	0.4117	0.70	104.70	
	30	0.0	a	0.4458	0.52	69.41	0.3836	0.27	36.63	0.1813	0.18	43.97
			b	0.3911	0.45	67.03	0.2837	0.22	37.63	0.3157	0.28	46.95
			c	0.4077	0.45	64.30	0.5036	0.35	38.64	0.1537	0.17	47.47
0.01+0.1		a	0.7178	0.70	60.05	1.0536	0.95	56.94	0.4330	0.50	68.34	
		b	0.7482	0.75	62.13	1.0433	0.95	57.50	0.3649	0.45	71.84	
		c	0.9052	0.95	66.28	0.8845	0.90	64.01	0.3227	0.42	74.95	
0.05+0.5		a	0.6606	0.65	60.14	0.8280	0.95	72.46	0.3313	0.50	89.32	
		b	0.5750	0.60	63.21	1.1771	1.50	82.54	0.3504	0.52	88.31	
		c	0.5863	0.62	64.30	0.8460	1.00	74.91	0.4619	0.68	90.40	
0.10+1.0		a	0.6931	0.65	57.32	0.8807	0.85	60.45	0.5644	0.80	88.35	
		b	0.5354	0.48	52.75	1.0232	0.95	58.63	0.3532	0.55	93.35	
		c	0.5369	0.45	48.82	0.5308	0.56	63.39	0.2801	0.45	93.59	
0.50+5.0		a	0.6557	0.45	39.98	1.1738	1.40	77.01	0.5897	0.95	101.74	
		b	0.6714	0.42	36.02	0.8823	1.00	71.83	0.4152	0.75	111.96	
		c	0.8070	0.55	40.85	1.0708	1.20	71.80	0.3621	0.70	119.05	

y.a. : Yaş ağırlık

TÜRKİYE İÇİŞLERİ BAKANLIĞI  
 MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI  
 İZMİR İLİ MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI  
 İZMİR İLİ MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

EKTARLO 8. *C. carpio*'da kas ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden elde edilen absorbans değerleri ile denenen süre ve bakır ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku glikojen derişimi verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm Cu)	Tekrar	KAS			KARACİĞER		
			Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Glikojen Derişimi (mg/g.y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Glikojen Derişimi (mg/g.y.a.)
1	0.00	a	0.3942	0.035	2.41	0.3542	0.80	110.78
		b	0.5775	0.050	2.94	0.1979	0.45	109.76
		c	0.4863	0.040	2.47	0.2625	0.58	107.53
	0.01	a	0.5900	0.045	2.46	0.3820	0.80	102.72
		b	0.4282	0.040	3.11	0.2070	0.42	97.68
		c	0.3782	0.032	2.35	0.2882	0.60	101.41
	0.05	a	0.6277	0.050	2.71	0.3277	0.58	86.14
		b	0.4285	0.040	3.11	0.2520	0.45	86.19
		c	0.3261	0.030	2.38	0.2468	0.45	88.01
	0.10	a	0.5046	0.040	2.38	0.3621	0.60	80.72
		b	0.5282	0.040	2.27	0.2038	0.35	82.02
		c	0.4626	0.039	2.48	0.2921	0.43	79.50
0.50	a	0.3300	0.030	2.12	0.2000	0.30	71.07	
	b	0.3300	0.030	2.12	0.2921	0.45	74.36	
	c	0.3331	0.031	2.25	0.3204	0.49	74.04	
7	0.00	a	0.3527	0.034	2.55	0.4205	0.85	99.26
		b	0.4143	0.038	2.65	0.3313	0.75	110.88
		c	0.2928	0.030	2.39	0.2975	0.70	115.07
	0.01	a	0.4426	0.035	2.14	0.3810	0.70	89.85
		b	0.5698	0.040	2.10	0.3920	0.70	87.33
		c	0.4916	0.035	1.93	0.4511	0.80	86.98
	0.05	a	0.3147	0.026	1.59	0.5013	0.80	78.27
		b	0.4120	0.028	1.61	0.4356	0.68	75.14
		c	0.3961	0.028	1.51	0.2841	0.43	72.93
	0.10	a	0.4050	0.030	1.73	0.3582	0.45	60.64
		b	0.3957	0.029	1.64	0.3486	0.45	62.31
		c	0.2939	0.025	1.70	0.2423	0.30	65.11
0.50	a	0.2923	0.022	1.02	0.3311	0.40	58.04	
	b	0.3071	0.025	1.46	0.3610	0.40	53.23	
	c	0.3031	0.022	0.99	0.2265	0.26	53.91	
15	0.00	a	0.1956	0.025	2.30	0.2525	0.60	115.75
		b	0.2781	0.029	2.33	0.3033	0.65	104.62
		c	0.4342	0.038	2.53	0.2927	0.65	108.41
	0.01	a	0.3623	0.025	1.24	0.2901	0.40	66.25
		b	0.4020	0.025	1.12	0.3013	0.40	63.78
		c	0.4017	0.025	1.12	0.3213	0.45	67.60
	0.05	a	0.2831	0.021	0.98	0.1913	0.21	50.75
		b	0.3011	0.022	1.10	0.2010	0.25	58.26
		c	0.4213	0.025	1.06	0.2031	0.25	57.66
	0.10	a	0.3145	0.021	0.79	0.3114	0.28	42.43
		b	0.2613	0.020	0.76	0.2541	0.23	42.15
		c	0.2624	0.020	0.76	0.3118	0.27	40.77
0.50	a	0.3044	0.020	0.65	0.2830	0.25	41.38	
	b	0.3319	0.021	0.75	0.2429	0.20	37.91	
	c	0.2710	0.020	0.73	0.2812	0.24	39.86	
30	0.00	a	0.3839	0.036	2.60	0.3736	0.80	105.03
		b	0.3133	0.034	2.87	0.1999	0.45	108.66
		c	0.3055	0.034	2.94	0.2579	0.60	113.33
	0.01	a	0.2637	0.025	0.75	0.2958	0.30	48.05
		b	0.3624	0.022	0.82	0.3074	0.30	46.24
		c	0.3617	0.023	0.96	0.3420	0.37	51.80
	0.05	a	0.4956	0.024	0.80	0.2615	0.25	44.78
		b	0.3871	0.022	0.77	0.2423	0.22	42.13
		c	0.3614	0.022	0.83	0.2300	0.20	40.04
	0.10	a	0.2631	0.020	0.76	0.2091	0.15	32.07
		b	0.3038	0.021	0.82	0.2022	0.24	30.69
		c	0.2351	0.020	0.85	0.2936	0.19	29.66
0.50	a	0.2725	0.019	0.55	0.1825	0.10	23.03	
	b	0.1773	0.018	0.56	0.1927	0.10	21.81	
	c	0.1856	0.018	0.53	0.0717	0.05	23.73	

y.a. : Yaş ağırlık.

ERTABLO 9. *C. carpio*'da kas ve karaciğer dokularının yağ ağırlıkları, spektrofotometreden elde edilen absorbens değerleri ile denenen süre ve çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku glikojen derişimi verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm Zn)	Tekrar	KAS			KARACİĞER			
			Yağ Ağırlık (g)	Absorbans	Glikojen Derişimi (mg/g.y.a.)	Yağ Ağırlık (g)	Absorbans	Glikojen Derişimi (mg/g.y.a.)	
1	0.0	a	0.4563	0.045	2.96	0.2951	0.65	107.52	
		b	0.3290	0.035	2.89	0.1844	0.42	109.65	
		c	0.6215	0.053	2.97	0.1888	0.44	112.40	
	0.1	a	0.4800	0.042	2.71	0.2500	0.55	106.90	
		b	0.4300	0.042	2.89	0.2551	0.55	104.76	
		c	0.4500	0.045	3.22	0.2484	0.55	107.59	
	0.5	a	0.4815	0.044	2.91	0.2500	0.53	102.90	
		b	0.5600	0.049	2.94	0.2354	0.52	107.15	
		c	0.5019	0.044	2.79	0.3000	0.65	105.76	
	1.0	a	0.5000	0.042	2.60	0.2733	0.53	94.12	
		b	0.6069	0.048	2.63	0.3236	0.60	90.32	
		c	0.5200	0.043	2.59	0.2110	0.40	91.08	
	5.0	a	0.5700	0.044	2.45	0.3314	0.60	88.19	
		b	0.4960	0.039	2.32	0.2419	0.45	89.79	
		c	0.5832	0.044	2.40	0.2522	0.47	90.09	
	7	0.0	a	0.5175	0.047	2.99	0.3090	0.68	107.55
			b	0.6355	0.052	2.83	0.2308	0.53	111.46
			c	0.5530	0.048	2.89	0.1820	0.40	105.60
		0.1	a	0.5877	0.050	2.89	0.2740	0.60	106.67
			b	0.4800	0.044	2.91	0.2550	0.55	104.81
			c	0.4993	0.045	2.90	0.3324	0.73	107.50
		0.5	a	0.5000	0.044	2.80	0.2700	0.56	100.84
			b	0.4888	0.045	2.96	0.3300	0.69	102.22
			c	0.4042	0.040	2.97	0.2900	0.64	107.69
1.0		a	0.6656	0.050	2.55	0.4500	0.82	89.42	
		b	0.5728	0.046	2.62	0.3900	0.70	87.78	
		c	0.4911	0.041	2.54	0.2684	0.52	93.98	
5.0		a	0.4967	0.041	2.21	0.2429	0.45	89.42	
		b	0.6535	0.046	2.29	0.2639	0.48	88.00	
		c	0.5657	0.043	2.38	0.3572	0.65	88.83	
15		0.0	a	0.3955	0.040	3.05	0.1892	0.42	106.86
			b	0.4205	0.040	2.85	0.2161	0.50	112.09
			c	0.4506	0.040	2.66	0.1992	0.45	109.03
		0.1	a	0.7274	0.055	2.68	0.5282	1.00	99.23
			b	0.5216	0.046	2.87	0.3600	0.70	95.09
			c	0.4373	0.042	2.97	0.4031	0.80	97.34
		0.5	a	0.6544	0.050	2.60	0.3536	0.65	89.73
			b	0.6162	0.050	2.76	0.2838	0.52	88.88
			c	0.5438	0.047	2.85	0.3682	0.65	86.18
	1.0	a	0.5838	0.042	2.22	0.2744	0.45	79.16	
		b	0.4928	0.039	2.33	0.3800	0.63	80.87	
		c	0.4935	0.040	2.43	0.1921	0.33	81.81	
	5.0	a	0.3700	0.032	2.16	0.1800	0.28	73.40	
		b	0.4600	0.035	2.06	0.3700	0.55	72.23	
		c	0.5375	0.037	1.95	0.2100	0.30	67.68	
	30	0.0	a	0.5106	0.045	2.84	0.5590	1.20	106.00
			b	0.4683	0.043	2.88	0.2265	0.50	106.94
			c	0.6067	0.049	2.72	0.3546	0.80	110.65
		0.1	a	0.5700	0.039	2.01	0.4300	0.79	90.09
			b	0.4322	0.034	2.08	0.2651	0.48	87.60
			c	0.4652	0.037	2.25	0.1977	0.34	87.08
		0.5	a	0.5627	0.037	1.86	0.2930	0.45	74.13
			b	0.5920	0.037	1.77	0.2600	0.42	77.77
			c	0.5181	0.035	1.83	0.6028	0.90	73.39
1.0		a	0.4600	0.031	1.63	0.2161	0.35	77.35	
		b	0.5400	0.033	1.57	0.1556	0.25	75.26	
		c	0.4669	0.029	1.60	0.4500	0.68	73.85	
5.0		a	0.3665	0.025	1.22	0.5326	0.70	64.27	
		b	0.3063	0.024	1.30	0.4648	0.60	62.88	
		c	0.2251	0.021	1.11	0.6200	0.82	64.90	

y.a.: Yağ ağırlık

EKTABLO 10. *C.carpio*'da kas ve karaciğer dokularının yaş ağırlıkları, spektrofotometreden elde edilen absorbands değerleri ile denenen süre ve bakır + çinko ortam derişimlerinin etkisinde saptanan doku glikojen derişimi verileri.

Süre (Gün)	Derişim (ppm) (Cu+Zn)	Tekrar	KAS			KARACIĞER			
			Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Glikojen Derişimi (mg/g.y.a.)	Yaş Ağırlık (g)	Absorbans	Glikojen Derişimi (mg/g.y.a.)	
1	0.0	a	0.4269	0.045	3.39	0.1269	0.30	121.01	
		b	0.4722	0.047	3.28	0.2343	0.50	103.88	
		c	0.3576	0.039	3.21	0.2012	0.46	110.44	
	0.01+0.1	a	0.4186	0.042	3.10	0.2253	0.45	107.01	
		b	0.4936	0.048	3.24	0.3752	0.76	99.24	
		c	0.4136	0.043	3.26	0.3238	0.74	111.90	
	0.05+0.5	a	0.5217	0.048	3.06	0.1769	0.38	102.98	
		b	0.4091	0.042	3.18	0.2831	0.64	106.78	
		c	0.3994	0.041	3.13	0.2682	0.56	101.51	
	0.10+1.0	a	0.4609	0.045	3.14	0.3970	0.67	82.45	
		b	0.5908	0.054	3.21	0.3729	0.66	86.43	
		c	0.4712	0.046	3.18	0.3870	0.67	84.58	
	0.50+5.0	a	0.4668	0.042	2.78	0.2861	0.45	75.92	
		b	0.4621	0.041	2.70	0.3592	0.49	66.04	
		c	0.5333	0.044	2.62	0.3437	0.48	67.56	
	7	0.0	a	0.4371	0.045	3.32	0.2176	0.47	104.42
			b	0.4170	0.043	3.24	0.1472	0.36	116.96
			c	0.3528	0.038	3.12	0.1021	0.24	109.80
0.01+0.1		a	0.5425	0.050	3.13	0.1857	0.42	108.88	
		b	0.5373	0.051	3.26	0.2199	0.48	105.60	
		c	0.5506	0.053	3.36	0.4562	0.98	105.76	
0.05+0.5		a	0.5950	0.050	2.85	0.3887	0.70	88.07	
		b	0.4950	0.045	2.93	0.3808	0.71	89.36	
		c	0.7711	0.062	2.98	0.3718	0.66	86.69	
0.10+1.0		a	0.6724	0.055	2.90	0.3489	0.56	78.03	
		b	0.5688	0.050	2.99	0.2887	0.50	83.90	
		c	0.5882	0.050	2.89	0.4199	0.66	76.76	
0.50+5.0		a	0.7414	0.057	2.76	0.3381	0.45	64.24	
		b	0.5329	0.045	2.72	0.3581	0.46	62.05	
		c	0.5689	0.048	2.81	0.4137	0.52	60.97	
15		0.0	a	0.3479	0.038	3.16	0.1669	0.35	100.16
			b	0.4001	0.042	3.22	0.1612	0.37	109.91
			c	0.3169	0.037	3.31	0.1839	0.43	112.67
	0.01+0.1	a	0.7618	0.064	3.15	0.3589	0.76	103.75	
		b	0.4564	0.045	3.18	0.1891	0.43	109.57	
		c	0.5226	0.050	3.25	0.2991	0.66	107.76	
	0.05+0.5	a	0.5432	0.047	2.85	0.5496	0.90	80.50	
		b	0.7796	0.060	2.82	0.5836	0.99	83.53	
		c	0.5596	0.048	2.86	0.6536	1.17	88.36	
	0.10+1.0	a	0.4500	0.042	2.89	0.5041	0.69	66.91	
		b	0.6442	0.053	2.87	0.2712	0.40	70.86	
		c	0.4693	0.043	2.87	0.3061	0.43	67.69	
	0.50+5.0	a	0.5151	0.044	2.72	0.4955	0.62	61.00	
		b	0.4499	0.040	2.66	0.3445	0.46	64.50	
		c	0.4948	0.042	2.62	0.3753	0.52	67.21	
	30	0.0	a	0.5270	0.050	3.22	0.2038	0.45	106.58
			b	0.3493	0.038	3.15	0.2011	0.47	112.99
			c	0.3257	0.037	3.22	0.1639	0.37	108.10
0.01+0.1		a	0.6946	0.061	3.24	0.3125	0.68	106.34	
		b	0.6994	0.060	3.14	0.2937	0.67	111.44	
		c	0.9102	0.072	3.07	0.4164	0.87	102.64	
0.05+0.5		a	0.5866	0.047	2.64	0.3692	0.50	65.61	
		b	0.5507	0.046	2.72	0.2598	0.35	64.34	
		c	0.7566	0.056	2.64	0.4664	0.65	68.03	
0.10+1.0		a	0.8215	0.060	2.68	0.4436	0.62	68.14	
		b	0.7126	0.054	2.66	0.2282	0.33	68.86	
		c	0.5440	0.044	2.57	0.2435	0.33	64.54	
0.50+5.0		a	0.8708	0.058	2.41	0.3907	0.39	47.91	
		b	0.6264	0.047	2.47	0.3608	0.38	50.49	
		c	0.7577	0.053	2.44	0.3520	0.36	48.91	

y.a.: Yaş ağırlık

EK TABLO 11. *C. carpio*'da bakırın denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum glikoz, protein ve kolesterolü absorbands ve derişim verileri

Süre (Gün)	Ortam Derişimi (ppm Cu)	Tekrar	SERUM						
			Absorbans	Glikoz Derişimi (mg/100 ml)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/100 ml)	Absorbans	Kolesterol Derişimi (mg/100 ml)	
1	0.00	a	0.015	34.21	0.25	185.71	0.17	16.20	
		b	0.020	47.36	0.25	185.71	0.18	17.41	
		c	0.020	47.36	0.26	196.70	0.165	15.59	
	0.01	a	0.032	78.94	0.25	185.71	0.18	17.41	
		b	0.030	73.68	0.255	191.20	0.19	18.62	
		c	0.030	73.68	0.24	174.72	0.17	16.20	
	0.05	a	0.028	68.42	0.26	196.70	0.16	14.99	
		b	0.030	73.68	0.24	174.72	0.18	17.41	
		c	0.031	76.31	0.25	185.71	0.165	15.59	
	0.10	a	0.032	78.94	0.25	185.71	0.17	16.20	
		b	0.031	76.31	0.24	174.72	0.17	16.20	
		c	0.030	73.68	0.25	185.71	0.18	17.41	
	0.50	a	0.050	126.31	0.24	174.72	0.18	17.41	
		b	0.045	113.15	0.23	163.73	0.18	17.41	
		c	0.050	126.31	0.23	163.73	0.19	18.62	
	7	0.00	a	0.015	34.21	0.24	174.72	0.17	16.20
			b	0.018	42.10	0.24	174.72	0.15	13.78
			c	0.020	47.36	0.25	185.71	0.18	17.41
0.01		a	0.030	73.68	0.27	207.69	0.21	21.03	
		b	0.029	71.05	0.28	218.68	0.23	23.45	
		c	0.035	86.84	0.28	218.68	0.20	19.83	
0.05		a	0.030	73.68	0.31	251.64	0.23	23.45	
		b	0.034	84.21	0.32	262.63	0.24	24.66	
		c	0.032	78.94	0.30	240.65	0.23	23.45	
0.10		a	0.035	86.84	0.33	273.62	0.27	28.29	
		b	0.035	86.84	0.33	273.62	0.26	27.08	
		c	0.038	94.73	0.32	262.63	0.27	28.29	
0.50		a	0.055	139.47	0.35	295.60	0.28	29.50	
		b	0.055	139.47	0.35	295.60	0.28	29.50	
		c	0.050	126.31	0.34	284.61	0.31	33.13	
15		0.00	a	0.019	44.73	0.23	163.73	0.16	14.99
			b	0.015	34.21	0.24	174.72	0.16	14.99
			c	0.018	42.10	0.26	196.70	0.18	17.41
	0.01	a	0.038	94.73	0.30	240.65	0.23	23.45	
		b	0.038	94.73	0.30	240.65	0.22	22.24	
		c	0.040	100.00	0.31	251.64	0.225	22.85	
	0.05	a	0.042	105.26	0.34	284.61	0.26	27.08	
		b	0.040	100.00	0.355	301.09	0.26	27.08	
		c	0.046	115.78	0.35	295.60	0.28	29.50	
	0.10	a	0.050	126.31	0.38	328.57	0.285	30.10	
		b	0.053	134.21	0.37	317.58	0.31	33.13	
		c	0.055	139.47	0.37	317.58	0.31	33.13	
	0.50	a	0.100	257.89	0.42	372.52	0.33	35.55	
		b	0.090	231.57	0.40	350.54	0.36	39.17	
		c	0.090	231.57	0.41	361.53	0.35	37.96	
	30	0.00	a	0.020	47.36	0.25	185.71	0.19	18.62
			b	0.018	42.10	0.25	185.71	0.17	16.20
			c	0.016	36.84	0.24	174.72	0.175	16.80
0.01		a	0.040	100.00	0.33	273.62	0.26	27.08	
		b	0.040	100.00	0.36	306.59	0.27	28.29	
		c	0.045	113.15	0.34	284.61	0.26	27.08	
0.05		a	0.060	152.63	0.37	317.58	0.31	33.13	
		b	0.050	126.31	0.37	317.58	0.31	33.13	
		c	0.050	126.31	0.38	328.57	0.33	35.55	
0.10		a	0.075	192.10	0.41	361.53	0.365	39.78	
		b	0.070	178.94	0.40	350.54	0.35	37.96	
		c	0.070	178.94	0.43	383.51	0.38	41.59	
0.50		a	0.080	205.26	0.34	284.61	0.28	29.50	
		b	0.080	205.26	0.35	295.60	0.30	31.92	
		c	0.085	218.42	0.34	284.61	0.30	31.92	

y.a.: Yaş ağırlık

ERTABLO 12. *C. carpio*'da çinkonun denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum glikoz, protein ve kolesterolü absorbens ve derişim verileri

Süre (Gün)	Ortam Derişimi (ppm Zn)	Tekrar	SERUM						
			Absorbans	Glikoz Derişimi (mg/100 ml)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/100 ml)	Absorbans	Kolesterol Derişimi (mg/100 ml)	
1	0.0	a	0.025	60.52	0.28	218.68	0.30	31.92	
		b	0.020	47.36	0.27	207.69	0.32	34.34	
		c	0.025	60.52	0.28	218.68	0.32	34.34	
	0.1	a	0.025	60.52	0.32	262.63	0.32	34.34	
		b	0.030	73.68	0.30	240.65	0.30	31.92	
		c	0.027	65.78	0.31	251.64	0.31	33.13	
	0.5	a	0.032	78.94	0.30	240.65	0.30	31.92	
		b	0.033	81.57	0.30	240.65	0.31	33.13	
		c	0.035	86.84	0.31	251.64	0.31	33.13	
	1.0	a	0.032	78.94	0.35	295.60	0.31	33.13	
		b	0.034	84.21	0.34	284.61	0.32	34.34	
		c	0.035	86.84	0.35	295.60	0.31	33.13	
	5.0	a	0.038	94.73	0.33	273.62	0.35	37.96	
		b	0.040	100.00	0.33	273.62	0.36	39.17	
		c	0.040	100.00	0.34	284.61	0.34	36.75	
	7	0.0	a	0.023	55.26	0.27	207.69	0.32	34.34
			b	0.025	60.52	0.275	213.18	0.30	31.92
			c	0.030	73.68	0.29	229.67	0.35	35.55
0.1		a	0.028	68.42	0.29	229.67	0.31	33.13	
		b	0.030	73.68	0.30	240.65	0.32	34.34	
		c	0.027	65.78	0.31	251.64	0.30	31.92	
0.5		a	0.032	78.94	0.31	251.64	0.32	34.34	
		b	0.033	81.57	0.31	251.64	0.31	33.13	
		c	0.034	84.21	0.32	262.63	0.31	33.13	
1.0		a	0.039	97.36	0.32	262.63	0.36	39.17	
		b	0.039	97.36	0.31	251.64	0.35	37.96	
		c	0.040	100.00	0.31	251.64	0.35	37.96	
5.0		a	0.040	100.00	0.33	273.62	0.35	37.96	
		b	0.040	100.00	0.34	284.61	0.37	40.38	
		c	0.040	100.00	0.34	284.61	0.36	39.17	
15		0.0	a	0.025	60.52	0.28	218.68	0.31	33.13
			b	0.025	60.52	0.28	218.68	0.32	34.34
			c	0.025	60.52	0.26	196.70	0.33	35.55
	0.1	a	0.032	78.94	0.30	240.65	0.31	33.13	
		b	0.030	73.68	0.31	251.64	0.33	35.55	
		c	0.029	71.05	0.31	251.64	0.35	37.96	
	0.5	a	0.037	92.10	0.33	273.62	0.35	37.96	
		b	0.041	102.63	0.33	273.62	0.37	40.38	
		c	0.040	100.00	0.33	273.62	0.38	41.59	
	1.0	a	0.040	100.00	0.40	350.54	0.38	41.59	
		b	0.038	94.73	0.41	361.53	0.38	41.59	
		c	0.040	100.00	0.40	350.54	0.38	41.59	
	5.0	a	0.045	113.15	0.44	394.50	0.44	47.64	
		b	0.044	110.52	0.44	394.50	0.45	50.06	
		c	0.042	105.26	0.43	383.51	0.45	50.06	
	30	0.0	a	0.027	65.78	0.27	207.69	0.31	33.13
			b	0.022	52.63	0.27	207.69	0.31	33.13
			c	0.030	73.68	0.28	218.68	0.30	31.92
0.1		a	0.036	89.47	0.38	328.57	0.38	41.59	
		b	0.037	92.10	0.37	317.58	0.37	40.38	
		c	0.039	97.36	0.35	295.60	0.38	41.59	
0.5		a	0.039	97.36	0.40	350.54	0.40	44.01	
		b	0.038	94.73	0.41	361.53	0.40	44.01	
		c	0.040	100.00	0.41	361.53	0.40	44.01	
1.0		a	0.044	110.52	0.49	449.45	0.45	50.06	
		b	0.043	107.89	0.49	449.45	0.45	50.06	
		c	0.042	105.26	0.50	460.43	0.42	46.43	
5.0		a	0.037	92.10	0.60	570.32	0.50	56.10	
		b	0.038	94.73	0.60	570.32	0.49	54.89	
		c	0.039	97.36	0.59	559.34	0.48	53.68	

y.a.: Yaş ağırlık

ERTABLO 13. *C. carpio*'da Bakır + Çinkonun denenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde serum glikoz, protein ve kolesterolü absorbens ve derişim verileri

Süre (Gün)	Ortam Derişimi (ppm) (Cu+Zn)	Tekrar	SERUM						
			Absorbans	Glikoz Derişimi (mg/100 ml)	Absorbans	Protein Derişimi (mg/100 ml)	Absorbans	Kolesterol Derişimi (mg/100 ml)	
1	0.0	a	0.025	60.52	0.28	218.68	0.28	29.50	
		b	0.026	63.15	0.28	218.68	0.29	30.71	
		c	0.025	60.52	0.29	229.67	0.30	31.92	
	0.01+0.1	a	0.032	78.94	0.31	251.64	0.28	29.50	
		b	0.033	81.57	0.31	251.64	0.28	29.50	
		c	0.034	84.21	0.32	262.63	0.32	34.34	
	0.05+0.5	a	0.042	105.26	0.31	251.64	0.34	36.75	
		b	0.043	107.89	0.33	273.62	0.35	37.96	
		c	0.044	110.52	0.32	262.63	0.36	39.17	
	0.10+1.0	a	0.048	121.05	0.34	284.61	0.41	45.22	
		b	0.051	128.94	0.34	284.61	0.43	47.64	
		c	0.050	126.31	0.35	295.60	0.44	48.85	
	0.50+5.0	a	0.079	202.63	0.42	372.52	0.44	48.85	
		b	0.076	194.73	0.42	372.52	0.45	50.06	
		c	0.080	205.26	0.40	350.54	0.45	50.06	
	7	0.0	a	0.025	60.52	0.27	207.69	0.29	30.71
			b	0.025	60.52	0.26	196.70	0.31	33.13
			c	0.027	65.78	0.29	229.67	0.29	30.70
0.01+0.1		a	0.034	84.21	0.34	284.61	0.32	34.34	
		b	0.035	86.84	0.32	262.63	0.32	34.34	
		c	0.035	86.84	0.33	273.62	0.30	31.92	
0.05+0.5		a	0.048	121.05	0.38	328.57	0.37	40.38	
		b	0.052	131.57	0.38	328.57	0.37	40.38	
		c	0.050	126.31	0.37	317.58	0.39	42.80	
0.10+1.0		a	0.040	100.00	0.30	240.65	0.42	46.43	
		b	0.044	110.52	0.30	240.65	0.44	48.85	
		c	0.042	105.26	0.29	229.67	0.45	50.06	
0.50+5.0		a	0.055	139.47	0.37	317.58	0.44	48.85	
		b	0.057	144.73	0.36	306.59	0.45	50.06	
		c	0.058	147.36	0.39	339.56	0.46	51.26	
15		0.0	a	0.024	57.89	0.29	229.47	0.28	29.50
			b	0.025	60.52	0.27	196.70	0.28	29.50
			c	0.026	63.15	0.28	218.68	0.33	35.55
	0.01+0.1	a	0.043	107.89	0.35	295.60	0.35	37.96	
		b	0.042	105.26	0.36	306.59	0.35	37.96	
		c	0.040	100.00	0.37	317.58	0.36	39.17	
	0.05+0.5	a	0.049	123.68	0.34	284.61	0.43	47.64	
		b	0.050	126.31	0.32	262.63	0.44	48.85	
		c	0.053	134.21	0.32	262.63	0.42	46.43	
	0.10+1.0	a	0.060	152.63	0.43	383.51	0.49	54.89	
		b	0.055	139.47	0.41	361.53	0.47	52.47	
		c	0.057	144.73	0.40	350.54	0.48	53.68	
	0.50+5.0	a	0.072	184.21	0.39	339.56	0.50	56.10	
		b	0.070	178.94	0.38	328.57	0.49	54.89	
		c	0.074	189.47	0.37	317.58	0.51	57.31	
	30	0.0	a	0.024	57.89	0.29	207.69	0.30	31.92
			b	0.024	57.89	0.29	207.69	0.30	31.92
			c	0.025	60.52	0.28	218.68	0.31	33.13
0.01+0.1		a	0.039	97.36	0.38	328.57	0.37	40.38	
		b	0.043	107.89	0.37	317.58	0.39	42.80	
		c	0.041	102.63	0.39	339.56	0.38	41.59	
0.05+0.5		a	0.045	113.15	0.42	372.52	0.42	47.64	
		b	0.043	107.89	0.41	361.53	0.44	48.85	
		c	0.042	105.26	0.40	350.54	0.43	47.64	
0.10+1.0		a	0.051	125.94	0.30	240.65	0.49	54.89	
		b	0.050	126.31	0.28	218.68	0.49	54.89	
		c	0.049	123.68	0.29	229.67	0.48	53.68	
0.50+5.0		a	0.063	160.52	0.34	284.61	0.50	56.10	
		b	0.065	165.78	0.35	295.60	0.50	56.10	
		c	0.066	168.42	0.33	273.62	0.51	57.31	

y.a.: Yaş ağırlık