

**KROM (VI)'NİN *Oreochromis niloticus*,  
*Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* ile *Callinectes  
sapidus*'un DOKULARINDA BİRİKİMİ, PROTEİN  
ve GLİKOJEN DÜZEYLERİNE ETKİLERİ**

**NURAY ÇİFTÇİ**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ  
ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**MERSİN  
KASIM - 2010**

**KROM (VI)'NİN *Oreochromis niloticus*,  
*Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* ile *Callinectes  
sapidus*'un DOKULARINDA BİRİKİMİ, PROTEİN  
ve GLİKOJEN DÜZEYLERİNE ETKİLERİ**

**NURAY ÇİFTÇİ**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ  
ANABİLİM DALI**

**DOKTORA TEZİ**

**Danışman  
Doç. Dr. Bedii CİCİK**

**MERSİN  
KASIM - 2010**



# **KROM (VI)'NİN *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* ile *Callinectes sapidus*'un DOKULARINDA BİRİKİMİ, PROTEİN ve GLİKOJEN DÜZEYLERİNE ETKİLERİ**

**NURAY ÇİFTÇİ**

## **ÖZ**

Araştırmada, krom (VI)'nin 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle etkisinde *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* ve *Callinectes sapidus*'un dokularındaki metal birikimi ile protein ve glikojen düzeylerindeki değişimler incelenmiştir. Doku örneklerinin krom analizi Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik yöntemle, doku protein analizi Lowry, glikojen analizi ise Antron metodu ile yapılmıştır. Kromun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde incelenen türlerde mortalite gözlenmemiştir. Belirlenen türlerde ve incelenen kas, solungaç, karaciğer ve hepatopankreas dokularında krom birikimi, metalin ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak artmıştır. Birikim balıklarda en yüksek karaciğer, *C. sapidus*'da ise 0.5 ppm dışında solungaçlarda olurken, balık türleri arasında en yüksek *C. gariepinus*'da olduğu belirlenmiştir. İncelenen türlerde total protein düzeyi *C. carpio* dışında, glikojen düzeyi ise tüm türlerde ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak azalmıştır. Krom etkisinde dokularda meydana gelen birikim, detoksifikasyon mekanizmaları ile glikojen ve total protein düzeylerindeki değişimler de metalin metabolik ve fizyolojik olaylarda neden olduğu değişikliklerle açıklanabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Krom, Balık, Omurgasız, Birikim, Total Protein, Glikojen

**Danışman:** Doç. Dr. Bedii CİCİK, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

**ACUMULATION OF CHROMIUM (VI) IN TISSUES OF *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus*, *Callinectes sapidus* AND ITS EFFECT ON PROTEIN AND GLYCOGEN LEVELS**

**NURAY ÇİFTÇİ**

**ABSTRACT**

Accumulation of chromium in tissues of *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* and *Callinectes sapidus* and its effect on protein and glycogen levels were studied after exposing the animals to 0.5, 1.0 and 2.0 ppm chromium over 7, 15 and 30 days. Chromium analysis of the tissue samples were carried out using atomic absorption spectrophotometric methods and tissue protein and glycogen analysis were carried out using Lowry and Anthron methods respectively. No mortality was observed in any of the chromium concentrations after 30 days of exposure. Chromium accumulation increased with increasing metal concentrations and exposure periods in the muscle, gill, liver and the hepatopankreas tissues studied. Accumulation was highest in liver tissues of fish whereas in hepatopankreas in *C. sapidus* except in 0.5 ppm chromium and it was higher in *C. gariepinus* compared the other two fish species. Total protein levels decreased with increasing concentrations of the metal and with prolonged exposure periods except *C. carpio*, while glycogen levels decreased with increasing exposure concentrations and periods in all the species studied. Tissue accumulation of chromium can be explained by detoxification mechanisms and changes in protein and glycogen levels might be due to metabolic and physiological changes caused by the metal.

**Key words:** Chromium, Fish, Invertebrate, Accumulation, Total Protein Glycogen

**Advisor:** Assoc. Prof. Bedii CİCİK, Department of Aquacultural Basic Sciences, University of Mersin.

## TEŞEKKÜR

Araştırmalarımın planlanıp yürütülmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Bedii CİCİK'e, çalışmalarımın her aşamasında engin bilgi ve deneyimleri ile katkıda bulunan ÇÜ. Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Cahit ERDEM'e sonsuz teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarım sırasında sağladıkları yardımlar nedeniyle Sayın Yrd. Doç. Dr. Özcan AY, Yrd. Doç. Dr. Fahri KARAYAKAR ve Yrd. Doç. Dr. Sahire KARAYTUĞ'a ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma, laboratuvar araç ve gereçlerin kullanımında büyük kolaylık sağlayan MEÜ. Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Özden BAŞTÜRK'e, çalışmamın proje olarak kabul edilmesi [BAP-FBE-TB-(NÇ)-2006-4DR] ile maddi destek sağlayan MEÜ. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Bu süreçte göstermiş olduğu sabır ve özveri nedeniyle biricik oğlum A. Arda ve manevi desteği yanı sıra doku örneklerinin metal analizindeki yardımlarından dolayı sevgili eşim Muzaffer ÇİFTÇİ'ye ve aile büyüklerime minnettirim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZ</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2.KAYNAK ARAŞTIRMALARI</b> .....	<b>6</b>
<b>3.MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>15</b>
<b>4.BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	<b>19</b>
<b>5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b> .....	<b>83</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>84</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>98</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1 İncelenen Türlere Ait Bireylerin Ortalama Boy (cm) ve Ağırlıkları (g).....	15
Çizelge 3.2 Deney Akvaryumlarındaki Suyun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	16
Çizelge 4.1 <i>C. carpio</i> 'da Kromun Karaciğer Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	21
Çizelge 4.2 <i>C. carpio</i> 'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	21
Çizelge 4.3 <i>C. carpio</i> 'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	22
Çizelge 4.4 <i>O. niloticus</i> 'da Kromun Karaciğer Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	22
Çizelge 4.5 <i>O. niloticus</i> 'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	23
Çizelge 4.6 <i>O. niloticus</i> 'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	23
Çizelge 4.7 <i>C. gariepinus</i> 'da Kromun Karaciğer Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	24
Çizelge 4.8 <i>C. gariepinus</i> 'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	24
Çizelge 4.9 <i>C. gariepinus</i> 'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	25
Çizelge 4.10 <i>C. sapidus</i> 'da Kromun Hepatopankreas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	25
Çizelge 4.11 <i>C. sapidus</i> 'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	26
Çizelge 4.12 <i>C. sapidus</i> 'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.....	26
Çizelge 4.13 <i>C. carpio</i> 'da Karaciğer Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	41
Çizelge 4.14 <i>C. carpio</i> 'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri...	41
Çizelge 4.15 <i>O. niloticus</i> 'da Karaciğer Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	42



Çizelge 4.16	<i>O. niloticus</i> 'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	42
Çizelge 4.17	<i>C. gariepinus</i> 'da Karaciğer Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	43
Çizelge 4.18	<i>C. gariepinus</i> 'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	43
Çizelge 4.19	<i>C. sapidus</i> 'da Hepatopankreas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	44
Çizelge 4.20	<i>C. sapidus</i> 'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri...	45
Çizelge 4.21	<i>C. carpio</i> 'da Karaciğer Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	50
Çizelge 4.22	<i>C. carpio</i> 'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri...	51
Çizelge 4.23	<i>O. niloticus</i> 'da Karaciğer Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	51
Çizelge 4.24	<i>O. niloticus</i> 'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	52
Çizelge 4.25	<i>C. gariepinus</i> 'da Karaciğer Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	52
Çizelge 4.26	<i>C. gariepinus</i> 'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	53
Çizelge 4.27	<i>C. sapidus</i> 'da Hepatopankreas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	54
Çizelge 4.28	<i>C. sapidus</i> 'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.....	54

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.1 Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>C. carpio</i> 'nun Karaciğer Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	28
Şekil 4.2 Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	29
Şekil 4.3 Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>C. gariepinus</i> 'un Karaciğer Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	30
Şekil 4.4 Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>C. sapidus</i> 'un Hepatopankreas, Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	32
Şekil 4.5 Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>C. gariepinus</i> , <i>C. carpio</i> ve <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	34
Şekil 4.6 Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde <i>C. gariepinus</i> , <i>C. carpio</i> ve <i>O. niloticus</i> 'un Karaciğer Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	35
Şekil 4.7 Kromun İncelenen Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>C. gariepinus</i> , <i>C. carpio</i> ve <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	36
Şekil 4.8 Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde <i>C. gariepinus</i> , <i>C. carpio</i> ve <i>O. niloticus</i> 'un Solungaç Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	37
Şekil 4.9 Kromun İncelenen Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde <i>C. gariepinus</i> , <i>C. carpio</i> ve <i>O. niloticus</i> 'un Kas Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	38
Şekil 4.10 Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde <i>C. gariepinus</i> , <i>C. carpio</i> ve <i>O. niloticus</i> 'un Kas Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).....	39
Şekil 4.11 <i>C. carpio</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin İncelenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	46
Şekil 4.12 <i>O. niloticus</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin İncelenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	47
Şekil 4.13 <i>C. gariepinus</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin İncelenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	48

Şekil 4.14.	<i>C. sapidus</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin İncelenen Süreler Etkisinde Hepatopankreas ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	49
Şekil 4.15	<i>C. carpio</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin İncelenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).....	55
Şekil 4.16	<i>O. niloticus</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin İncelenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).....	56
Şekil 4.17	<i>C. gariepinus</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişimlerinin İncelenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).....	57
Şekil 4.18	<i>C. sapidus</i> 'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişimlerinin İncelenen Süreler Etkisinde Hepatopankreas ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).....	58
Şekil 4.19	<i>C. carpio</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	60
Şekil 4.20	<i>C. carpio</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	61
Şekil 4.21	<i>O. niloticus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	62
Şekil 4.22	<i>O. niloticus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	63
Şekil 4.23	<i>C. gariepinus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	64
Şekil 4.24	<i>C. gariepinus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	65
Şekil 4.25	<i>C. sapidus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Hepatopankreas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	67
Şekil 4.26	<i>C. sapidus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).....	68
Şekil 4.27	<i>C. carpio</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).....	70

Şekil 4.28	<i>C. carpio</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	71
Şekil 4.29	<i>O. niloticus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	72
Şekil 4.30	<i>O. niloticus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	73
Şekil 4.31	<i>C. gariepinus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	74
Şekil 4.32	<i>C. gariepinus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	75
Şekil 4.33	<i>C. sapidus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Hepatopankreas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	76
Şekil 4.34	<i>C. sapidus</i> 'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).....	77

## 1. GİRİŞ

Kirlilik, genel anlamda saflıktan sapma olup, başlangıcı insanın yerkörede ortaya çıktığı dönemlere kadar uzanabilmektedir. Nüfus artışı ile birlikte hızlı kentleşme ve endüstrileşme, kimyasal tarım uygulamalarındaki artış, kirleticilerin evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklarla doğal ortamlara katılımını arttırmış ve tüm ekosistemleri tehdit eder hale gelmiştir. Gerek doğal çevrimler, gerekse anılan çevrim dışı faktörler, kirleticilerin önemli bir grubunu oluşturan ağır metallerin, başlıca alıcı ortam olan sucul ekosistemlerdeki derişimini arttırmış ve sucul organizmaların olumsuz yönde etkilenmesine neden olmuştur [Biney ve diğ.,1994].

Ağır metallerin bir kısmının, düşük derişimlerde canlının yapısal bileşimine girmesi nedeniyle biyolojik işlevi bulunurken diğerlerinin bu özelliğe sahip olup olmadığı henüz tam olarak bilinmemektedir [Seymore, 1994]. Bakır, çinko, demir gibi belirli bir derişim aralığında canlılar tarafından gereksinim duyulan ağır metallerin yüksek derişimlerinin, kadmiyum, civa kurşun gibi biyolojik işlevi tam olarak bilinmeyen ağır metallerin düşük derişimlerinin etkisi, öncelikle canlıların doku ve organlarında birikime, besin zinciri aracılığı ile artan derişimlerde üst trofik düzeylere taşınmasına, metabolik ve fizyolojik olaylarda değişikliklerle [Abbas ve Ali, 2007], mortaliteye neden olmakta ve sonuçta önemli çevre ve sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır [Duffus ve Worth, 1996; Wepener ve diğ.,2001].

Krom, doğada -2 'den +6 'ya kadar değişen birçok farklı kimyasal formda bulunur. Bunlardan +2, +4 ve +5 değerlikli formları stabil olmayıp +3 değerlikli forma dönüşürken +3 değerlikli formu da +6 değerlikli forma oksitlenir [Towil ve diğ., 1978; Langard ve Norseth, 1979]. Bu geniş spektrumda kromun biyolojik bakımdan aktif formlarını Cr (III) ve Cr (VI) oluşturur.

Hayvansal organizmalarda Cr (III) düşük derişimlerde karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasında işlev görürken [Debetto ve diğ., 1988], Cr (VI) yüksek düzeyde oksidasyon yeteneğine sahip olduğundan biyolojik membranlarla etkileşime girerek yapısal bütünlükte ve madde taşınımında bozukluğa neden olur. Bu nedenle Cr (VI), Cr (III)'e oranla biyolojik sistemlerde daha toksik etkilidir [Langard ve

Norseth, 1979; Leonard ve Lauwerys, 1980; Singh ve diğ., 1998; Begum ve diğ., 2006].

Kromun başlıca doğal kaynağı yer kabuğu olup, litosfer, hidrosfer ve atmosfer arasında doğal bir döngüye sahiptir. Krom, metal ve elektrod kaplama, deri tabaklama, tekstil, fosfatlı gübre, paslanmaz çelik, ferrokrom ve pigment üretimi gibi çeşitli metalurji ve kimya endüstrilerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [Langard ve Norseth, 1979; Babich ve diğ., 1982]. Doğal döngüdeki sapmalar, atmosferik olaylar [Towil ve diğ., 1978] ve belirtilen kaynakların atıkları, kromun çevreye, sonuçta alıcı ortam olan sucul ekosistemlere katılımını arttırmaktadır.

Gerek laboratuvar gerekse doğal ortam koşullarında sucul omurgalı ve omurgasız türleri ile yürütülen araştırmalarda +6 değerlikli krom etkisinin, metabolik ve fizyolojik olaylarla, biyokimyasal ve hematolojik parametrelerde bunların yanı sıra morfolojik ve histopatolojik değişimlere neden olduğu belirlenmiştir. Enzim aktivitesinde inhibisyon [Borges ve Wetterhan, 1989], ozmoregülasyonda bozulma [Adhikari ve diğ., 2006], düzensiz yüzme, besin almama, operkulum hareketlerinde artış [Vutukuru, 2005], serum glukoz, total protein, kolesterol ve kortizol düzeyleri ile, eritrosit sayısı, hematokrit ve hemoglobin düzeylerinde değişim [Gautam ve Guppa, 1989; Al-Akel ve Shamsi, 1996; Farag ve diğ., 2006; Vinodhini ve Narayanan, 2008; Mishra ve Mohanty, 2009], immün sistemin zayıflayarak patojenik organizmalara karşı dirençte azalma [Synder ve Vale, 1991; Khangarot ve diğ., 1999; Arunkumar ve diğ., 2000; Srivastava ve diğ., 2002], yüzgeç ışınlarında deformasyon, renkte koyulaşma, omurgada eğrilik ve metabolik olarak aktif doku ve organlarda nekroz [Vutukuru ve diğ., 2007; Mishra ve Mohanty 2009] bu değişimlere örnek olarak verilebilir.

Ağır metal gibi kirleticilerin sucul organizmalardaki birikim ve toksik etkileri metalin ortamdan alınım yoluna bağlı olduğu gibi organların metabolik aktivitesi ile de yakından ilişkilidir.

Akuatik canlılar tarafından ağır metallerin ortamdan alınımı besin, solungaçlar ve tüm vücut yüzeyinden absorpsiyon yolları ile gerçekleşir [Heath, 1985; Hodson, 1988]. Solungaçların başlıca solunum organı olması, iyon regülasyonunda işlev görmesi ve doğrudan doğruya ortam ile etkileşim halinde olması toksik kimyasallar için hedef organı oluşturur [Fromm ve Schiffman, 1958; Flos ve diğ., 1979]. Ağır metallerin solungaçlardan alınım ve birikimi suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak değişim gösterdiği gibi metale, solungaç epitelindeki bağlanma noktaları için metaller arasındaki rekabete bağlı olarak da değişim gösterir [Heath, 1985].

Laboratuvar koşullarında çeşitli balık ve dekapod türleri ile yürütülen araştırmalarda ağır metallerin, etki süresinin başlangıcında yüksek derişimlerde solungaçlarda biriktiği [Fromm ve Schiffman, 1958; Flos ve diğ., 1979; Van Der Putte ve diğ., 1981; Grobler ve diğ., 1989; Tulasi ve diğ., 1992], solungaç epitel hücrelerinde hiperplasi, hipertropi ve proliferasyona [Mishra ve Mohanty, 2009],  $Na^+/K^+$  ATPaz aktivitesinde inhibisyona [Ay ve diğ., 1999] neden olduğu saptanmıştır

Canlılar tarafından vücuda alınan ağır metaller, taşıyıcı proteinlere bağlanarak dolaşım sistemi aracılığıyla doğrudan detoksifikasyon merkezi olan karaciğere, karaciğer taşıma kapasitesinin aşılması durumunda da vücuttan atılmak üzere böbrek gibi metabolik bakımdan aktif organlara taşınır [Cicik, 2003].

Omurgalı hayvanlarda karaciğer, omurgasızlarda hepatopankreas, barsaktan absorbe edilen besin maddelerinin birbirine dönüşümünde, yağ asitlerinin sindiriminde işlev yapan safra tuzlarının sentezinde ve hormonların metabolize edilmesi ile enerji veren yakıtın depo formunu oluşturan ve kan glikozunun başlıca kaynağı olan glikojenin depolanmasında ve ağır metallerin regülasyonunda işlev gören metabolik olarak aktif bir organdır [Heath, 1985; Cicik, 1995]. Bununla birlikte, ağır metalleri bağlayarak toksik etkilerinin yok edilmesinde işlev yapan molekül ağırlığı düşük, sistein bakımından zengin, aromatik yapıdaki aminoasitlerden yoksun, sıcaklığa dayanıklı, asitlerde çözünebilir, alkol ve

triklorasetik asitle presipitasyona dirençli sitoplazmik bir protein olan metallothionein [Olsson ve Haux, 1985; Viarengo, 1985; Langston ve diğ., 2002; Urena ve diğ., 2007] ile fazla miktarda sistein içeren sülfidril gruplu bir tripeptid olan glutatyonun başlıca sentez yerinden birisidir.

Çeşitli balık türleri ile yapılan araştırmalarda etkide kalma süresinin uzaması ile karaciğerdeki metal birikiminin diğer dokulara oranla daha yüksek olduğu [Canlı ve Kargın, 1995; Gbem ve diğ., 2001; Vinodhini ve Narayanan, 2008; Çiftçi ve diğ., 2010; Karayakar ve diğ., 2010], karaciğer hücrelerinde vakuolleşme, lizozomal veziküllerin sayısı [Mishra ve Mohanty, 2009] ile karaciğer orijinli Aspartat aminotransferaz (AST), Alanin aminotransferaz (ALT) gibi glukoneogenik enzimlerin aktivitesinde artışa [Olsson ve diğ., 1988; Ghorpade ve diğ., 2002; Karataş ve diğ., 2005; Vutukuru ve diğ., 2007] neden olduğu belirlenmiştir.

Kas dokusu metabolik aktivite bakımından solungaç, karaciğer ve böbrek gibi organlarla karşılaştırıldığında daha az aktif olmasına karşın, sucul organizmalarda başlıca tüketilebilir kısmı oluşturduğundan bu dokudaki metal birikiminin incelenmesi metalin besin zincirindeki aktarımını yansıtması bakımından önem taşımaktadır. Sucul organizmalarla yapılan araştırmalarda kas dokusundaki ağır metal birikiminin diğer doku ve organlara göre daha düşük olduğu ancak birikimin etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak arttığı saptanmıştır [Sağlamtimur ve diğ., 2003; Cicik ve diğ., 2004; Çiftçi ve diğ., 2010; Karayakar ve diğ., 2010].

Ağır metaller, hayvansal organizmalarda doku birikimi ile birlikte metabolik ve fizyolojik olayları etkilediğinden temel organik bileşenlerinde de değişimlere neden olur. Karbonhidratlar, hayvansal organizmaların başlıca enerji kaynağı olduğu gibi, glikoprotein, glikolipid, ve mukopolisakkaritlerin yapısına katılarak hücre yenilenmesinde ve doku organizasyonunda önemli işleve sahiptirler [Vutukuru, 2005; Arslan ve diğ., 2006]. Glukoz, karbonhidratların başlıca yapısal bileşeni olup, fazlası omurgalı hayvanların kas ve karaciğer dokularında glikojen formunda depo edilir. Düşük ortam derişimlerinde ağır metal etkisinin balıklarda strese neden olduğu



ve enerji gereksinimini attırdığı [Vutukuru, 2003; 2005] buna bağlı olarak da katekolamin, kortikosteroid ve glukagon gibi karbonhidrat metabolizmasında işlev gören hormonların salınımında değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir [Nath ve Kumar, 1988].

Proteinler, canlılarda yapısal bileşen olarak işlev gördükleri gibi sucul organizmalarda enerji kaynağı olarak kullanılmakta [Vutukuru, 2003], özellikle zararlı bileşikler bağlayarak detoksifiye edilmesinde iş görmektedirler [Cicik ve Erdem, 1992]. Balıklarda ağır metal etkisinin kas ve karaciğer dokularında total protein düzeylerinde değişime neden olduğu saptanmıştır [Singh ve Reddy, 1990; James ve Samph, 1995; Singh ve Singh, 2002].

Sucul organizmalarda ağır metallerin doku birikimi, su kolonundaki yaşam alanlarına bağlı olarak değişim gösterdiği gibi, organizasyon düzeyine bağlı olarak da değişim gösterir. Bentik türler, pelajik türlere oranla dokularında daha yüksek derişimlerde ağır metal biriktirirler [Marchese ve diğ., 2008; Çiftçi ve diğ., 2009; Karayakar ve diğ., 2009]. Süzerek beslenen ve besin zincirinin alt basamaklarında yer alan canlılardaki ağır metal derişimlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir [Kádár ve diğ., 2007; Kumar ve Achyuthan, 2007].

Tarım alanlarının daralması, hayvancılığın azalması, hayvansal protein gereksiniminin karşılanmasında, dikkatlerin su ürünlerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Bu süreç içerisinde sucul ekosistemler de olduğu gibi kalmayıp kirlilik düzeyi artarak sucul organizmaları besin zinciri aracılığı ile insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Dolayısıyla sucul ekosistemlerde çeşitli trofik düzeylerde ağır metal gibi kirleticilerin birikimi ile metabolik ve fizyolojik olaylar üzerine etkilerinin incelenmesi su ürünlerinin sürdürülebilirliği, sucul organizmalarla insan sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Bu araştırmada da toksik etkili bir ağır metal olan kromun laboratuvar koşullarında belirli süre ve ortam derişimlerinde tatlı sulardaki besin zincirinin farklı trofik düzeylerinde yer alan dört farklı türün doku ve organlarındaki birikimi ile total

protein ve glikojen derişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İlk kez dört farklı türde doku krom birikiminin karşılaştırılması ve metalin metabolik ve fizyolojik olaylar üzerine etkilerini ortaya koyması çalışmaya özgünlük kazandırmaktadır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

Fosil yakıtların yaygın bir şekilde kullanılması ile artan asit yağmurları, sera gazlarının etkisine bağlı küresel ısınma, endüstrileşme, kimyasal tarım uygulamaları, deniz kazaları gibi temelde antropojenik kaynaklı faktörlerin yanında sel ve toprak erozyonu gibi doğal afetlerin ağır metallerin sucul ortamlara katılımını arttırdığı belirlenmiştir [Koli ve diğ., 1977; Canlı ve diğ., 1998; Velez ve Montero, 1998; Baral ve Engelken, 2002; Vutukuru, 2005].

Belirtilen kaynaklardan akarsu, göl yeraltı suları ve denizlere katılan ağır metallerin bir kısmı kompleksleştirici ajanlarla bileşik oluşturup suda askıda kalırken, diğer kısmı, yoğunluğunun sudan fazla olması nedeniyle presipite olur. Bentik bölgede sirkülasyonun az olması, sedimentin adsorbsiyon kapasitesinin yüksek oluşu, ağır metallerin buradaki birikimini artırır [Baron, 1995; Burger ve diğ., 2002].

Hayvansal organizmalarda bakır, çinko ve demir gibi ağır metaller, düşük derişimlerde metabolik ve fizyolojik olaylarda işlev görürken, kadmiyum, kurşun ve civa gibi ağır metallerin herhangi bir biyolojik işlevinin bulunup bulunmadığı bilinmemektedir. Gerek iz elementlerin gerekse toksik etkili ağır metallerin sucul organizmalar üzerine etkisinin doku ve organlarda birikim ile yapısal ve işlevsel bozukluklara, metabolik ve fizyolojik olaylarda değişikliklere [Gbem ve diğ., 2001] sonuçta mortaliteye neden olduğu belirlenmiştir [Duffus ve Worth, 1996].

Krom doğada litosfer, hidrosfer ve atmosfer arasında sürekli bir doğal döngüye sahiptir. Yapılan çalışmalarda bu döngüden  $6.9 \cdot 10^6$  kg gibi önemli miktarda kromun akarsu ve denizlere katıldığı ve okyanus tabanında biriktiği belirlenmiştir

[Eisler, 1986]. Bununla birlikte sucul ortamlardaki krom girdisinin önemli bir kısmının atmosferik kaynaklı olduğu ve karasal kaynaklardan sıvı atıklar yoluyla katılımdan yaklaşık 4-6 kat daha fazla olduğu saptanmıştır [Towil ve diğ., 1978]. Atmosferik kromun başlıca kaynağını fosil yakıtlarla, selülozik ürünlerin yakılarak kullanılması oluşturur [Eisler, 1986].

Kromun metal kaplama, deri tabaklama, tekstil, ferrokrom, pigment ve paslanmaz çelik üretimi gibi metalurji ve kimya endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanımı ve atıklarının sucul ortamlara deşarjı, akuatik sistemlerdeki kromun diğer bir önemli kaynağını oluşturur [Langard ve Norseth, 1979]. Dünyada yıllık krom üretimi 7 milyon ton olup, son yıllarda 13-15 milyon tona ulaştığı, bunun da önemli bir kısmını kromit ( $\text{FeOCr}_2\text{O}_3$ )'in oluşturduğu bilinmektedir.

Krom kolayca yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerine katıldığından doğada saf halde bulunmayıp  $-2$  ile  $+6$  arasında değişen kimyasal formlarda bulunur [Eisler, 1986; Walsh ve diğ., 1994]. Yapılan araştırmalarda bu formlardan sadece  $+3$  ve  $+6$  değerlikli kromun biyolojik bakımdan aktif olduğu saptanmıştır [Towil ve diğ., 1978; Langard ve Norseth, 1979].

Hayvansal organizmalarda kromun,  $+3$  değerlikli formda düşük derişimlerde insülin kofaktörü olarak karbonhidrat metabolizmasında işlev gördüğü belirlenmiştir [Eisler, 1986]. Diğer formunun organik bileşikleri indirgeme kapasitesinin oldukça yüksek olduğu bu nedenle hayvansal organizmalar için  $+3$  değerlikli forma oranla daha toksik olduğu belirlenmiştir [Taylor ve Parr, 1978; Langard ve Norseth, 1979; Farag ve diğ., 2006].

Laboratuar koşullarında *Chelon labrosus* ile yapılan bir araştırmada, balıklar deri tabaklama atıklarının içerdiği derişimlerde Cr(III)'ün etkisinde 2 ay süreyle bırakılmış ve karaciğer dokusundaki krom birikiminin diğer dokulara oranla yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Deney süresi sonunda balıklarda mortalite gözlenmezken, karaciğer dokusundaki yüksek metal birikimine rağmen herhangi bir histopatolojik değişim gözlenmemiştir [Walsh ve diğ., 1994]. Bununla birlikte

*Channa punctatus* ile yürütülen bir araştırmada Cr (VI)'nın sublethal ortam derişimlerinin 2 ay süre ile etkisi doku ve organlarında yüksek derişimlerde birikimin yanı sıra histopatolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olduğu saptanmıştır [Mishra ve Mohanty, 2009].

Kromun farklı kimyasal formlarının (Cr (VI), Cr(III)-sitrat, Cr(III)-protein, Cr(OH)<sub>3</sub>) 4 hafta süre ile etkisine bırakılan *Mytilus edulis*'de Cr(III)'ün Cr(VI)'a oranla daha yüksek derişimlerde biriktiği [Walsh ve O'Halloran, 1997], buna karşılık *Mytilus galloprovincialis*'de Cr (III) ve Cr(VI)'nın subletal ortam derişimlerinin etkisinde +6 değerlikli kromun +3 değerlikli kroma oranla dokularda yüksek derişimlerde biriktiği saptanmıştır [Parlak ve diğ., 1999].

Ağır metallerin sucul organizmalardaki birikimi ve toksik etkileri, metale, metalin ortam derişimine, etkide kalma süresine, sudaki pH, sıcaklık, oksijen, sertlik, tuzluluk ve çözünmüş madde miktarı gibi abiyotik faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiği gibi türe, türün gelişme evresine, doku ve organlar gibi biyotik faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiği saptanmıştır [Bryan, 1979; Van Vuren ve diğ., 1994].

*C. carpio*'da Cr, Ni, Cd ve Pb'un sublethal ortam derişimlerinin 32 gün süreyle etkisinde solungaç, karaciğer, böbrek ve kas dokularındaki metal birikimi incelenmiş belirlenen dokularda Cd ve Pb'un incelenen diğer metallere göre daha yüksek derişimlerde biriktiği belirlenmiştir [Vinodhini ve Narayanan, 2008].

Cr, Cu, Pb ve Zn'nun deri tabaklama fabrika atık sularında bulunan derişimlerin %2 ve 6'sı oranındaki derişimlerinin etkisinde 8 hafta süre ile bırakılan *C. gariepinus*'da metallerin doku ve organlardaki birikiminin sırasıyla Pb>Cr>Cu>Zn şeklinde olduğu ve etki süresine bağlı olarak arttığı saptanmıştır [Gbem ve diğ., 2001].

*Labeo rohita*'da krom ve kurşunun doku birikiminin ortamın pH ve alkalinitesine bağlı olarak değişim gösterdiği, asidik pH ve düşük alkalinite,

kadmiyumun incelenen dokulardaki birikimi artarken, nötral pH ve yüksek alkalinite de krom birikimi artmıştır [Adhikari ve diğ., 2006].

*Oncorhynchus mykiss* ile yapılan bir araştırmada subletal derişimlerin etkisinde krom doku birikiminin pH'a bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Krom pH 6,5'da en yüksek solungaç dokusunda birikirken, pH 7,8'de en fazla karaciğer ve böbrekte birirmiştir [Van Der Putte ve diğ., 1981].

*Pimephales promelas* ve *Lepomis macrochirus*'da doku krom birikiminin suyun sertliğine bağlı olarak değişim gösterdiği, yumuşak sularda sert sulara göre birikimin daha fazla olduğu saptanmıştır [Pickering ve Henderson, 1966].

Krom toksisitesine karşı duyarlılığı farklı beş tatlısu balık türü ile yürütülen bir araştırmada Cr(VI)'nın 96 saatlik LC<sub>50</sub> derişiminin etkisinde *O. mykiss*'in krom toksisitesine karşı diğer türlerden daha fazla duyarlı olduğu, bunu sırasıyla *Gasterosteus aculeatus*, *Rutilus rutilus*, *Perca fluviatilis*, *Leuciscus leuciscus* türlerinin izlediği belirlenmiştir [Svecevicus, 2006].

Besin zincirinin farklı trofik düzeylerinde yer alan alg (*Ceratophyllum demersum*), oligoket (*Limnodrilus ukedemianus*), yengeç (*Zilchiopsis collastinensis*) ve balık (*Cnesterodon decemmaculatus*) türleri ile yürütülen bir araştırmada Cr(III)'n 3 ve 6 ppm'lik ortam derişimlerinin 28 gün süre ile etkisinde metal birikimi en yüksek alg türünde olurken, belirlenen süre ve derişimlerin etkisinde en az birikimin balık türünde olduğu saptanmıştır [Marchese ve diğ., 2008].

Doğada çeşitli ağır metallerin sucul omurgalı (balık) ve omurgasız (yengeç, karides, kabuklu) türlerindeki birikiminin incelendiği bir çalışmada, omurgasız türlerinin Cd'u, omurgalı türlerinin ise Pb'u yüksek derişimlerde biriktiği belirlenmiştir [Ip ve diğ., 2005].

Ağır metal toksisitesine karşı duyarlılık, gelişim evresine bağlı olarak değişim gösterir. *Crassostrea gigas*, *M. edulis* embryoları ve *Cancer magister*

larvaları ile yapılan bir araştırmada *C. gigas* ve *M. edulis* embriyolarında Hg, Cu ve Ag toksisitesine karşı duyarlılık gözlenirken, *C. magister* larvalarında Cd ve Ar toksisitesine karşı duyarlılık gözlenmiştir [Martin ve diğ., 1981].

*Labeo umbratus* ile doğal ortam koşullarında yürütülen bir araştırmada Cr, Mn, Ni ve Pb'un doku birikiminin, vücut büyüklüğündeki artışa bağlı olarak azaldığı, metal birikiminde eşeyssel farklılığın istatistiksel bakımdan önemli düzeyde etkili olmadığı saptanmıştır [Nussey ve diğ., 2000].

*Sparus auratus*, *Atherina hepsetus*, *Mugil cephalus*, *Trigla cuculus*, *Sardina pilchardus* ve *Scomberesox saurus*'un karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn birikiminin genç bireylerde, ergin bireylere göre daha yüksek derişimlerde olduğu bildirilmiştir [Canlı ve Atlı, 2003].

*C. gariepinus* ile yürütülen bir doğa çalışmasında Cr en fazla solungaç dokusunda birikirken, Cu ve Fe'in karaciğer dokusunda biriktiği saptanmıştır [Avenant-Oldewage ve Marx, 2000].

*Scardinus erythrophthalmus*'da kromun 20 ppm'lik ortam derişiminin 24 saat süreyle etkisinde en fazla böbrek dokusunda birikirken [Van Hoof ve Van San, 1981], *C. carpio* ve *Tilapia nilotica*'da 1 ppm'lik ortam derişiminin 16 gün süreyle etkisinde en fazla karaciğerde biriktiği belirlenmiştir [Canlı ve Kargın, 1995].

*C. magister* [Tennant ve Forster, 1969] ve *Cancer irroratus* [Greig ve Wenzlof, 1977] ile laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda, kromun subletal derişimlerinin etkisinde, kasa oranla solungaç ve hepatopankreasda daha fazla biriktiği belirlenmiştir.

*M. edulis*'de kromun farklı formlarının 4 hafta süre ile etkisinde hepatopankreas, kas, manto, solungaç ve böbrek dokusunda metal birikimi incelenmiş ve tüm formlarının etkisinde birikimin en yüksek hepatopankreas dokusunda olduğu belirlenmiştir [Walsh ve O'Halloran, 1997].

*M. galloprovincialis*'de Cr (III) ve Cr (IV)'ün 3 ppm'lik ortam derişiminin 13 gün süre ile etkisinde, Cr (III) birikimi bakımından dokular arasında sıralama *bisus* > *hepatopankreas* > *solungaç* > *gonad* > *ayak* > *kas* > *manto* şeklinde olurken, Cr (VI) birikimi bakımından *bisus* > *ayak* > *hepatopankreas* > *gonad* > *kas* > *solungaç* şeklinde olduğu bulunmuştur [Parlak ve diğ., 1999].

Yatağan-Dipsiz Nehri (Mugla, Türkiye)'nden yakalanan *Leuciscus cephalus*'un *solungaç* ve *kas* dokularındaki Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn derişimleri incelenmiş, bakırın *kas* dokusunda, diğeri metallerin ise *solungaç* dokusunda daha yüksek derişimlerde biriktiği saptanmıştır [Demirak ve diğ., 2005].

Kadmiyum, kurşun, krom ve nikelin 1 ppm'lik ortam derişimlerinin 4, 8 ve 16 gün süreleri ile etkisinde *C. carpio* ve *T. nilotica*'nın *karaciğer*, *solungaç*, *kas* ve *beyin* dokularında metal birikimi incelenmiş, beyinde Cr birikimi dışında, incelenen metallerin diğeri dokulardaki birikimlerinin etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Aynı araştırmada *beyin* dokusunda Pb, Cr ve Ni dışında, incelenen metallerin, *karaciğer*, *solungaç* ve *kas* dokularındaki birikiminin *T. nilotica*'ya oranla *C. carpio*'da daha yüksek derişimlerde olduğu belirlenmiştir [Canlı ve Kargın, 1995].

Sucul omurgalı ve omugasız türleri ile gerek doğal gerekse laboratuvar koşullarında yürütülen araştırmalarda kromun yüksek derişimlerinin etkisinde; davranışsal, morfolojik, metabolik, histopatolojik [Sridevi ve Reddy, 2000], hematolojik [Sesha ve Balapameswara, 1996; 1998; 1999] ve biyokimyasal parametrelerde değışimler saptanmıştır. Düşük derişimlerinin uzun süreli etkisinde anılan değışiklikler geçici olurken, yüksek derişimlerinin kısa süreli etkisindeki değışiklikler kalıcı olmuştur.

Kromun akut toksik etkisinin *L. rohita*'da *besin almama*, *akvaryum yüzeyine yönelme*, *düzensiz yüzme*, *denge kaybı* gibi davranışsal, *renkte koyulaşma*, *pullarda dökülme*, *yüzgeç ışınlarında deformasyon*, *mukus salgınlmında artış* gibi

morfolojik değişikliklerin meydana geldiği saptanmıştır [Sesha ve Balaparameswara, 1996; Vutukuru, 2005; Vutukuru ve diğ., 2007].

*Dicentrarchus labrax*'da kromun 94 ppm'lik ortam derişiminin 68 saat süre ile etkisinde, oksijen tüketiminin %27 oranında azaldığı, solungaç lamellerinde erime ve yapışma ile pilorik çekada meydana gelen patolojik değişiklikler sonucu sindirimin bozulduğu saptanmıştır [Fromm ve Schiffman, 1958].

*C. punctatus*'da Cr (VI)'nin 2 ve 4 ppm'lik subletal deişimlerinin 2 ay süre ile etkisinde solungaç, karaciğer ve böbrek gibi metabolik bakımdan aktif organlarda hiperplasi, hipertropi, hepatosit hücrelerinde vakuolleşme, nüklear piknozis, sinüzoidal boşluklarda artma, serum kortizol düzeyinde düşme, böbreküstü bezlerinde histopatolojik değişiklikler belirlenmiştir [Mishra ve Mohanty, 2009].

*Oncorhynchus tshawytscha*'da kromun düşük derişimlerinin uzun süreli etkisinde karaciğer hücrelerinde DNA'da yapısal bozukluk, lipid peroksidasyonu ve bunlara bağlı doku lezyonları saptanmıştır [Frag ve diğ., 2006].

Kromun 0.5, 1.0, 2.0 ve 4.0 ppm ortam derişimlerinin 28 gün süre ile etkisinde *Palaemonetes pugio*'nun anten bezlerinde nekrozlar, hepatopankreasda nüklear hipertropi, anormal mitoz, kütükülde lezyonlar, gibi histopatolojik değişiklikler belirlenmiştir [Rao ve Doughtie, 1984].

Bakırın subletal ortam derişimlerinin 7 gün süre ile etkisinde *Solea senegalensis*'in karaciğer ve solungaç dokularında yüksek derişimlerde biriktiği, karaciğer lipid düzeyini düşürdüğü, solungaç lamellerinde hipertropi ve hiperplasi, klorid hücrelerinde yapısal değişimlere neden olduğu saptanmıştır [Arellano ve diğ., 1999].

Kromun 0.1, 1.0 ve 3.2 ppm'lik ortam derişimlerinin 28 gün süre ile etkisinde *Saccobranchus fossilis*'in eritrosit sayısı, hemoglobin ve hematokrit düzeyi ile lenfosit sayısında azalma olduğu belirlenmiştir [Khangarot ve diğ., 1999].



*Oreochromis mossambicus*'da Cr (VI) ve Cr (III)'ün 96 saatlik LC<sub>50</sub> değerlerinin %10, 1, 0.1 ve 0.01 oranındaki derişimlerinin intraperitoneal enjeksiyonun dalak ağırlığını, dalak hücre sayısını ve lenfosit sayısını azalttığı, Cr (VI)'nın Cr (III)'e göre antikor üretimini daha fazla düşürdüğü saptanmıştır [Arunkumar ve diğ., 2000].

Kromun 96 saatlik LC<sub>50</sub> derişiminin 24 ve 96 saat süre ile etkisinin *L. rohita* [Vutukuru, 2003, 2005] ve *O. niloticus*'un karaciğer ve kas dokularındaki glikojen ve total protein düzeylerini azalttığı belirtilmiştir [Abbas ve Ali, 2007].

Bir tatlısu kemikli balık türü olan *Colisa fasciatus*'da kromun subletal ortam derişiminin kısa süreli etkisinde karaciğer glikojen derişiminin azaldığı saptanmıştır [Nath ve Kumar, 1988].

*Heteropneustes fossilis*'de kadmiyumun subletal derişimlerdeki kronik etkisinin 15 ve 30. günde kas ve karaciğer glikojen derişimini azalttığı, 60. günde arttırdığı saptanmıştır [Sastry ve Subhadra, 1982].

*C. punctatus*'da Cr (VI)'nın 2.5 ve 5 ppm'lik subletal ortam derişimlerinin 60. günde total protein, total lipid, kolesterol ve trigliserit düzeylerini düşürdüğü saptanmıştır [Saxena ve Tripathi, 2007].

*L. rohita*, *Cirrhinus mrigala* ve *Catla catla*'da Cd, As ve Zn'nun subletal ortam derişimlerinin 45 gün süre ile etkisinde kas ve solungaç dokularında karbonhidrat ve lipid derişimlerinin düştüğü ve bu düşmenin en fazla Cd'da daha sonra As ve Zn etkisinde olduğu belirlenmiştir [Garg ve diğ., 2009].

Krom ve arsenik'in 96 saatlik LC<sub>50</sub> derişiminin 24 ve 96 saat süre ile etkisinde *L. rohita*'nın AST ve ALT derişimleri arsenik etkisinde kontrole göre artarken krom etkisindeki artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır [Vutukuru ve diğ., 2007].

Kromun 100 µM ve 1 mM ortam derişimlerinin 24 saat süre ile etkisinde *Anguilla anguilla*'nın plazma T4 düzeyi azalırken, Cr+BNF ( -naphthoflavone) etkisinde plazma glukoz derişiminin arttığı saptanmıştır. Bakırın 2.5µM derişiminin etkisinde plazma kortizol ve glukoz düzeyi 1 µM derişimindeki plazma laktat düzeyi kadar artarken her iki ortam derişiminin etkisinde plazma T4 düzeyi azalmıştır. Eritrosit nükleus anomalisi sadece BNF + 2.5µM Cu etkisinde saptanmıştır [Teles ve diğ., 2005].

*Macrobrachium lamarrei*'de +6 değerli kromun 1840 ppb'lik derişiminin 96 saat süreyle etkisi, hemolenf krom derişimini önemli düzeyde arttırırken, glikoz düzeyini belirgin bir şekilde azalttığı belirlenmiştir [Murti ve diğ., 1983].

*Penaeus indicus* postlarvalarında kurşunun sublethal ortam derişimlerinin 24, 48, 96 saat 10 ve 30 gün süreler ile etkisinde total protein, lipid ve karbonhidrat derişimlerinin etki süresindeki artışa bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir [Chinni ve Yallapragada, 2000].

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak, *C. gariepinus*, *C. carpio* ve *O. niloticus* ile *C. sapidus* türleri kullanılmıştır. Çalışmalar Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Uygulama Birimlerinde yer alan  $24\pm 1$  °C durağan sıcaklığa sahip, 12 saat aydınlık 12 saat karanlık fotoperiyod uygulanan Temel Bilimler Araştırma laboratuvarında yürütülmüştür. Birden fazla türün incelenmesi ve laboratuvarın alan olarak sınırlı olması deneylerin aynı ortamda farklı zamanlarda yapılmasına neden olmuştur. Denekler, Mersin ili Silifke ilçesinde bulunan, özel çevre koruma alanı içerisinde yer alan yetiştirme havuzlarından sağlanmıştır.

Laboratuvara getirilen bir türe ait bireyler, her biri 40x100x40 cm boyutlarındaki stok cam akvaryumlar içerisinde bir ay süreyle bekletilerek ortam koşullarına uyumları sağlanmıştır.

Araştırmada incelenen tüm türler 7, 15 ve 30 gün sürelerle krom'un 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin etkisinde bırakılmıştır. Kromun belirlenen ortam derişimlerinin etkisinde deney süresi sonunda incelenen türlerin hiç birinde mortalite gözlenmemiştir.

Deneylerde materyal olarak kullanılan türlere ait bireylerin ortalama boy (cm) ve ağırlıkları (g) Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. İncelenen Türlerle Ait Bireylerin Ortalama Boy (cm) ve Ağırlıkları (g)

İncelenen Tür	Boy (cm)	Ağırlık (g)
<i>Clarias gariepinus</i>	21,97 ± 3,11	81,56 ± 2,97
<i>Cyprinus carpio</i>	10,82 ± 0,93	15,75 ± 3,85
<i>Oreochromis niloticus</i>	11,25 ± 0,21	22,11 ± 1,27
<i>Callinectes sapidus</i>	11,12 ± 1,11	95,72 ± 8,24

Krom çözeltilerinin hazırlanmasında stok çözelti olarak, kromun (+6) değerlikli bileşiği olan  $K_2Cr_2O_7$ 'ın sulu çözeltisi kullanılmıştır. Deney akvaryumlarında metalin presipitasyonunu engellemek ve askıda kalmasını sağlamak amacıyla stok çözeltilerin hazırlanması sırasında  $K_2Cr_2O_7$ 'a trisodyum sitrat ( $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$ ) eklenmiştir.

Deneyler her bir tür için belirlenen süreler dikkate alınarak 3 seri halinde yürütülmüş ve her seride her biri 40x100x40 cm boyutlarında olan 4 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumlardan ilk üçüne 120'şer L. Kromun belirlenen derişimlerdeki çözeltileri konurken, dördüncü akvaryuma krom içermeyen dinlenmiş çeşme suyu konarak kontrol grubu olarak incelenmiştir. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüş ve her tekrarda iki birey kullanılmıştır. Bu nedenle akvaryumların her birine 6 birey konmuştur.

Araştırmalar süresince akvaryumlardaki krom çözeltilerinin derişiminde adsorbsiyon, presipitasyon ve evaporasyon gibi nedenlerle derişimler olabileceğinden, deney çözeltileri her iki günde bir stok çözeltiden uygun seyreltmeler yapılarak deriştirilmiş ve ortam yenilenmiştir.

Sucul organizmaların doku ve organlarındaki metal birikimi suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak derişim gösterdiğinden deney akvaryumlarındaki suyun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Deney Akvaryumlarındaki Suyun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sıcaklık (°C)	22 ± 1
Toplam Sertlik (ppm CaCO <sub>3</sub> )	246,2 ± 2,56
Toplam Alkalinite (ppm CaCO <sub>3</sub> )	409 ± 0,39
pH	8,1 ± 0,03
Çözünmüş oksijen (mg/L)	7,56 ± 0,72

Deneyler süresince incelenen balık türleri, günde bir kez aynı saatte toplam biyomasın %2'si kadar hazır balık yemi (Pınar, Pelet No.2) ile beslenirken, yengeçler MEÜ Su Ürünleri Fakültesi Uygulama Biriminde yer alan Yetiştiricilik Ünitesinden sağlanan *O. niloticus* türü balıklarla beslenmişlerdir.

Belirlenen süreler sonunda deney ve kontrol akvaryumlarından çıkarılan denekler, incelenen parametrelerden doku total protein ve glikojen derişimleri strese bağılı olarak değişim gösterdiğinden Etilen Glikol Mono Fenil Eter anesteziği ile bayıltılmıştır. Çeşme suyu ile yıkanarak vücut yüzeyindeki metal rezidüleri uzaklaştırılan denekler kurutma kağıdı ile kurulanmış ve diseksiyona hazır hale getirilmiştir. İncelenen balık türlerinde bireylerin her birinin kas, solungaç ve karaciğer dokuları, *C. sapidus*'da ise kas, solungaç ve hepatopankreas dokuları ayrı ayrı disekte edilerek iki bireye ait dokular bir araya getirilip havuz oluşturulmuştur. Kas ve karaciğer doku havuzu metal birikimi, doku protein ve glikojen analizinde kullanılmak üzere üç eşit parçaya ayrılırken, solungaç dokusu metal birikimi analizinde kullanılmıştır.

Dokuların metal analizinde atomik absorpsiyon spektrofotometrik yöntem (AAS) kullanılmıştır. Bu amaçla balık ve yengeç doku örnekleri, 150 °C'ye ayarlı etüvde 72 saat süreyle sabit tartıma getirilerek, kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru ağırlıkları belirlenen doku örnekleri deney tüplerine aktarılmış ve üzerlerine nitrik asit ( %65, Baker)- perklorik asit (%65, Erba) (2/1; v/v) karışımı eklenerek 120 °C'de 60 dakika süreyle yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlanan doku örnekleri polietilen tüplere aktararak toplam hacimleri distile su ile 10 ml'ye tamamlanmış ve Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)'nde analize hazır hale getirilmiştir [Cicik, 1995].

Total protein düzeyini belirlemek amacıyla incelenen türlerden disekte edilen dokular 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 ortamdaki uzaklaştırmak amacıyla, homojenantlar 10 dakika süreyle 2000

devir/dakika'da santrifüjlenmiştir (Hettich; Universal-1200). Homojenatlardaki total protein düzeyleri Lowry yöntemi ile 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 absorbans değerleri spektrofotometrede (Bausch-Lomb Spectronic 20) 750 nm dalga boyunda saptanmıştır.

Glikojen derişimleri belirlenecek olan örnekler 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 süreyle bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin üzerine 0,5 ml doymun 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 5 M HCl içerisinde çözülerek 0,5 M NaOH ile nötralize edilmiş ve distile su ile toplam hacim 50 ml'ye seyreltilerek analize hazır hale getirilmiştir [Wedemeyer ve Yasutake, 1977]. Örneklerdeki glikojen derişimleri Antron yöntemine göre belirlenmiştir [Plummer, 1971]. Bu amaçla örnek çözülden 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.

Metal birikimi, total protein ve glikojen derişimlerine ait veriler; ortam derişimine, etkide kalma süresine, incelenen türe ve dokuya bağlı olarak karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. Deney verilerinin istatistik analizinde Student Newman Keul's (SNK) testi uygulanmıştır [Rholf ve Sokal, 1969].

#### 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Beslenme alışkanlıkları, metabolik, fizyolojik ve morfolojik özellikleri ile su kolonundaki yaşam alanları farklı türlerle yürütülen bu çalışmada denekler, 7, 15 ve 30 gün sürelerle kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik derişimlerinin etkisinde bırakılmıştır. Kromun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde incelenen balık türleri ile *C. sapidus*'da mortalite gözlenmemiştir.

Sucul organizmalar tarafından çeşitli yollarla vücuda alınan ağır metaller, atılımın alınımı karşılamadığı durumlarda metabolik olarak aktif doku ve organlarda birikime, birikimin taşıma kapasitesini aşması durumunda mortaliteye neden olur. Ağır metallerin sucul omurgalı ve omurgasız hayvanlarda mortalite üzerine etkileri türe bağlı olarak derişim gösterdiği gibi belirli bir derişim aralığı üzerinde mortalite oranını arttırdığı saptanmıştır [Merlini, 1980; Abel ve Papoutsoglou, 1986]. Laboratuar koşullarında yürütülen araştırmalarda, *L. rohita*'da Cr(VI)'nın [Vutukuru, 2005], *Sinopotamon henanense*'de Cd'un [Ma ve diğ., 2008] ortam derişimindeki artışın mortalite oranını arttırdığı belirlenmiştir.

Krom, bakır, çinko gibi iz elementlerin subletal ortam derişimlerinin kısa süreli etkisinin sucul omurgalı ve omurgasız hayvanlarda mortaliteye neden olmaması, organizmada, metallothionein ve glutatyon gibi metal bağlayıcı proteinlerin sentezinin artması [Martinez ve diğ., 1991; Chan ve Cherian, 1992], metabolizma hızının yavaşlatılması [Hilmy ve diğ., 1987], metabolik ve fizyolojik reaksiyonlarda derişimler [Cicik, 2003] gibi detoksifikasyon mekanizmalarının uyarılmasından kaynaklanabilir.

Ağır metallerin etkide kalma süresinin başlangıcında balıklarda, akvaryum yüzeyine yönelme, hızlı yüzme, denge kaybı, besin almama, mukus salgılamada artış, pullarda dökülme, renkte koyulaşma gibi derişikliklerin saptandığı etki süresinin uzaması ile bu derişikliklerin normale döndüğü bildirilmiştir [Fromm ve Schiffman, 1958; Sesha ve Balapameswara, 1996; Vutukuru, 2005; Vutukuru ve diğ., 2007]. Dört farklı tür ile yürütülen bu araştırmada da krom etkisinin başlangıcında

balıklarda akvaryum yüzeyine yönelme, operkulum hareketlerinde artış, ani yer değiştirme hareketleri, aşırı mukus salgınımı gözlenirken, *C. sapidus*'da besin almama gibi davranış değişiklikleri gözlenmiştir. Deney süresinin uzaması ile gözlenen davranış değişikliklerinin normale döndüğü belirlenmiştir. Metal etkisinin başlangıcında gözlenen ve etkide kalma süresinin uzaması ile normale dönen bu morfolojik ve fizyolojik değişiklikler, değişen ortam koşullarına uyum ile açıklanabilir.

Kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm ortam derişimlerinin etkisinde 7, 15 ve 30 gün sürelerle bırakılan *C. carpio*, *O. niloticus* ve *C. gariepinus*'un incelenen dokularındaki metal birikim düzeylerine ait verilerin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri Çizelge 4.1 – 4.9'da belirtilmiştir.

Balık türlerinin hepsinde kromun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisi, incelenen dokulardaki metal birikimini kontrole oranla istatistiksel bakımdan önemli düzeyde arttırmıştır ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.1-4.9).

*C. carpio* ve *O. niloticus*'da kas dokusu dışında, *C. gariepinus*'da incelenen tüm dokularda, belirli bir sürede kromun ortam derişimindeki artış metal birikimini arttırmıştır. Belirlenen derişimlerde balıkların dokularındaki krom birikimi etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak artmıştır (Çizelge 4.1-4.9). *O. niloticus* dışında diğer balık türlerinde incelenen tüm dokularda denenen en yüksek ortam derişiminin etkisinde, etkide kalma süresindeki artış metal birikimini arttırmıştır (Çizelge 4.1-4.3, 4.7-4.9). Kromun 2.0 ppm'lik ortam derişiminin etkisinde deney süresi sonunda 7. güne oranla *C. carpio*'nun karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi sırasıyla %63.84, %48.96, %62.52 oranında artış gösterirken, *C. gariepinus*'da %32.33, %47.56 ve %80.11 oranında artış göstermiştir.

Belirli bir derişimde *O. niloticus*'un incelenen dokularındaki krom birikimi, deney süresi sonunda 7. güne oranla istatistiksel bakımdan önemli düzeyde artış gösterirken ( $P<0.05$ ), 15. ve 30. günler arasında istatistiksel bakımdan önemli bir ayırım göstermemiştir ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.4-4.6).



Çizelge 4.1. *C. carpio*'da Kromun Karaciğer Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	5,51 $\pm$ 0,75 as	5,09 $\pm$ 0,39 as	5,90 $\pm$ 0,77 as
0.5	10,76 $\pm$ 0,66 at	13,90 $\pm$ 0,23 at	15,65 $\pm$ 1,56 at
1.0	15,91 $\pm$ 0,41 ax	21,07 $\pm$ 0,71 bx	23,37 $\pm$ 0,69 bx
2.0	20,16 $\pm$ 0,62 ay	28,18 $\pm$ 1,51 by	33,03 $\pm$ 0,30 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.2. *C. carpio*'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	4,52 $\pm$ 0,26 as	4,09 $\pm$ 0,39 as	3,90 $\pm$ 0,77 as
0.5	9,19 $\pm$ 0,52 at	11,32 $\pm$ 0,99 at	15,39 $\pm$ 0,55 bt
1.0	11,68 $\pm$ 0,59 ax	16,35 $\pm$ 0,96 bx	19,15 $\pm$ 0,00 bx
2.0	17,22 $\pm$ 0,82 ay	22,00 $\pm$ 0,10 by	25,65 $\pm$ 0,60 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.3. *C. carpio*'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	1,48 $\pm$ 0,37 as	2,78 $\pm$ 0,93 as	2,98 $\pm$ 0,35 as
0.5	6,24 $\pm$ 0,29 at	6,16 $\pm$ 0,00 at	6,35 $\pm$ 0,39 at
1.0	5,23 $\pm$ 0,60 at	7,81 $\pm$ 0,00 bt	8,43 $\pm$ 0,00 bx
2.0	9,55 $\pm$ 0,29 ax	13,03 $\pm$ 0,00 bx	15,52 $\pm$ 0,00 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.4. *O. niloticus*'da Kromun Karaciğer Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	8,94 $\pm$ 0,00 as	7,84 $\pm$ 0,30 as	8,06 $\pm$ 1,08 as
0.5	13,41 $\pm$ 0,17 at	15,40 $\pm$ 1,27 at	20,35 $\pm$ 0,62 bt
1.0	22,09 $\pm$ 1,80 ax	28,07 $\pm$ 0,29 bx	33,53 $\pm$ 0,20 cx
2.0	31,53 $\pm$ 1,28 ay	38,18 $\pm$ 1,51 aby	45,90 $\pm$ 2,99 by

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.5. *O. niloticus*'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	5,51 $\pm$ 0,75 as	4,59 $\pm$ 0,89 as	5,90 $\pm$ 0,77 as
0.5	11,20 $\pm$ 0,40 at	13,82 $\pm$ 0,49 bt	14,93 $\pm$ 0,45 bt
1.0	13,69 $\pm$ 0,42 ax	15,85 $\pm$ 0,46 abt	19,65 $\pm$ 1,51 bx
2.0	18,72 $\pm$ 0,69 ay	24,50 $\pm$ 0,40 bx	27,65 $\pm$ 1,40 by

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.6. *O. niloticus*'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	2,36 $\pm$ 0,15 as	2,16 $\pm$ 0,72 as	2,52 $\pm$ 0,22 as
0.5	3,10 $\pm$ 0,00 as	3,18 $\pm$ 0,30 as	4,34 $\pm$ 0,30 at
1.0	4,38 $\pm$ 0,37 at	5,63 $\pm$ 0,00 bt	6,04 $\pm$ 0,29 bx
2.0	7,92 $\pm$ 0,12 ax	10,09 $\pm$ 0,63 bx	12,02 $\pm$ 0,46 by

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.7. *C. gariepinus*'da Kromun Karaciğer Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	9,98 $\pm$ 0,00 as	9,09 $\pm$ 0,44 as	8,12 $\pm$ 0,97 as
0.5	22,09 $\pm$ 0,29 at	38,52 $\pm$ 1,37 bt	49,25 $\pm$ 3,10 ct
1.0	37,14 $\pm$ 0,54 ax	55,30 $\pm$ 0,97 bx	76,94 $\pm$ 1,75 cx
2.0	64,54 $\pm$ 0,48 ay	70,57 $\pm$ 1,97 by	85,40 $\pm$ 0,74 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.8. *C. gariepinus*'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	10,60 $\pm$ 0,59 as	10,99 $\pm$ 1,16 as	9,12 $\pm$ 1,89 as
0.5	22,26 $\pm$ 1,09 at	26,65 $\pm$ 0,67 abt	32,75 $\pm$ 2,17 bt
1.0	31,27 $\pm$ 2,08 ax	37,03 $\pm$ 0,95 ax	48,15 $\pm$ 0,58 bx
2.0	42,06 $\pm$ 1,48 ay	53,62 $\pm$ 2,45 by	62,06 $\pm$ 2,00 by

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.9. *C. gariepinus*'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	1,22 $\pm$ 0,24 as	1,10 $\pm$ 0,13 as	0,95 $\pm$ 0,20 as
0.5	6,66 $\pm$ 0,58 at	8,08 $\pm$ 0,00 abt	10,04 $\pm$ 0,71 bt
1.0	9,73 $\pm$ 0,38 ax	12,53 $\pm$ 1,44 ax	23,46 $\pm$ 0,28 bx
2.0	14,78 $\pm$ 0,85 ay	17,70 $\pm$ 0,55 by	26,62 $\pm$ 0,29 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

İncelenen omurgasız türü *C. sapidus*'un hepatopankreas, solungaç ve kas dokularındaki krom birikimine ait verilerin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri Çizelge 4.10-4.12'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.10. *C. sapidus*'da Kromun Hepatopankreas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	7,18 $\pm$ 0,61 as	7,47 $\pm$ 0,69 as	7,22 $\pm$ 0,84 as
0.5	12,39 $\pm$ 2,33 at	18,70 $\pm$ 0,54 bt	23,23 $\pm$ 0,24 bt
1.0	21,05 $\pm$ 0,00 ax	25,12 $\pm$ 0,12 abx	31,44 $\pm$ 3,00 bx
2.0	33,89 $\pm$ 0,00 ay	34,62 $\pm$ 0,40 ay	35,85 $\pm$ 0,58 ax

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.11. *C. sapidus*'da Kromun Solungaç Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	3,94 $\pm$ 0,11 as	4,00 $\pm$ 0,82 as	3,25 $\pm$ 0,00 as
0.5	11,67 $\pm$ 1,87 at	23,33 $\pm$ 0,35 bt	16,56 $\pm$ 0,12 at
1.0	32,15 $\pm$ 0,15 ax	32,28 $\pm$ 1,72 ax	34,52 $\pm$ 1,19 ax
2.0	55,84 $\pm$ 2,81 ay	48,59 $\pm$ 2,38 ay	43,94 $\pm$ 3,22 ay

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.12. *C. sapidus*'da Kromun Kas Dokusundaki Birikimi ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) Üzerine Ortam Derişimi ve Sürenin Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	0,52 $\pm$ 0,00 as	0,91 $\pm$ 0,00 as	0,87 $\pm$ 0,15 as
0.5	8,12 $\pm$ 0,48 at	9,92 $\pm$ 0,38 bt	10,57 $\pm$ 0,00 bt
1.0	13,33 $\pm$ 1,39 ax	18,75 $\pm$ 2,36 ax	22,17 $\pm$ 0,36 ax
2.0	23,31 $\pm$ 1,41 ay	24,60 $\pm$ 1,82 ax	25,93 $\pm$ 0,33 ay

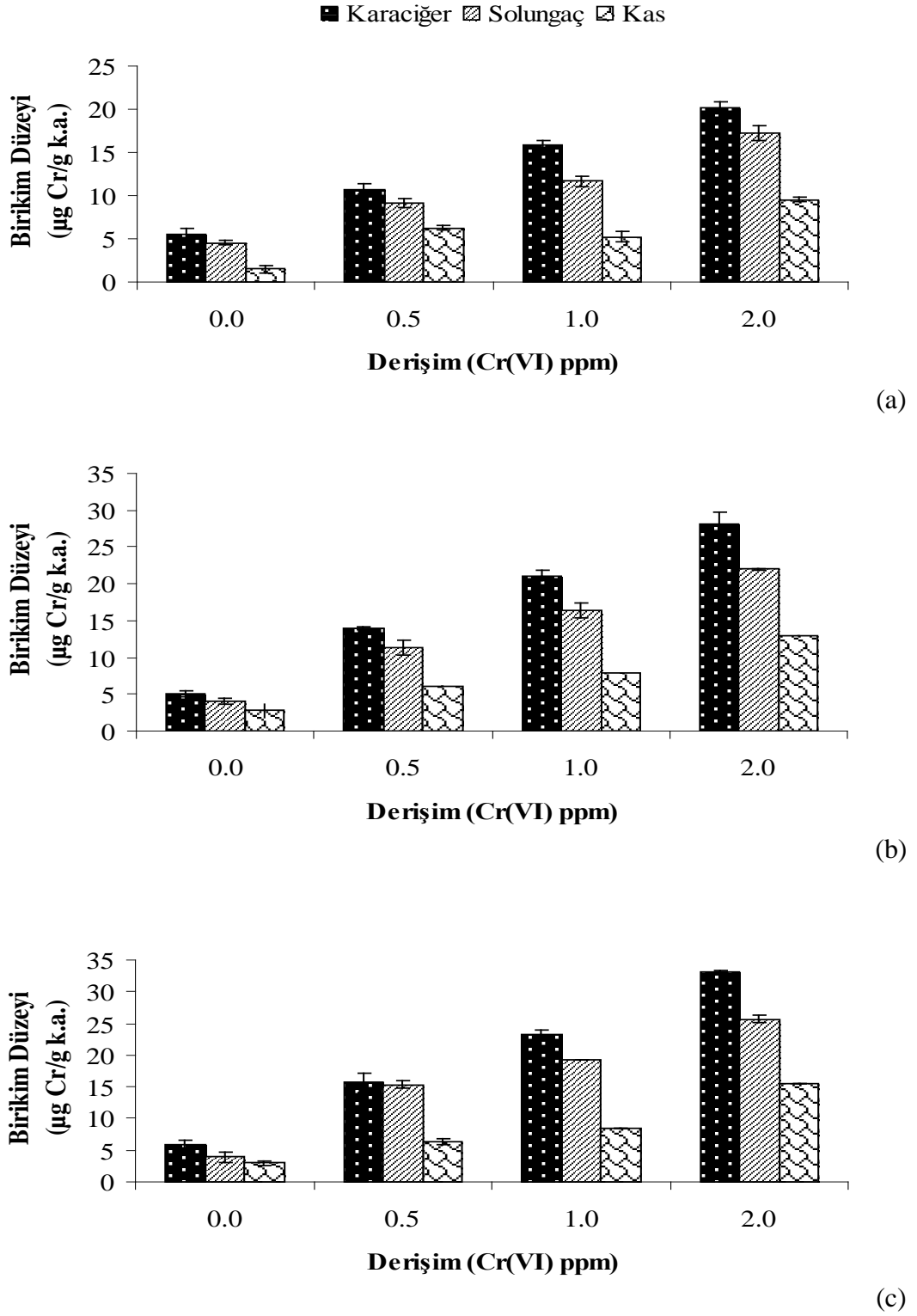
\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle etkisi *C. sapidus*'un hepatopankreas, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimini kontrole göre önemli düzeyde arttırmıştır ( $P < 0.05$ ) (Çizelge 4.10-4.12). Belirlenen tüm sürelerde incelenen dokulardaki metal birikimi metalin ortam derişimindeki artışa bağlı olarak istatistiksel bakımdan önemli düzeyde artmıştır ( $P < 0.05$ ).

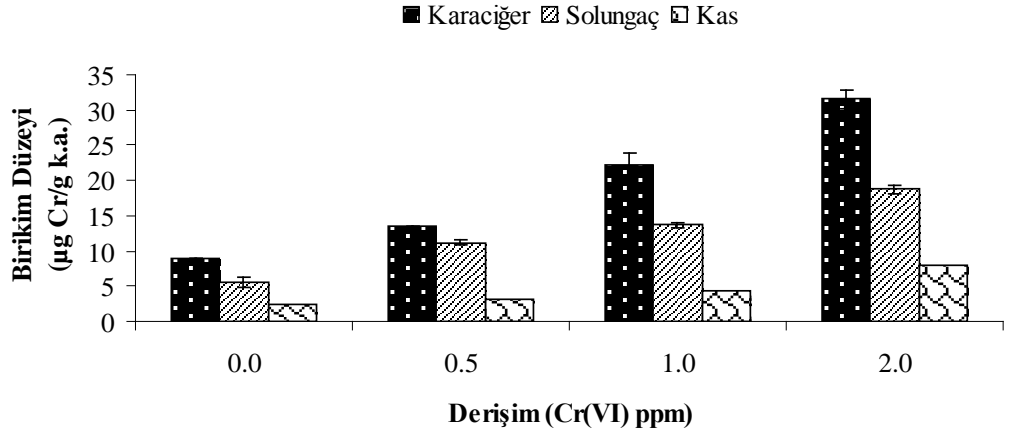
Hepatopankreas ve kas dokularında 0.5 ppm dışında kromun 1.0 ve 2.0 ppm'lik derişimlerinin etkisinde dokulardaki metal birikimi, belirlenen süreler arasında önemli bir fark göstermemiştir ( $P<0.05$ ). Hepatopankreas'da 0.5 ve 1.0 ppm, diğer dokularda denenen en düşük ortam derişiminin etkisinde deney süresi sonunda doku metal birikimi 7. güne oranla istatistiksel olarak önemli artış göstermiştir ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.10-4.12).

Araştırmada incelenen her bir balık türünde krom birikimi bakımından dokuların karşılaştırılması Şekil 4.1-4.3'de yapılmıştır. *C. carpio*, *O. niloticus* ve *C. gariepinus*'da kromun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde birikim en yüksek karaciğer dokusunda olurken, en düşük kas dokusunda bulunmuştur (Şekil 4.1-4.3).

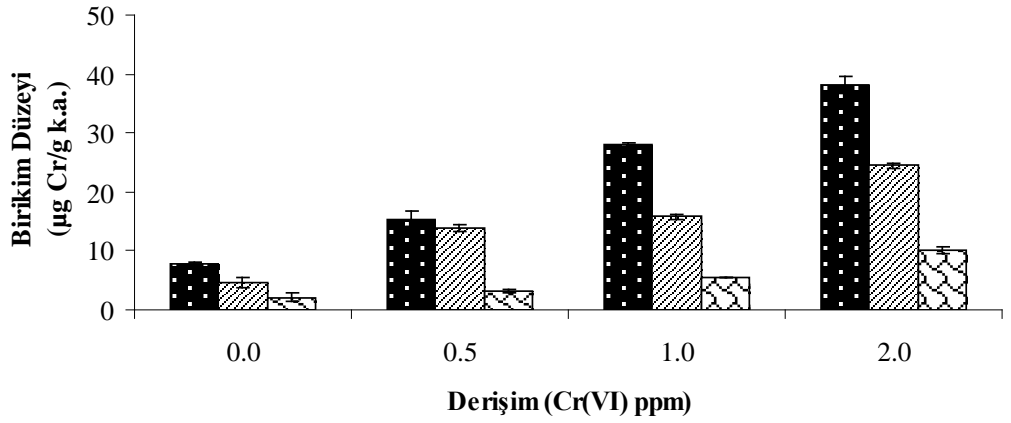


Şekil 4.1. Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde *C. carpio*'nun Karaciğer Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri (µg Cr/g k.a.).

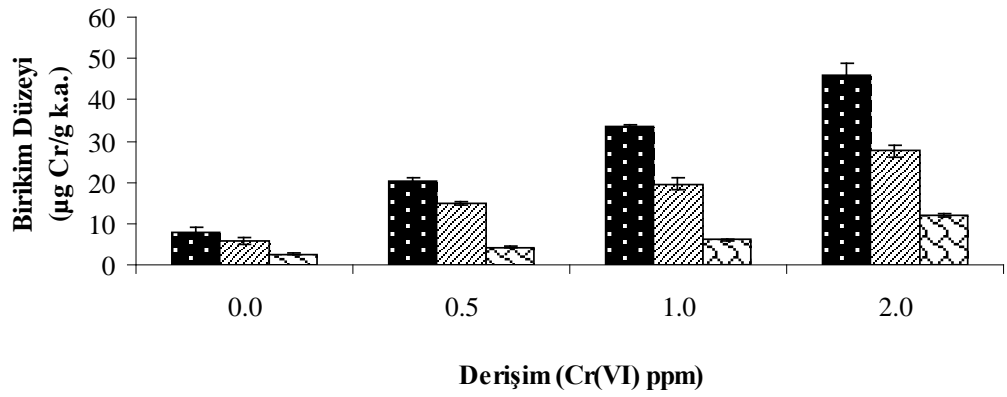




(a)

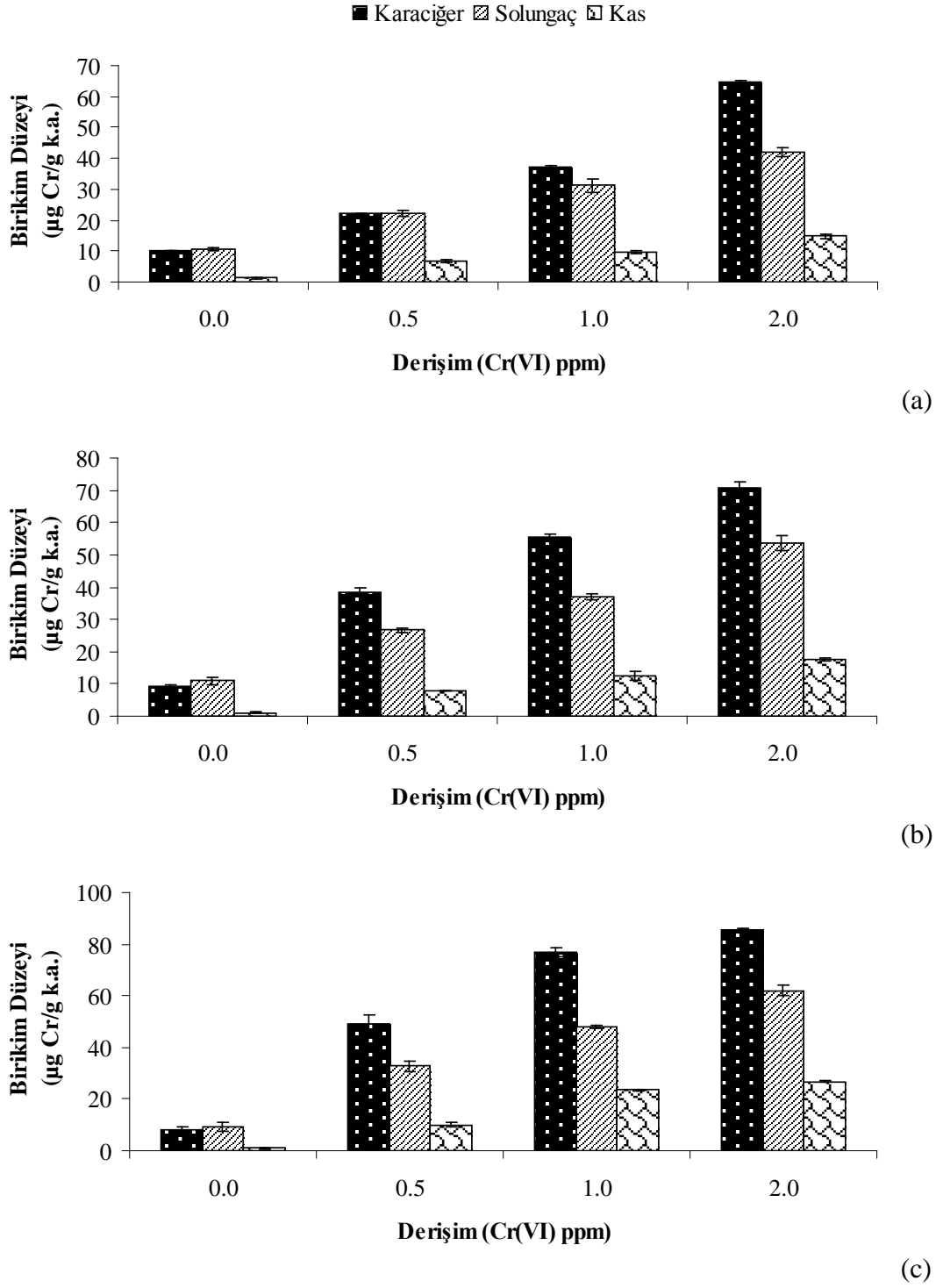


(b)



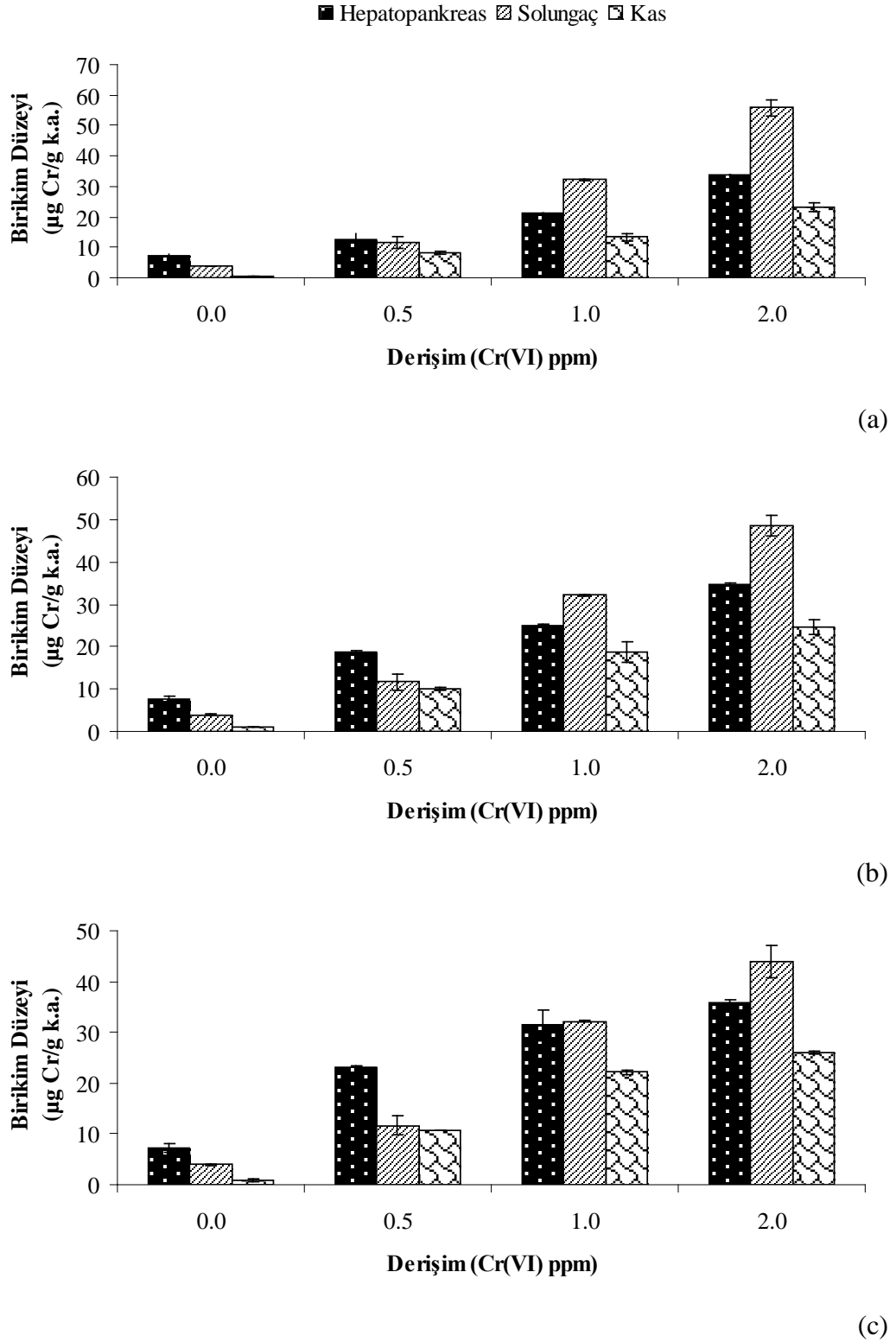
(c)

Şekil 4.2. Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde *O. niloticus*'un Karaciğer Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).



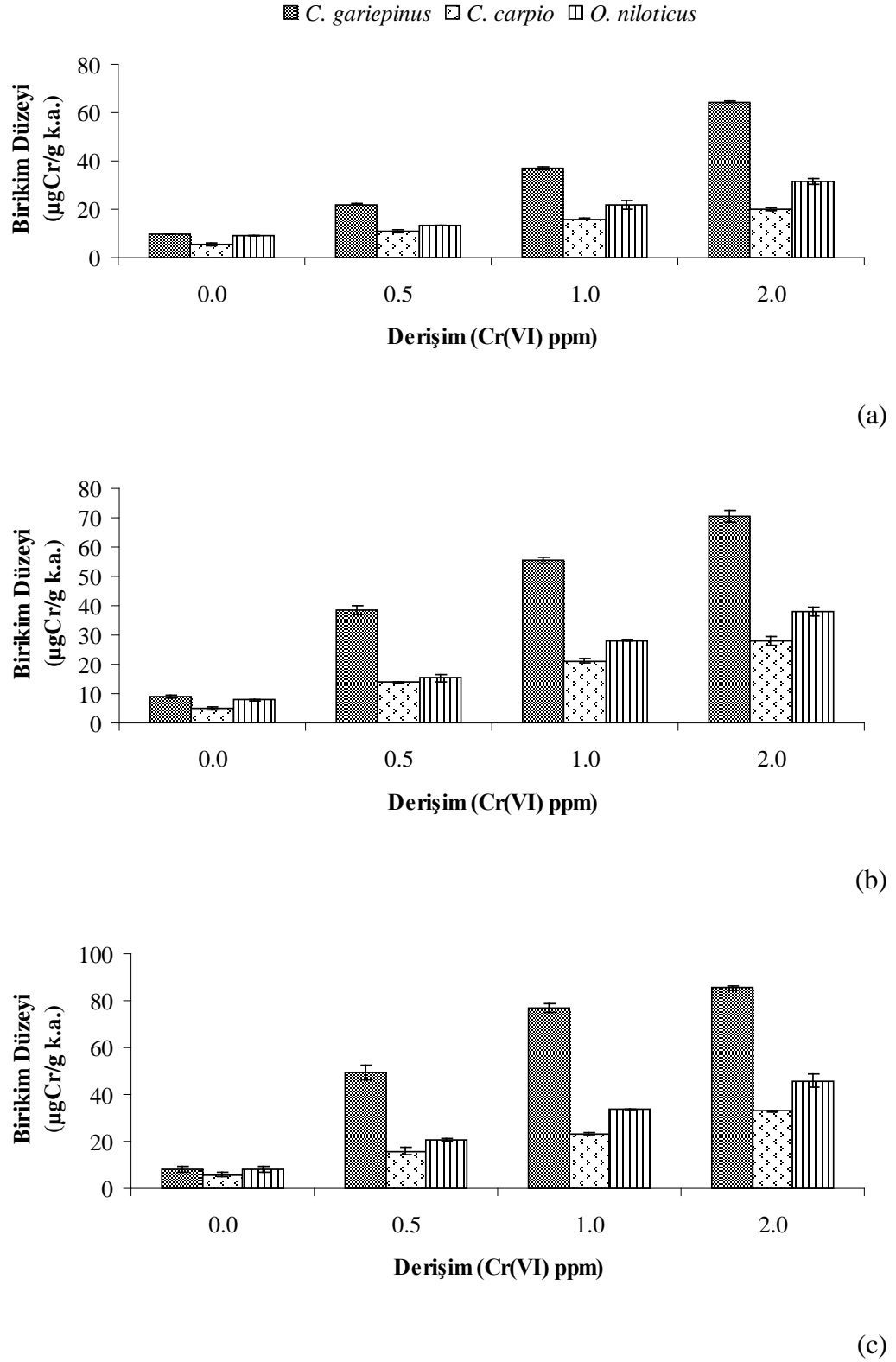
Şekil 4.3. Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde *C. gariepinus*'un Karaciğer Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri (µg Cr/g k.a.).

Kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm ortam derişimlerinin etkisinde 7, 15 ve 30 gün sürelerle bırakılan *C. sapidus*'da metal birikimi bakımından dokular Şekil 4.4'de karşılaştırılmıştır. İncelenen ortam derişimlerinin etkisinde 7 ve 15. günlerde en fazla krom birikimi hepatopankreasda olurken, deney süresi sonunda 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin etkisinde solungaç dokusunda olduğu, bunu hepatopankreas ve kas dokusunun izlediği belirlenmiştir (Şekil 4.4).

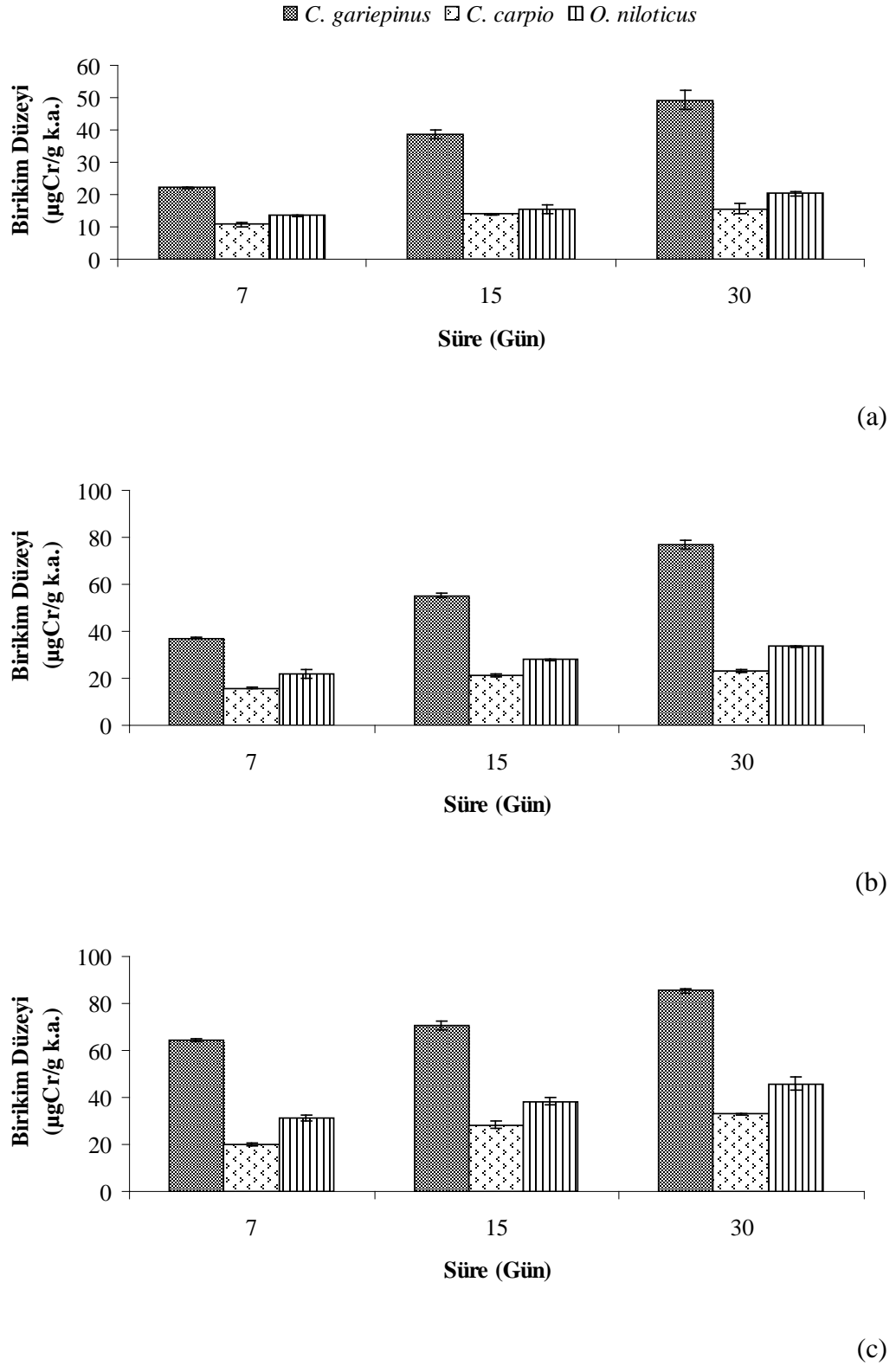


Şekil 4.4. Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde *C. sapidus*'un Hepatopankreas, Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikim Düzeyleri (µg Cr/g k.a.).

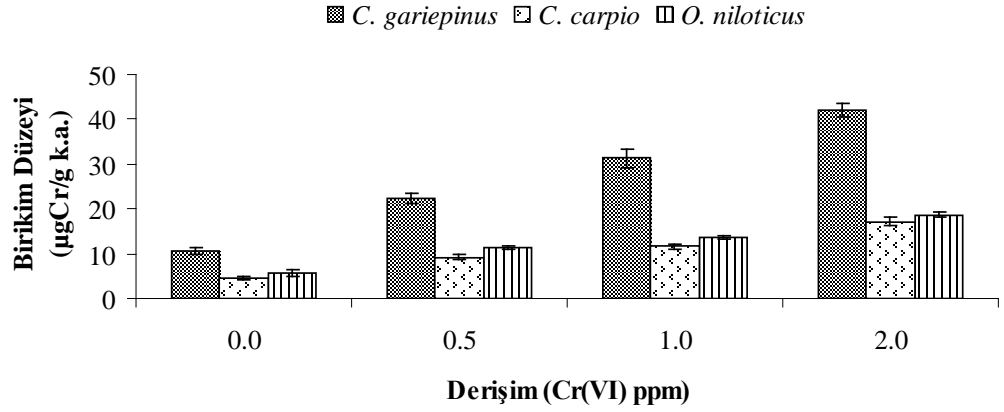
Belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde dokulardaki metal birikimi bakımından incelenen balık türleri Şekil 4.5-4.10'da karşılaştırılmıştır. Belirli bir süre ve kromun belirli bir ortam derişiminde karaciğer ve solungaç dokularındaki krom birikimi en fazla *C. gariepinus*'da olurken bunu *O. niloticus* ve *C. carpio*'nun izlediği belirlenmiştir (Şekil 4.5-4.9). Kas dokusundaki metal birikimi bakımından türler karşılaştırıldığında en fazla birikimin yine *C. gariepinus*'da, karaciğer ve solungaçdan farklı olarak en az birikimin *O. niloticus*'da olduğu saptanmıştır (Şekil 4.9-4.10).



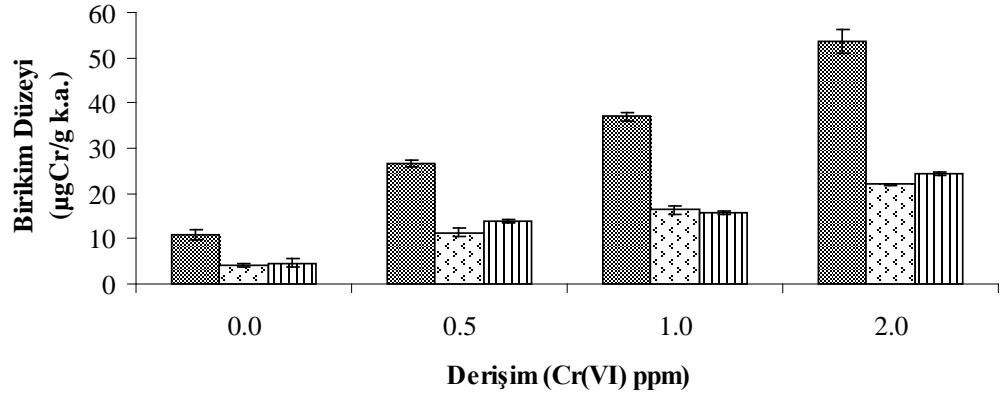
Şekil 4.5. Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde *C. gariepinus*, *C. carpio* ve *O. niloticus*'un Karaciğer Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg Cr/g k.a.).



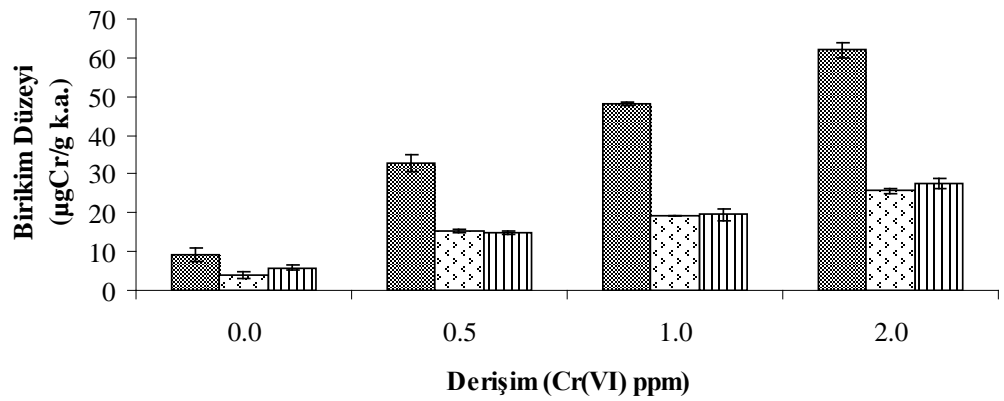
Şekil 4.6. Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde *C. gariepinus*, *C. carpio* ve *O. niloticus*'un Karaciğer Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg Cr/g k.a.).



(a)

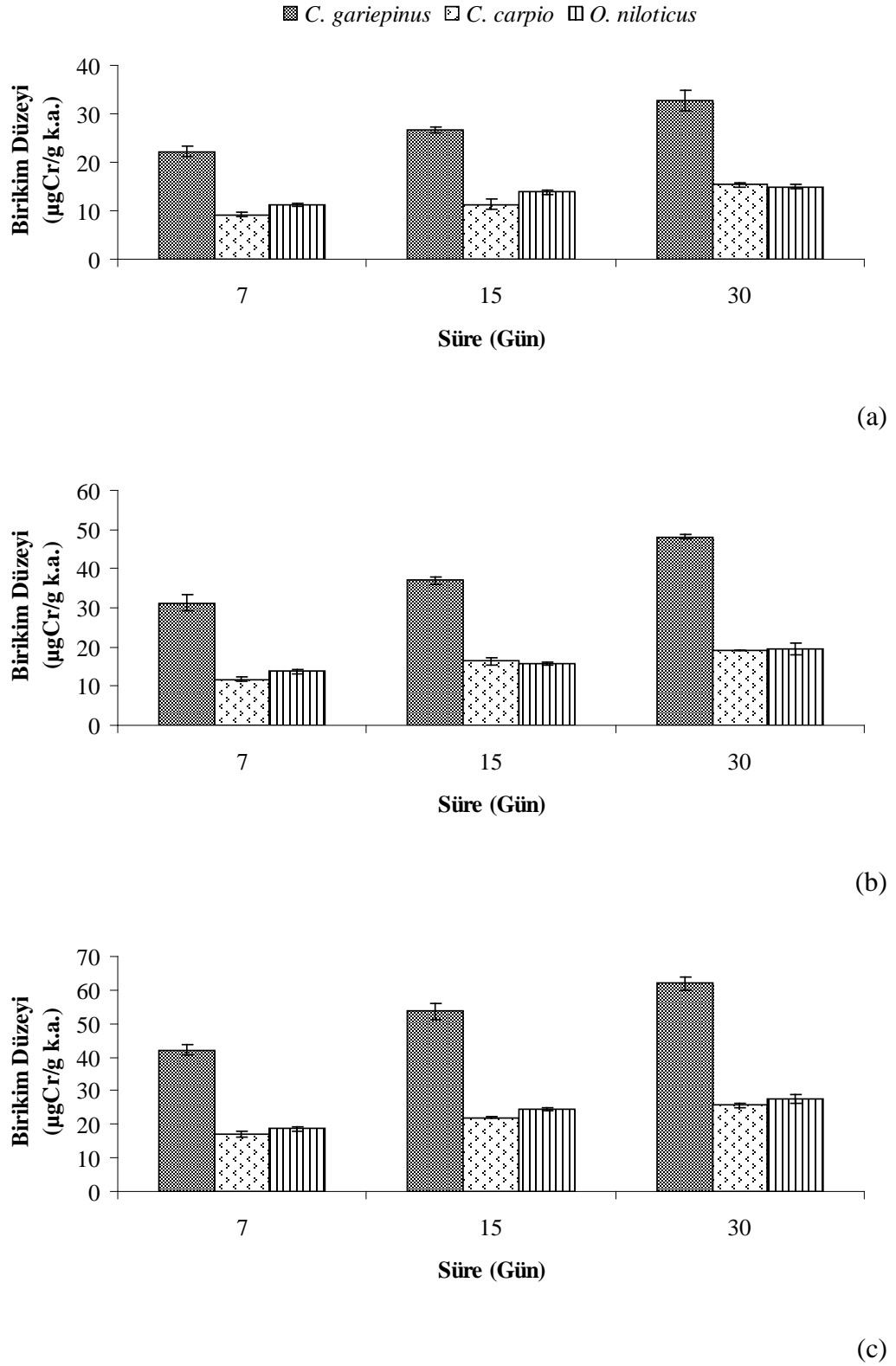


(b)

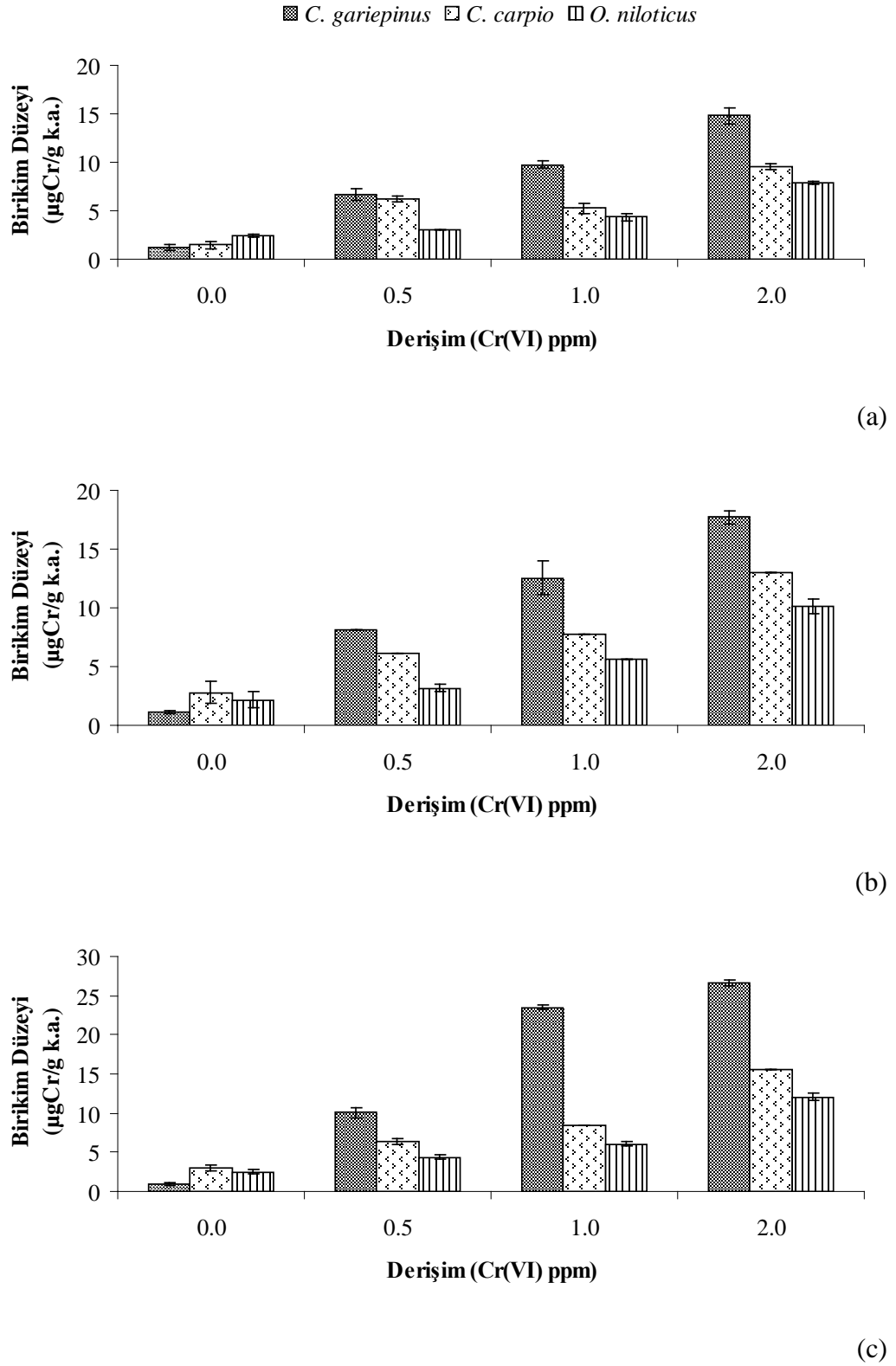


(c)

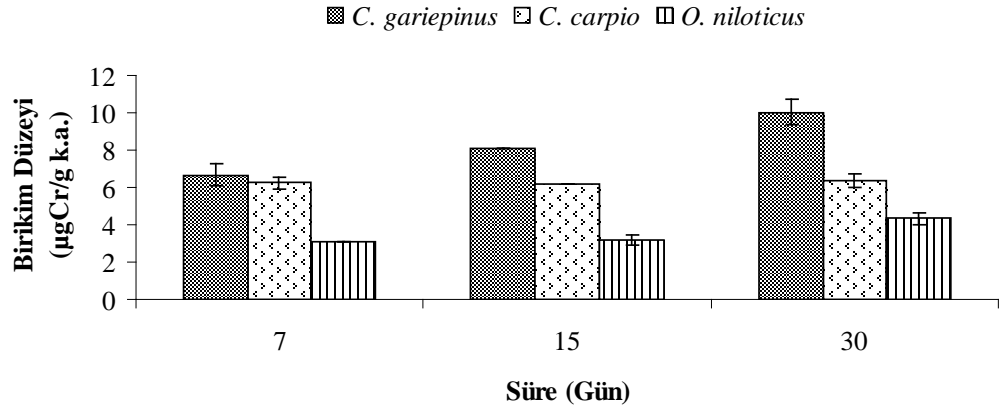




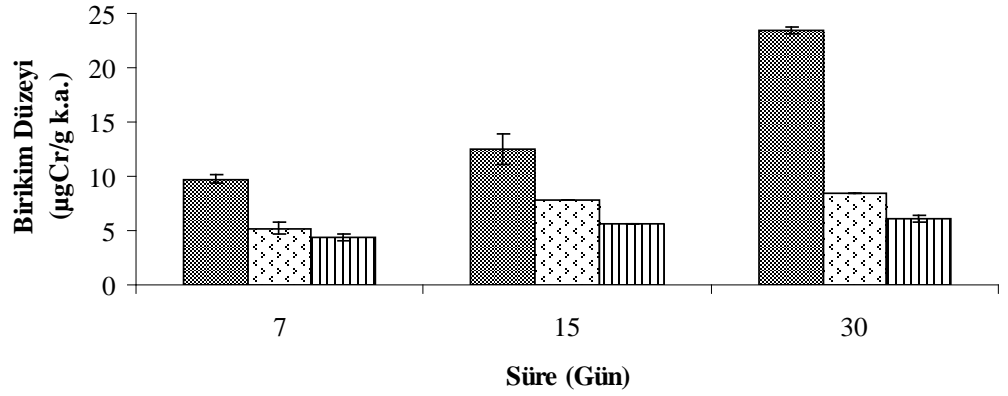
Şekil 4.8. Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde *C. gariepinus*, *C. carpio* ve *O. niloticus*'un Solungaç Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg Cr/g k.a.).



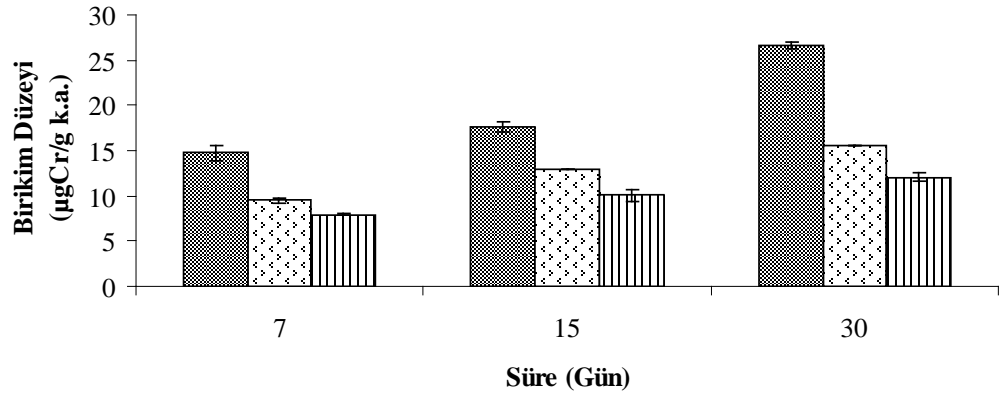
Şekil 4.9. Kromun İncelenen Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde *C. gariepinus*, *C. carpio* ve *O. niloticus*'un Kas Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ).



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.10. Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde *C. gariepinus*, *C. carpio* ve *O. niloticus*'un Kas Dokularında Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması (µg Cr/g k.a.).

Kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin etkisinde 7, 15 ve 30 gün sürelerle bırakılan üç farklı balık türünün karaciğer ve kas dokularındaki total protein düzeylerine ait verilerin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri Çizelge 4.13-4.18'da sunulmuştur.

*C. carpio*'da belirli bir sürede kromun 0.5 ppm'lik derişiminin 15 ve 30 gün sürelerle etkisi dışında metalin ortam derişimindeki artış karaciğer total protein düzeyini kontrole oranla istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azaltırken ( $P<0.05$ ), belirli bir ortam derişiminin etkisinde deney süresi sonunda 7. güne oranla arttırmıştır (Çizelge 4.13). Bu artış belirlenen ortam derişimlerinin etkisinde sırasıyla %67.72, %139.28 ve %24.85 oranında olmuştur.

*O. niloticus* ve *C. gariepinus*'da belirli bir sürede metalin ortam derişimindeki artış, karaciğer total protein düzeyini kontrole oranla istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azaltmıştır ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.15). Bu azalma *C. gariepinus*'da lineer bir durum gösterirken, *O. niloticus*'da 15. günde denenen yüksek derişimlerin etkisinde, 30. günde ise tüm ortam derişimlerinin etkisinde durağan bir durum almıştır (Çizelge 4.15, 4.17).

Kromun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisi incelenen üç türün de kas dokusu total protein düzeyini kontrole göre istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azaltmıştır ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.14, 4.16, 4.18). Bu azalma *C. carpio* ve *O. niloticus*'da 7. ve 15. günlerde ortam derişimindeki artışa paralellik gösterirken, 30. günde derişimler arasında önemli bir ayırım saptanmamıştır ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.14, 4.16). *C. gariepinus*'un kas dokusu total protein düzeyindeki değişimler belirlenen tüm sürelerde incelenen yüksek derişimlerin etkisinde farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.18).

Kromun belirli bir ortam derişiminin etkisi, deney süresi sonunda 7. güne oranla *C. carpio*'nun karaciğer total protein düzeyini attırırken, *O. niloticus* ve *C. gariepinus*'da azaltmıştır (Çizelge 4.13, 4.15, 4.16). Üç türün kas dokusu total

protein düzeyi ise belirli bir ortam derişiminin etkisinde deney süresi sonunda 7. güne oranla istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azalmıştır ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.14, 4.16, 4.18).

Çizelge 4.13. *C. carpio*'da Karaciğer Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	126,96 $\pm$ 2,47 as	125,68 $\pm$ 1,14 as	125,16 $\pm$ 3,73 as
0.5	94,99 $\pm$ 3,07 at	135,09 $\pm$ 0,59 bs	167,86 $\pm$ 5,90 ct
1.0	48,63 $\pm$ 3,92 ax	40,26 $\pm$ 4,54 at	116,36 $\pm$ 2,06 bs
2.0	79,06 $\pm$ 1,50 ay	112,68 $\pm$ 4,56 bx	98,70 $\pm$ 0,45 cx

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P<0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.14. *C. carpio*'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	25,49 $\pm$ 0,23 as	25,50 $\pm$ 0,43 as	25,82 $\pm$ 0,00 as
0.5	19,75 $\pm$ 0,90 at	23,20 $\pm$ 0,31 at	13,40 $\pm$ 1,47 bt
1.0	16,09 $\pm$ 0,58 ax	12,62 $\pm$ 0,14 ax	11,74 $\pm$ 1,46 at
2.0	12,93 $\pm$ 0,38 ay	19,58 $\pm$ 0,78 by	8,49 $\pm$ 0,24 ct

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P<0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata

Çizelge 4.15. *O. niloticus*'da Karaciğer Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	106,90 ± 1,31 as	104,56 ± 0,80 as	104,22 ± 1,38 as
0.5	77,16 ± 0,49 at	35,10 ± 0,63 bt	11,56 ± 0,16 ct
1.0	64,49 ± 3,82 ax	14,05 ± 1,22 bx	10,58 ± 0,00 bt
2.0	94,17 ± 2,86 ay	13,68 ± 0,69 bx	14,03 ± 0,47 bt

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.16. *O. niloticus*'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	31,42 ± 0,29 as	30,52 ± 0,18 as	30,74 ± 0,19 as
0.5	25,27 ± 1,12 at	20,60 ± 0,43 bt	11,63 ± 0,00 ct
1.0	21,90 ± 0,16 ax	15,57 ± 1,20 bx	11,20 ± 0,00 ct
2.0	16,93 ± 1,14 ay	12,25 ± 0,74 by	10,71 ± 0,00 bt

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.17. *C. gariepinus*'da Karaciğer Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	130,57 ± 0,27 as	131,38 ± 1,15 as	131,73 ± 1,14 as
0.5	97,95 ± 1,28 at	61,70 ± 0,00 bt	35,34 ± 2,13 ct
1.0	83,15 ± 0,86 ax	38,81 ± 0,33 bx	44,89 ± 0,40 cx
2.0	28,84 ± 0,46 ay	25,09 ± 0,00 by	23,35 ± 0,14 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.18. *C. gariepinus*'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	22,56 ± 0,00 as	23,35 ± 0,62 as	23,59 ± 1,21 as
0.5	19,29 ± 0,55 at	19,82 ± 0,35 at	16,54 ± 0,17 bt
1.0	16,11 ± 0,25 ax	14,72 ± 1,06 ax	13,89 ± 0,26 atx
2.0	15,83 ± 0,00 ax	19,46 ± 0,15 bt	12,35 ± 0,55 cx

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t ve x harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle *C. sapidus*'un hepatopankreas ve kas dokularındaki total protein düzeyleri üzerine etkilerine ait verilerin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri Çizelge 4.19-4.20'de sunulmuştur.

*C. sapidus*'da kromun belirlenen ortam derişimlerinin 15 ve 30 gün sürelerle etkisi gerek hepatopankreas gerekse kas dokularındaki total protein düzeyini kontrole göre azaltmış ve bu azalma ortam derişimindeki artışa paralellik göstermiştir (Çizelge 4.19, 4.20). İncelenen dokuların total protein düzeylerinde gözlenen düşme aynı zamanda belirli bir ortam derişiminde etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak da istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ) (Çizelge 4.19, 4.20).

Çizelge 4.19. *C. sapidus*'da Hepatopankreas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	9,16 $\pm$ 0,65 as	7,80 $\pm$ 0,70 as	9,65 $\pm$ 0,21 as
0.5	7,12 $\pm$ 0,00 ast	5,47 $\pm$ 0,39 bt	4,66 $\pm$ 0,19 bt
1.0	5,01 $\pm$ 0,67 atx	3,90 $\pm$ 0,00 atx	3,06 $\pm$ 0,22 ax
2.0	3,99 $\pm$ 0,59 ax	2,72 $\pm$ 0,23 abx	1,00 $\pm$ 0,21 by

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P<0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama  $\pm$  Standart Hata



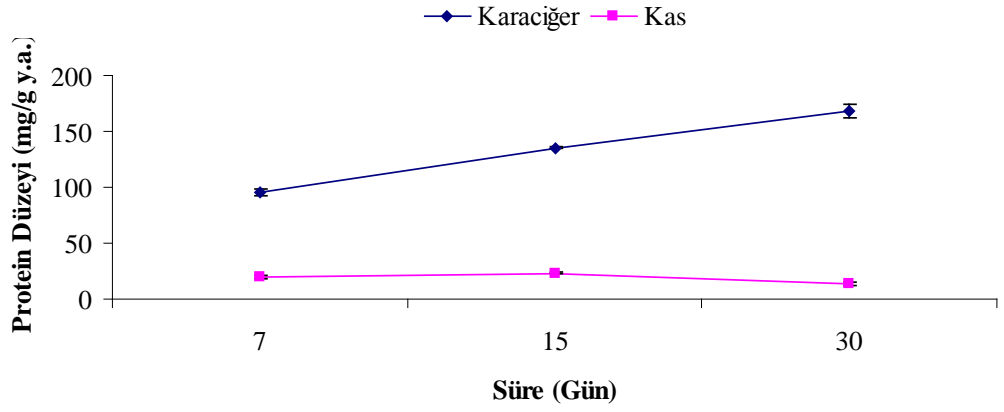
Çizelge 4.20. *C. sapidus*'da Kas Dokusundaki Protein Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	4,66 ± 0,65 as	4,10 ± 0,00 as	4,41 ± 0,11 as
0.5	4,49 ± 0,69 as	3,65 ± 0,17 abt	2,26 ± 0,22 bt
1.0	3,87 ± 0,00 as	2,33 ± 0,00 bx	1,65 ± 0,00 cx
2.0	2,65 ± 0,21 at	1,24 ± 0,00 by	0,50 ± 0,00 cy

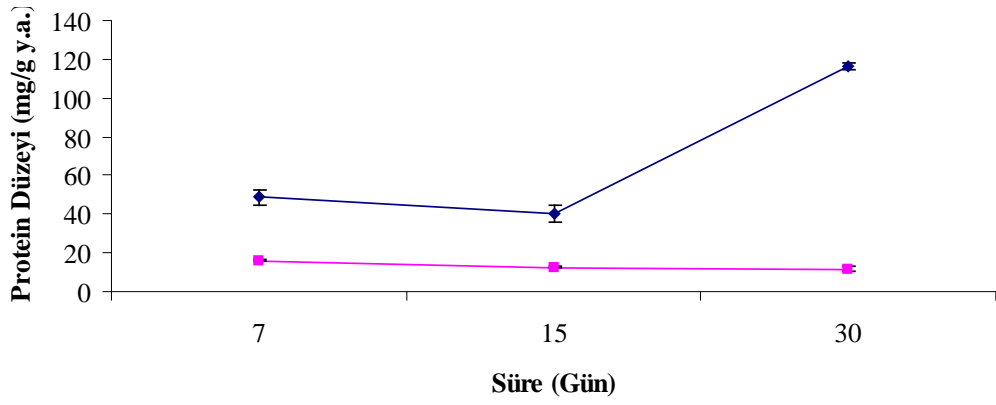
\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

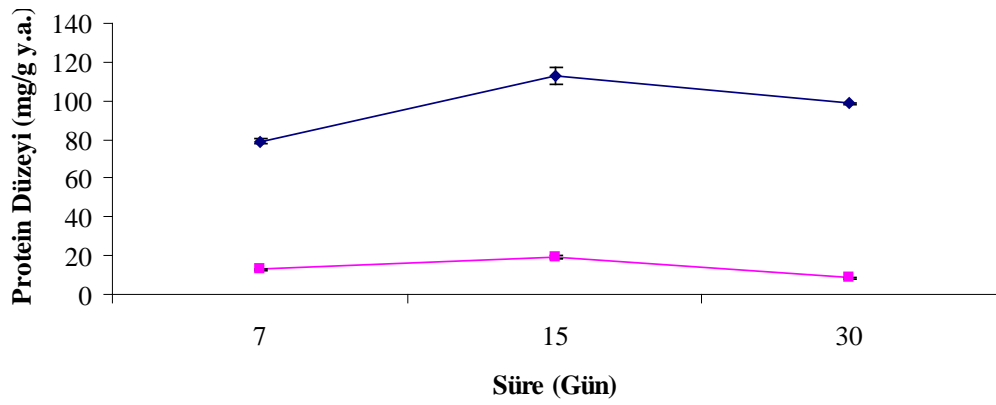
Kromun belirli bir ortam derişiminin belirlenen sürelerde incelenen balık türlerinin karaciğer ve kas dokusu total protein düzeyleri üzerine etkileri Şekil 4.11-4.13'de karşılaştırılmıştır. Karaciğer ve kas dokusu total protein düzeyleri *C. carpio* dışındaki türlerde etki süresinin uzamasıyla azalırken, *C. carpio*'da 7. güne oranla artmıştır.



(a)

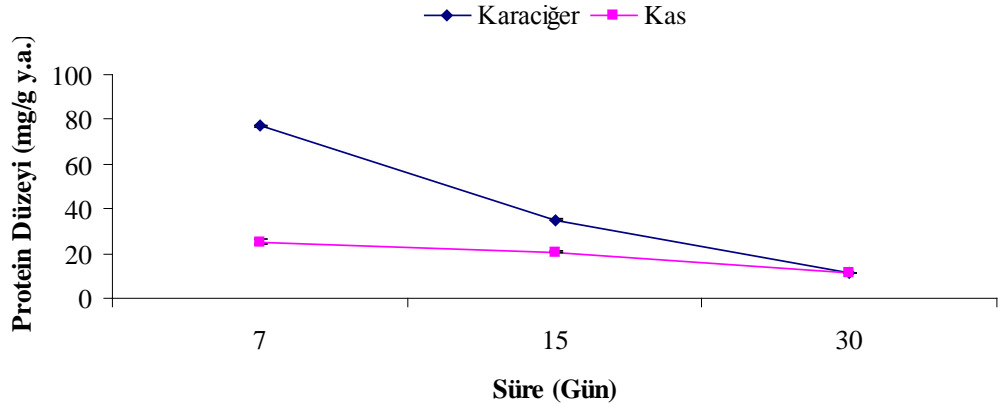


(b)

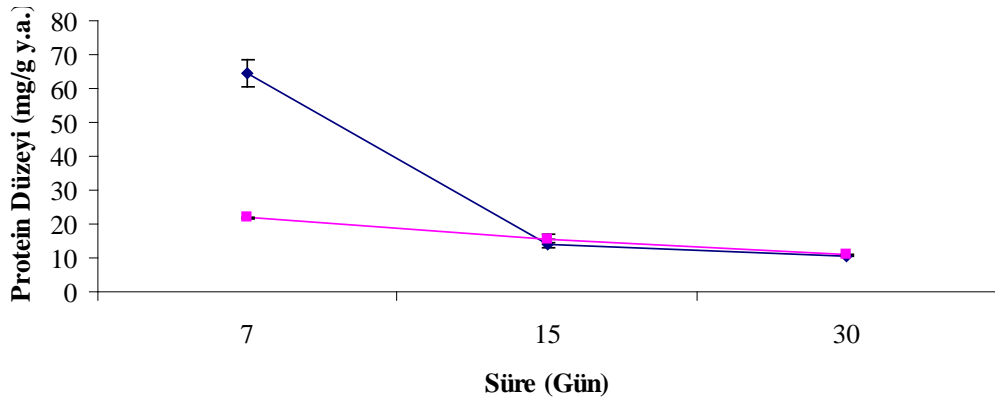


(c)

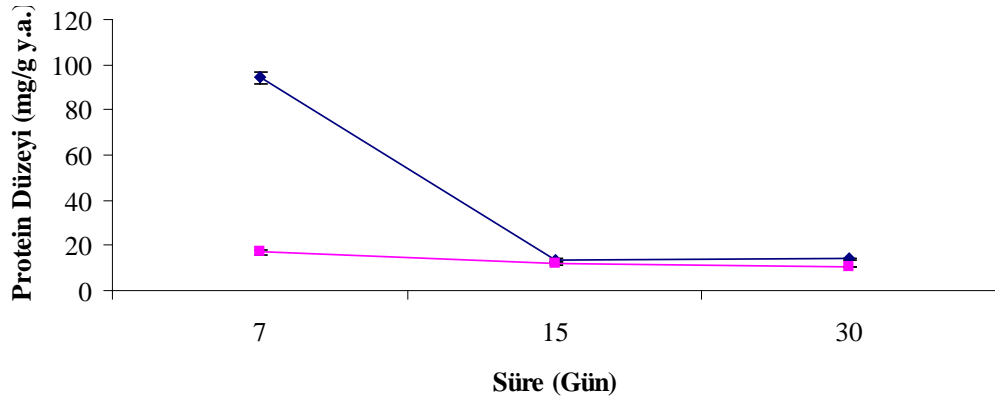
Şekil 4.11. *C. carpio*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

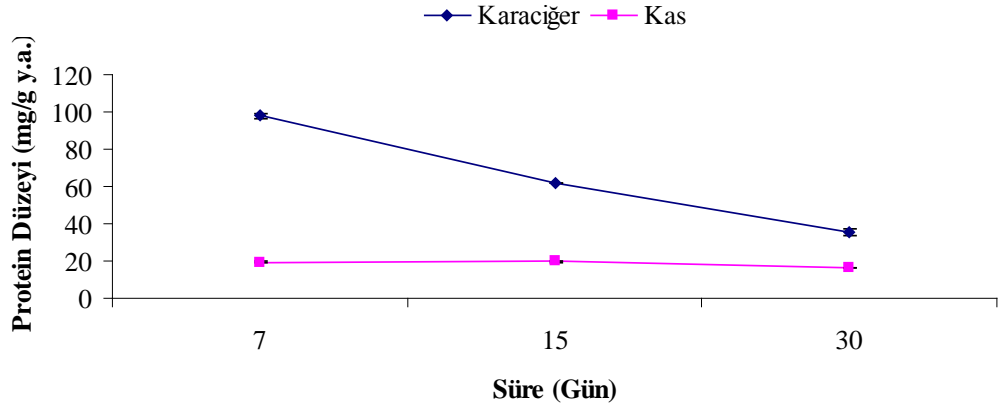


(b)

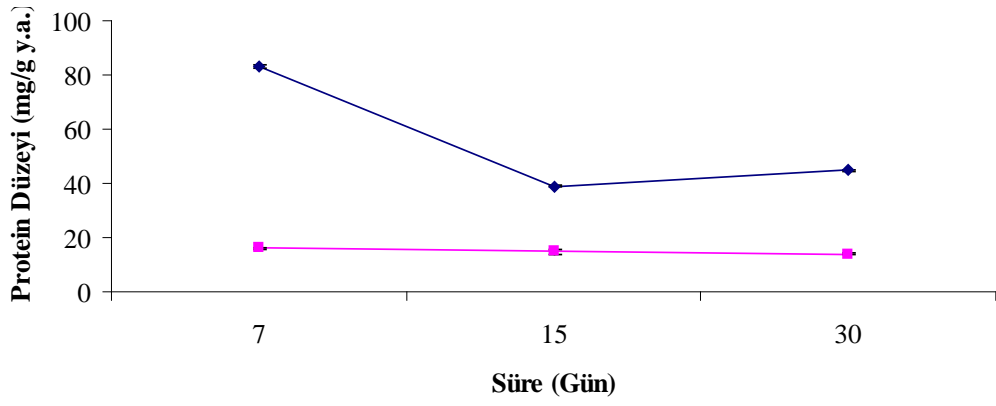


(c)

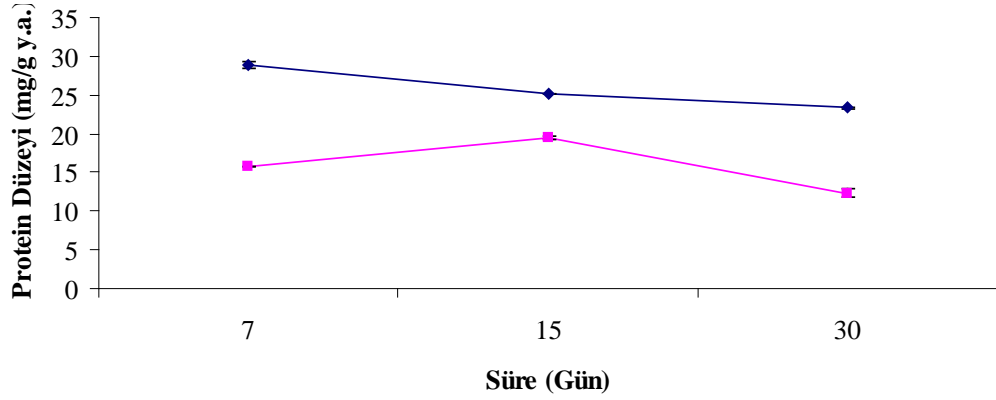
Şekil 4.12. *O. niloticus*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)



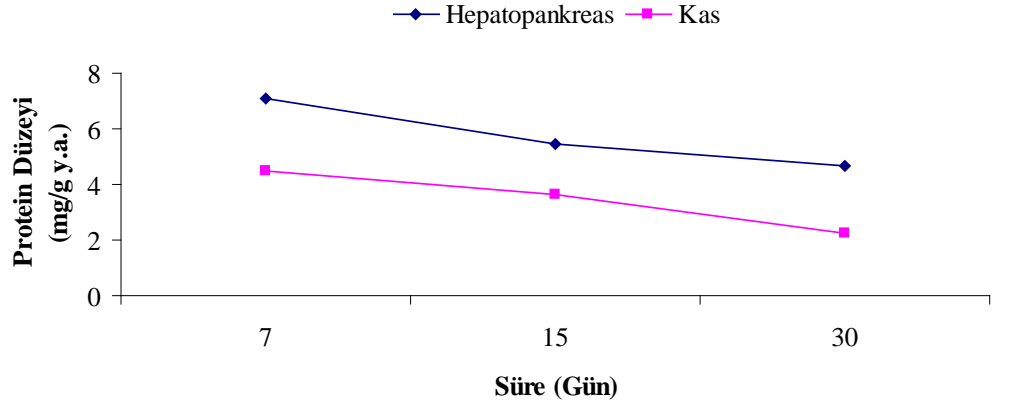
(b)



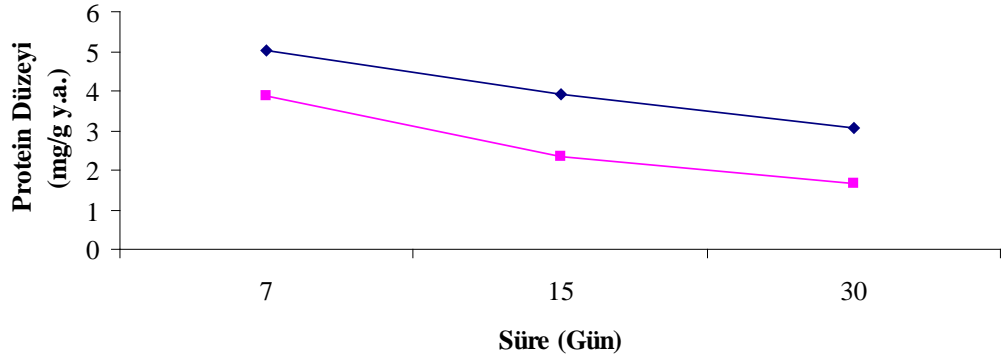
(c)

Şekil 4.13. *C. gariepinus*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).

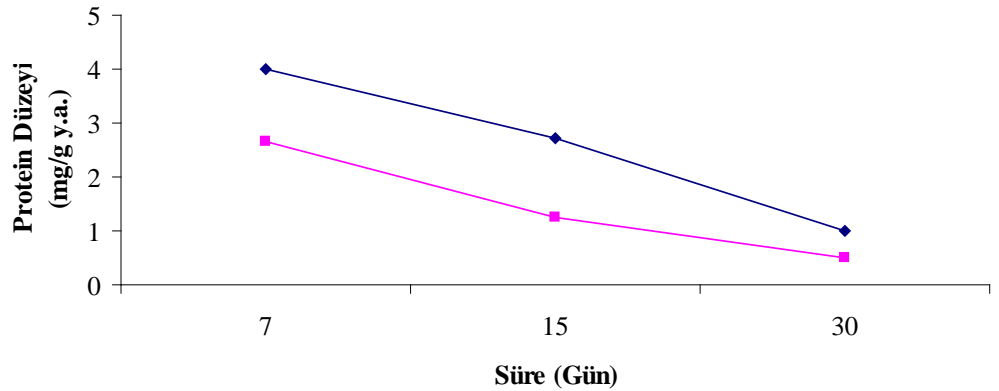
*C. sapidus*'da krom etkisi hepatopankreas ve kas dokusu total protein düzeylerini etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak azaltmıştır (Şekil 4.14).



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.14. *C. sapidus*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde Hepatopankreas ve Kas

### Dokularındaki Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).

Kromun 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle *C. carpio*, *O. niloticus* ve *C. gariepinus*'un karaciğer ve kas dokularındaki total glikojen derişimleri üzerine etkisine ait verilerin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri Çizelge 4.21-4.26'de belirtilmiştir.

İncelenen üç farklı balık türünün karaciğer ve kas dokusu total glikojen derişimi metalin ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak istatistiksel bakımdan önemli düzeyde azalmıştır (Çizelge 4.21-4.26).

Çizelge 4.21. *C. carpio*'da Karaciğer Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	121,45 ± 1,48 as	120,95 ± 1,89 as	121,14 ± 0,47 as
0.5	82,96 ± 1,36 at	47,11 ± 0,18 bt	24,69 ± 0,67 ct
1.0	46,28 ± 1,89 ax	29,31 ± 0,63 bx	14,71 ± 0,17 cx
2.0	31,98 ± 0,33 ay	25,76 ± 0,22 bx	12,51 ± 0,13 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.22. *C. carpio*'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	11,72 ± 0,37 as	11,95 ± 0,64 as	12,32 ± 0,63 as
0.5	10,62 ± 0,00 at	9,31 ± 0,17 at	8,18 ± 0,70 at
1.0	9,51 ± 0,18 ax	7,62 ± 0,27 bx	6,43 ± 0,23 ct
2.0	8,25 ± 0,00 ay	5,53 ± 0,00 by	3,24 ± 0,13 cx

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.23. *O. niloticus*'da Karaciğer Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	121,84 ± 0,42 as	120,89 ± 1,78 as	121,63 ± 0,31 as
0.5	96,66 ± 1,48 at	55,15 ± 0,00 bt	22,62 ± 0,68 ct
1.0	58,26 ± 0,17 ax	38,11 ± 0,76 bx	13,23 ± 0,90 cx
2.0	25,81 ± 0,78 ay	19,36 ± 0,11 by	5,35 ± 0,00 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.24. *O. niloticus*'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	11,63 ± 0,86 as	12,18 ± 1,74 as	12,31 ± 0,00 as
0.5	8,61 ± 0,32 at	7,57 ± 0,27 at	5,77 ± 0,13 bt
1.0	7,63 ± 0,21 at	6,27 ± 0,14 bt	2,47 ± 0,37 cx
2.0	6,27 ± 0,15 at	3,36 ± 0,27 bt	1,47 ± 0,26 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Çizelge 4.25. *C. gariepinus*'da Karaciğer Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	84,02 ± 1,22 as	83,86 ± 2,63 as	83,21 ± 2,51 as
0.5	77,23 ± 1,11 at	58,05 ± 0,33 bt	24,12 ± 0,82 ct
1.0	67,38 ± 1,17 ax	39,38 ± 0,48 bx	16,65 ± 1,07 cx
2.0	45,26 ± 1,24 ay	30,08 ± 0,67 by	9,72 ± 0,84 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata



Çizelge 4.26. *C. gariepinus*'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{x}$ *
0.0	5,66 ± 0,20 as	5,54 ± 0,21 as	5,31 ± 1,06 as
0.5	4,51 ± 1,13 at	3,15 ± 0,00 bt	2,82 ± 0,00 bt
1.0	3,31 ± 0,26 ax	3,10 ± 0,00 at	1,48 ± 0,12 bt
2.0	2,17 ± 0,00 ay	1,88 ± 0,00 ax	0,78 ± 0,12 bt

\*SNK; a ve b harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında  $P < 0.05$  düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{x}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

Krom etkisinde *C. sapidus*'un hepatopankreas ve kas dokularındaki glikojen düzeylerindeki değişimlere ait verilerin aritmetik ortalamaları ile istatistik analizleri Çizelge 4.27, 4.28'de sunulmuştur.

*C. sapidus*'un hepatopankreas ve kas dokularında da metal etkisinin glikojen düzeylerini ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağli olarak azalattığı saptanmıştır (Çizelge 4.27, 4.28).

Çizelge 4.27. *C. sapidus*'da Hepatopankreas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	51,35 ± 0,00 as	50,95 ± 0,20 as	51,06 ± 0,95 as
0.5	41,24 ± 0,18 at	27,47 ± 1,36 bt	17,66 ± 0,53 ct
1.0	33,68 ± 3,27 ax	20,13 ± 0,00 bx	14,17 ± 0,78 bx
2.0	20,35 ± 0,00 ay	15,12 ± 1,07 by	10,31 ± 0,17 cy

\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

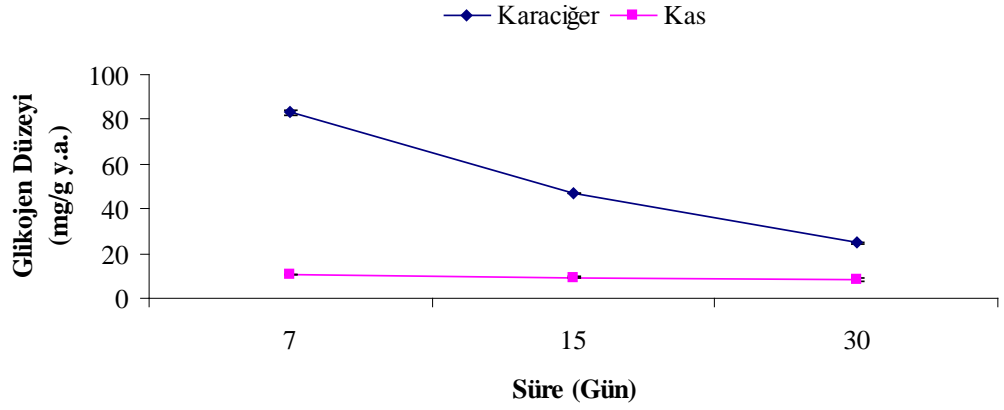
Çizelge 4.28. *C. sapidus*'da Kas Dokusundaki Glikojen Düzeyi (mg/g y.a.) Üzerine Krom Ortam Derişimlerinin Süreye Bağlı Etkileri.

Derişim (Cr(VI) ppm)	Süre (Gün)		
	7	15	30
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *	$\bar{X} \pm S\bar{X}$ *
0.0	14,16 ± 0,00 as	14,76 ± 0,22 as	14,81 ± 0,14 as
0.5	14,55 ± 0,24 as	13,37 ± 0,23 at	11,06 ± 0,61 bt
1.0	13,28 ± 0,67 as	12,51 ± 0,30 at	9,65 ± 0,40 bx
2.0	11,19 ± 0,35 at	9,24 ± 0,13 bx	7,52 ± 0,25 cy

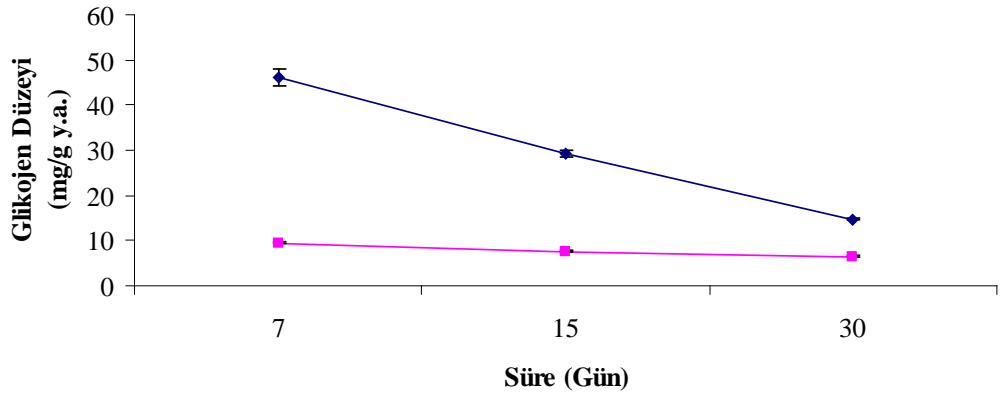
\*SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri ise derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayırım vardır.

$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik Ortalama ± Standart Hata

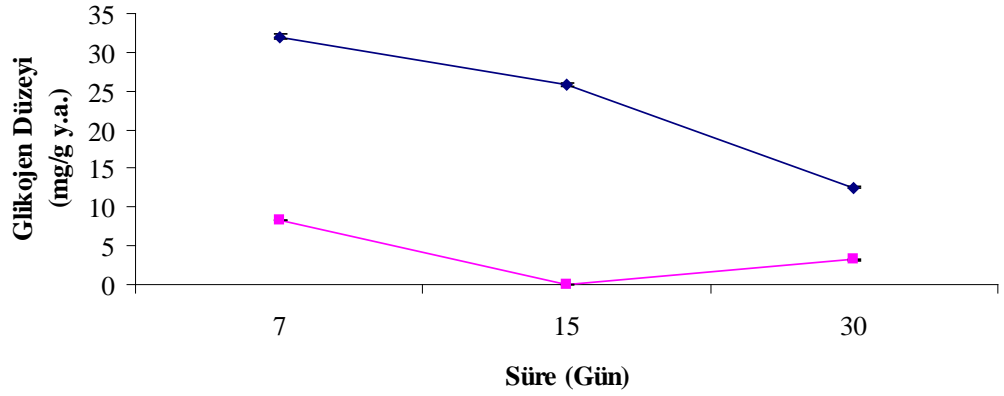
Kromun belirli bir ortam derişiminin balıkların karaciğer ve kas dokusu ile *C. sapidus*'un hepatopankreas ve kas dokusu total glikojen düzeyleri üzerine süreye bağlı etkileri Şekil 4.15-4.18'de gösterilmiştir. Metalin tüm ortam derişimlerinin etkisi belirlenen türlerin incelenen dokularındaki total glikojen düzeyini süreye bağlı olarak azaltmıştır.



(a)

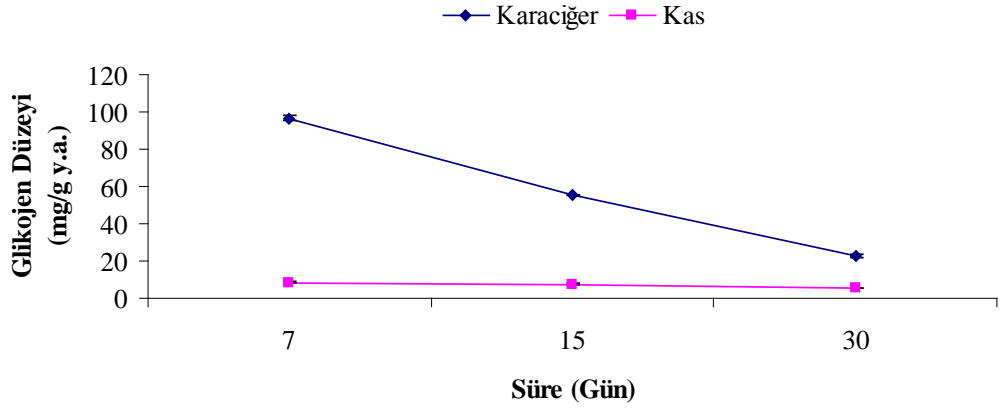


(b)

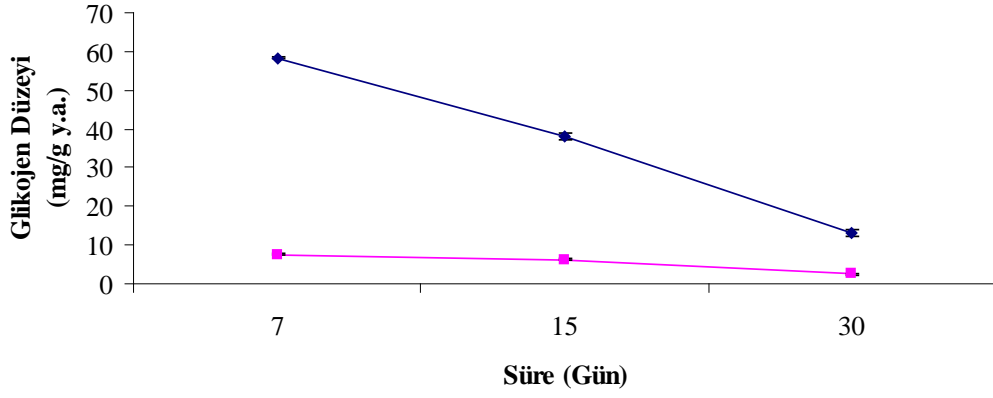


(c)

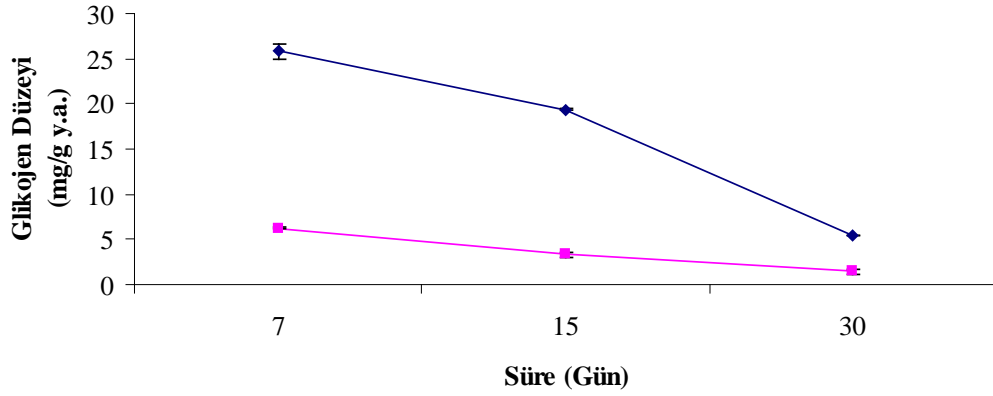
Şekil 4.15. *C. carpio*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

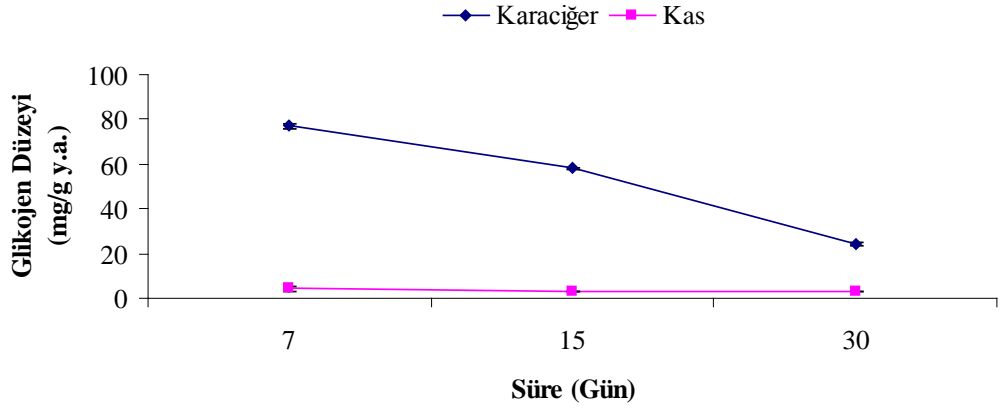


(b)

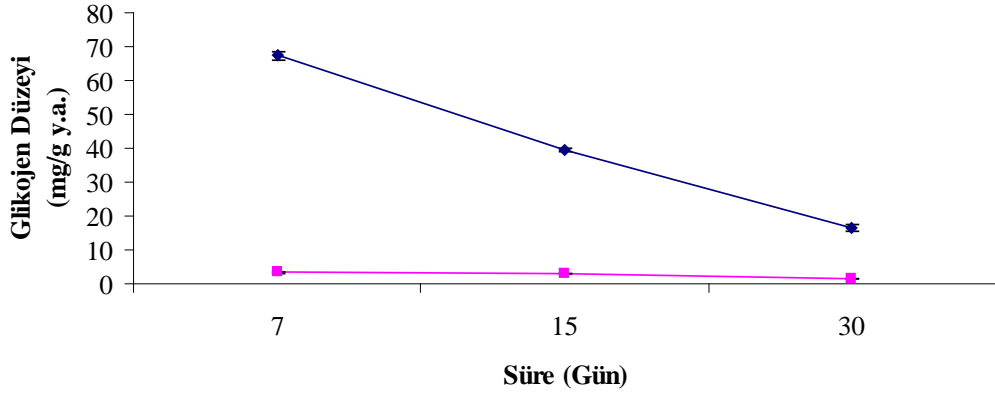


(c)

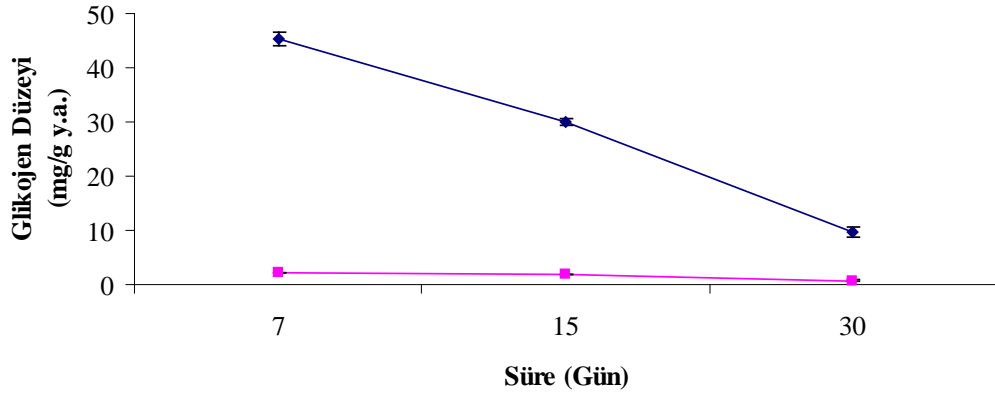
Şekil 4.16. *O. niloticus*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişiminin Belirlenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

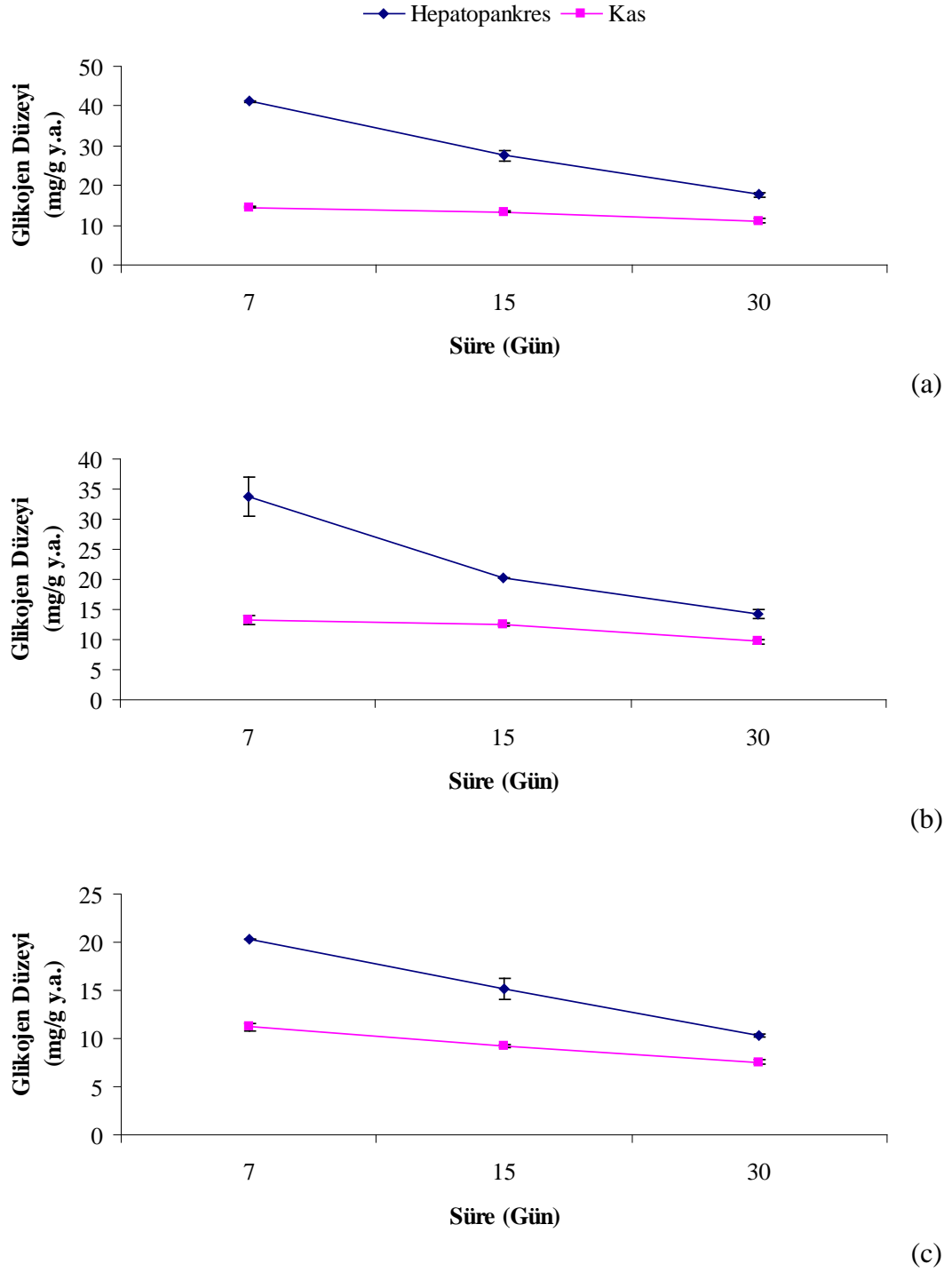


(b)



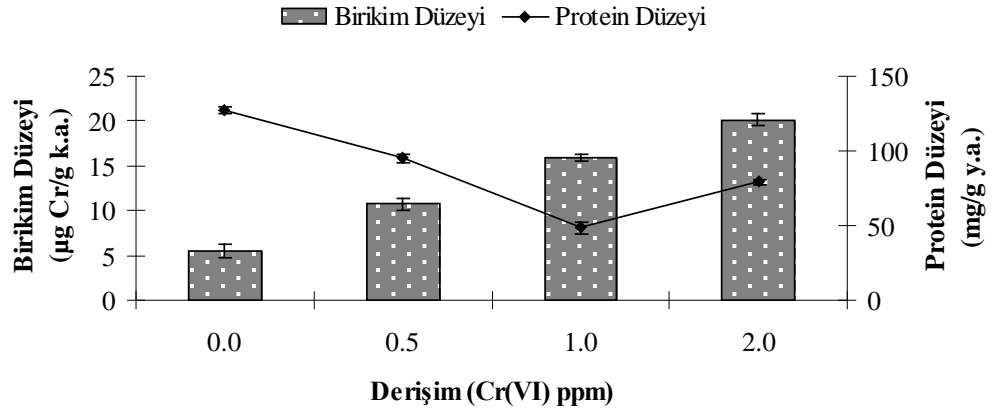
(c)

Şekil 4.17. *C. gariepinus*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişimlerinin Belirlenen Süreler Etkisinde Karaciğer ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).

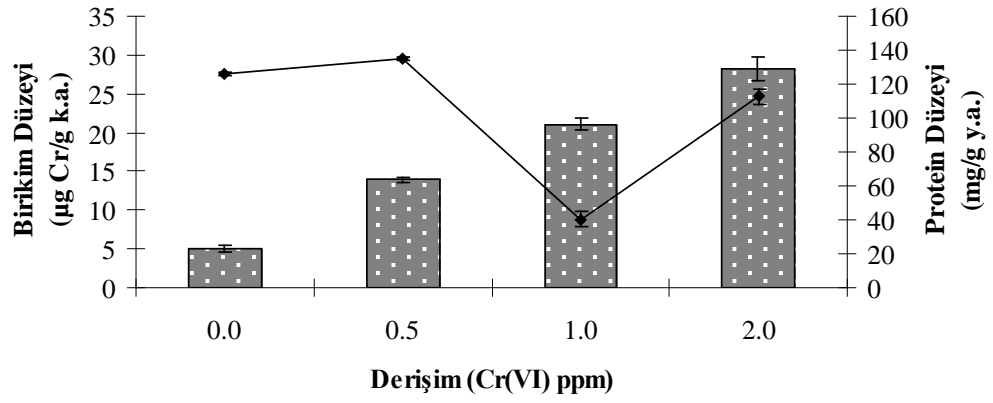


Şekil 4.18. *C. sapidus*'da Kromun a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 2.0 ppm Ortam Derişimlerinin Belirlenen Süreler Etkisinde Hepatopankreas ve Kas Dokularındaki Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).

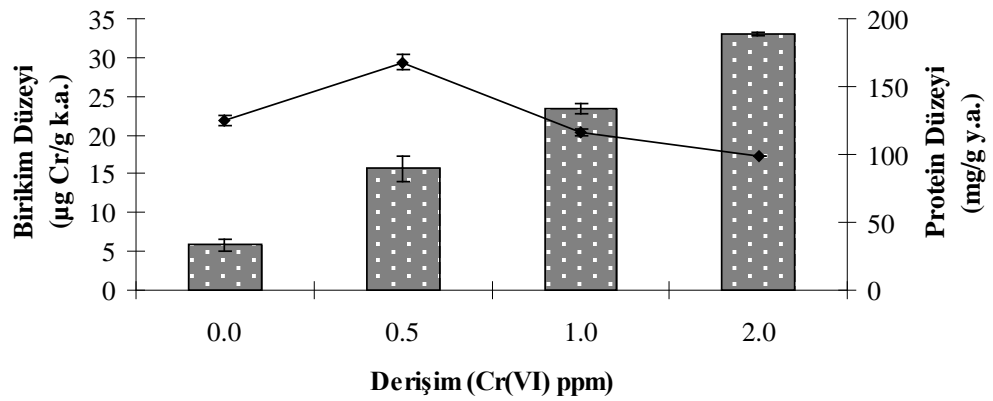
Kromun *C. carpio*'da 0.5 ppm'lik ortam derişiminin 15 ve 30 gün sürelerle etkisi dışında diğer balık türlerinde belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisi kas ve karaciğer dokularındaki metal birikimini arttırırken, doku total protein düzeyini azaltmıştır (Şekil 4.19-4.24).



(a)



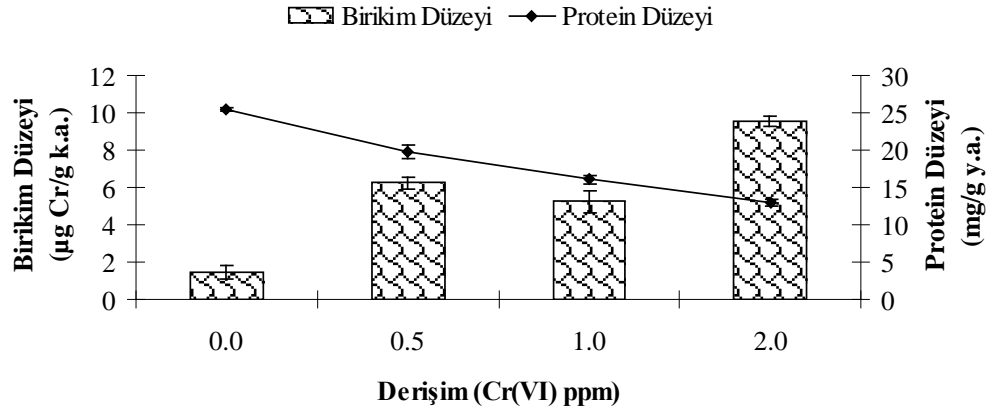
(b)



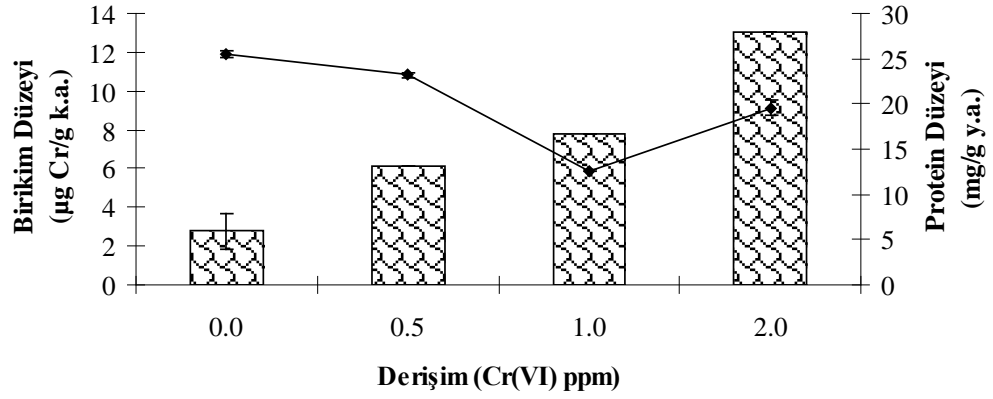
(c)

Şekil 4.19. *C. carpio*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).

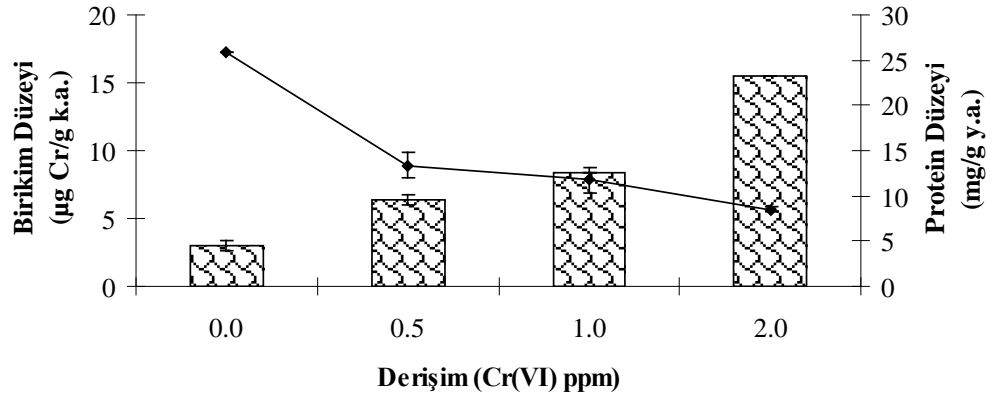




(a)

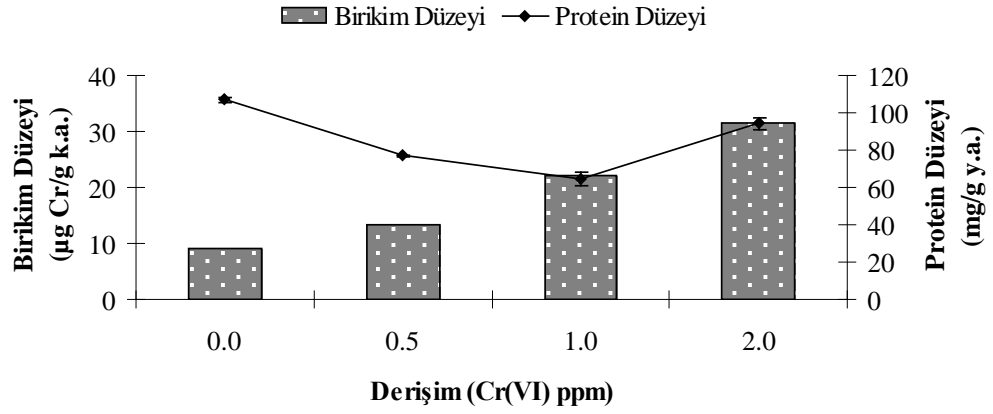


(b)

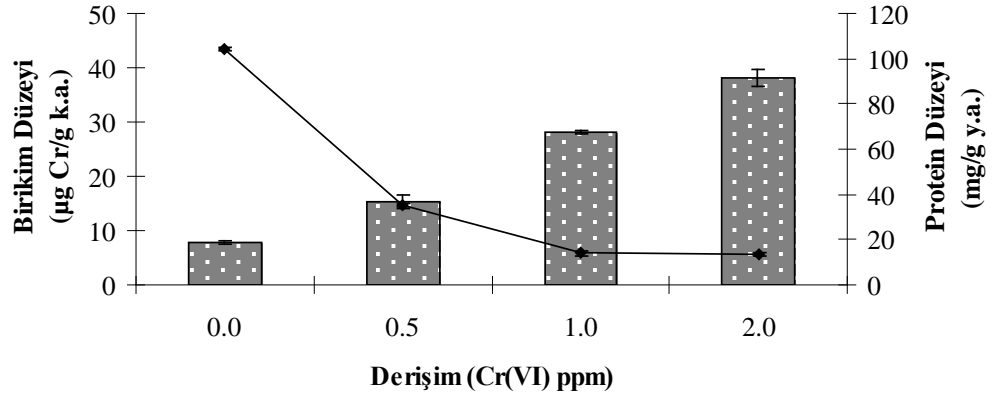


(c)

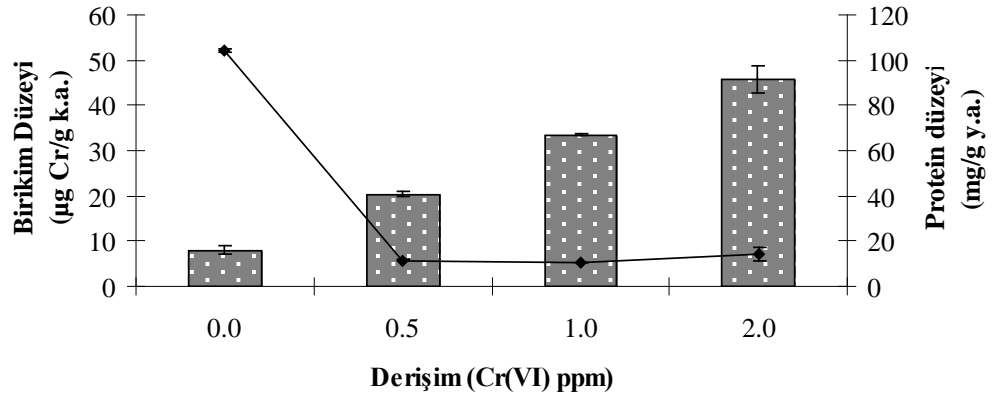
Şekil 4.20. *C. carpio*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

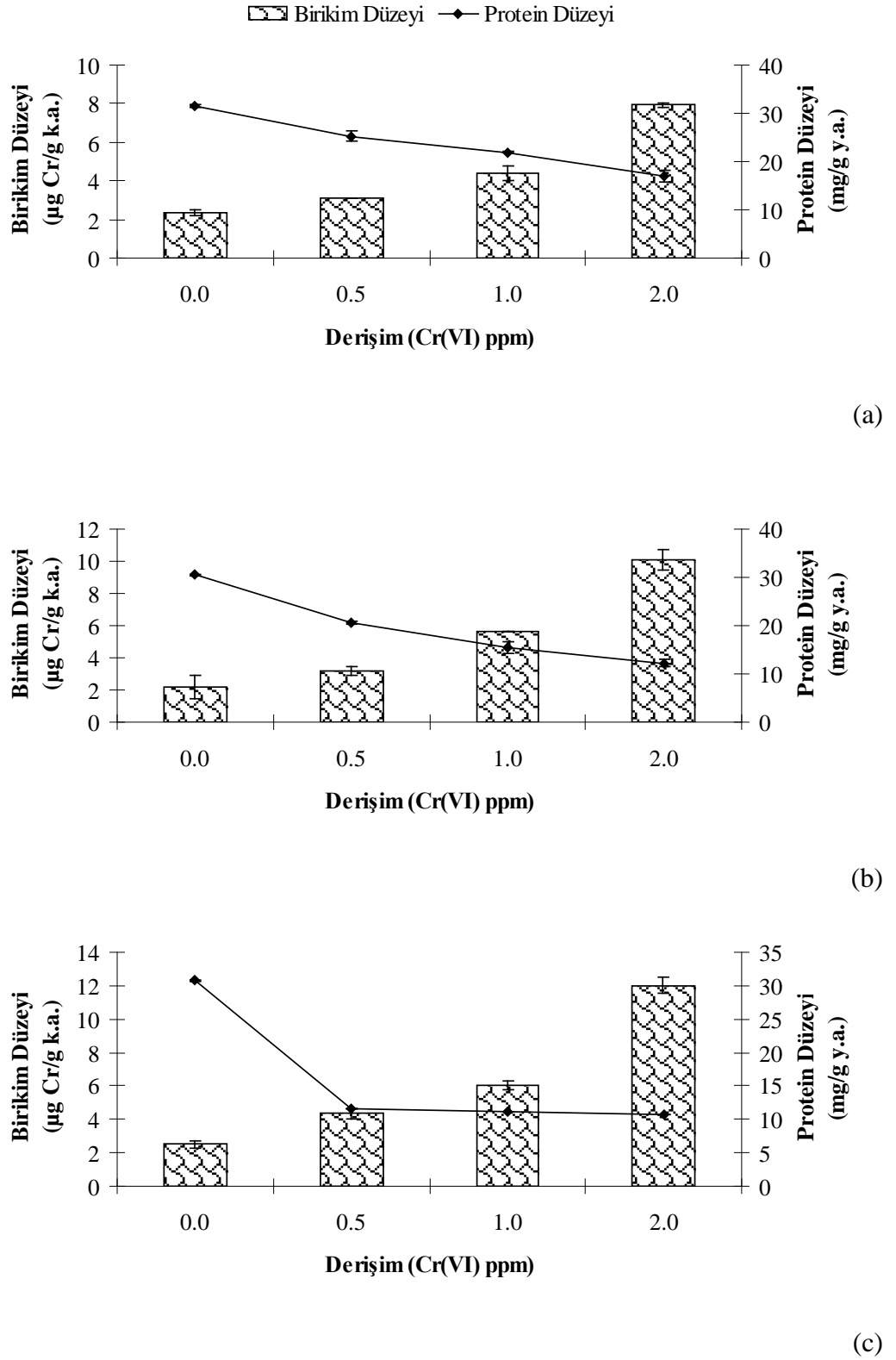


(b)

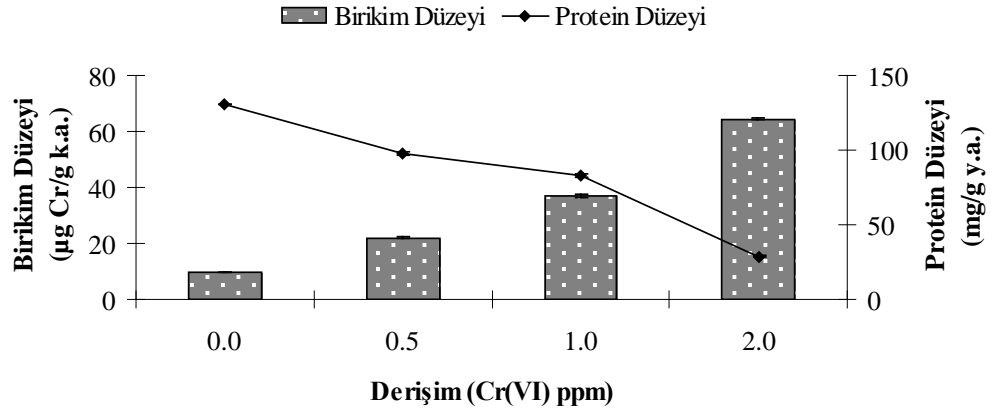


(c)

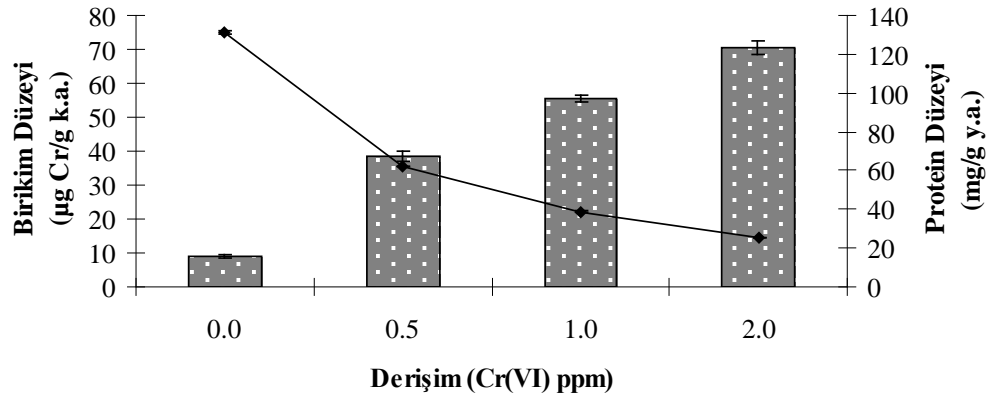
Şekil 4.21. *O. niloticus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



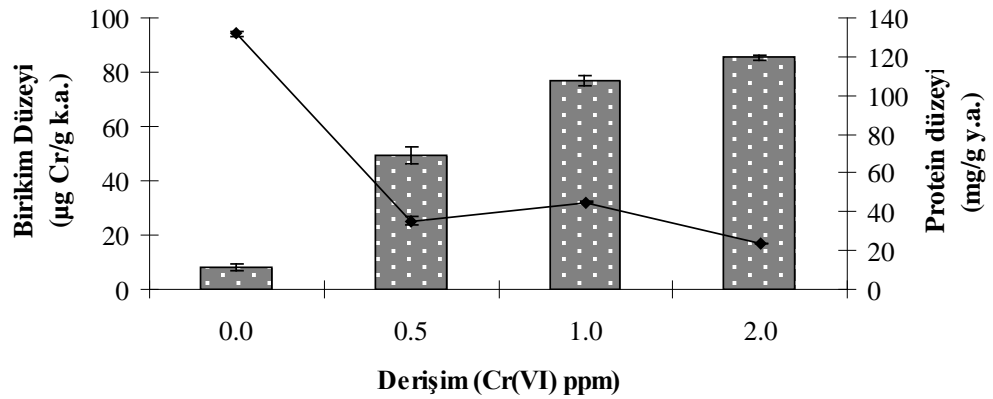
Şekil 4.22. *O. niloticus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

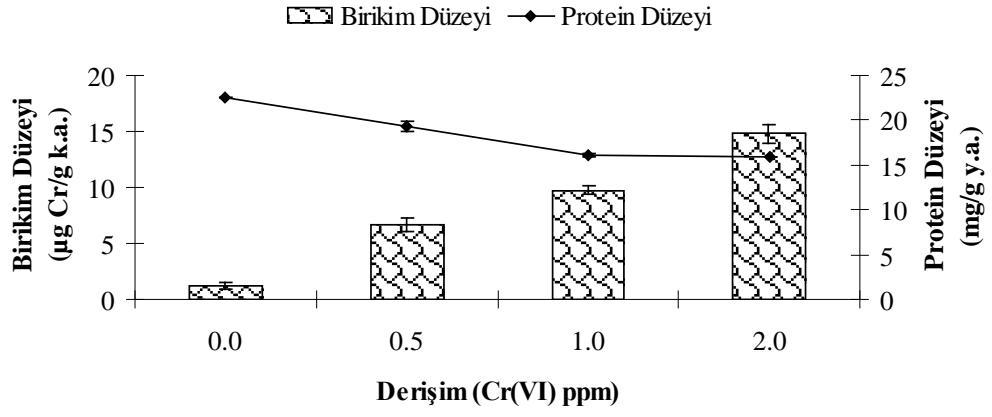


(b)

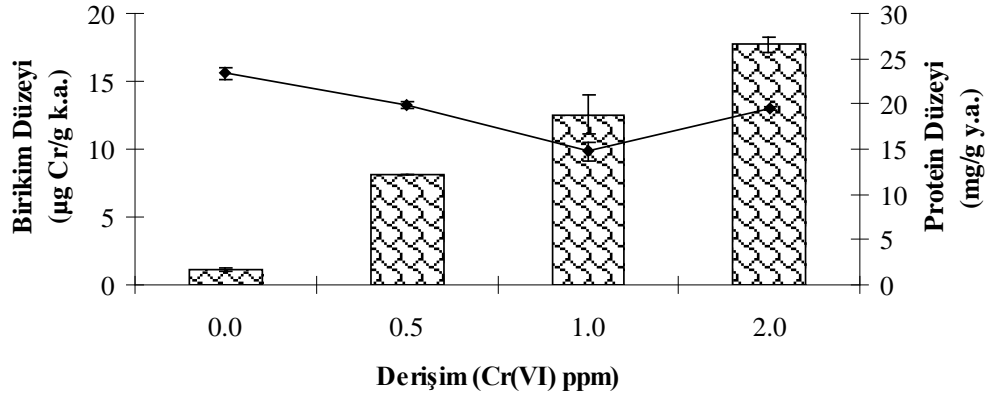


(c)

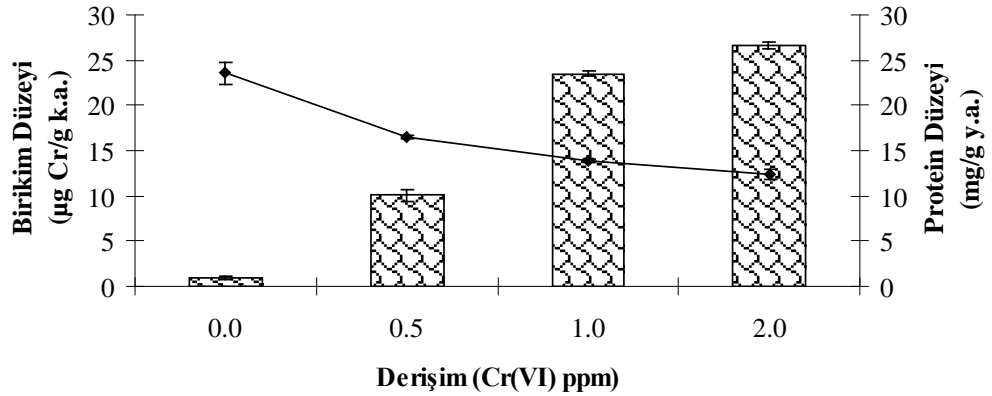
Şekil 4.23. *C. gariepinus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)



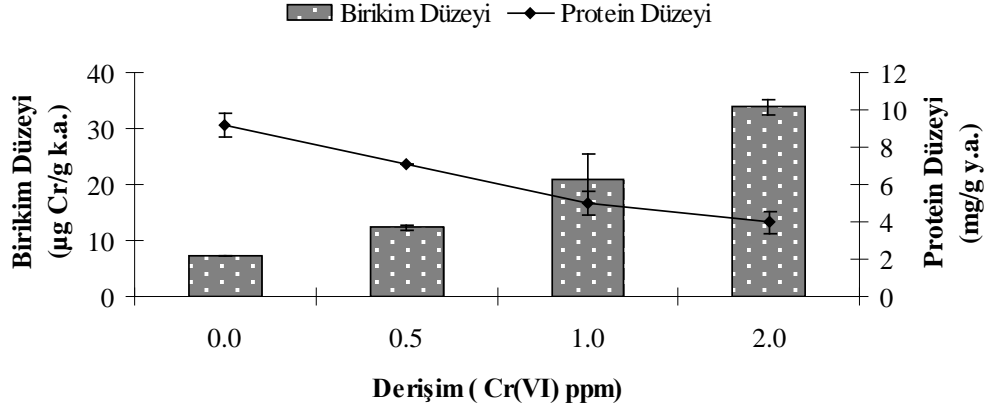
(b)



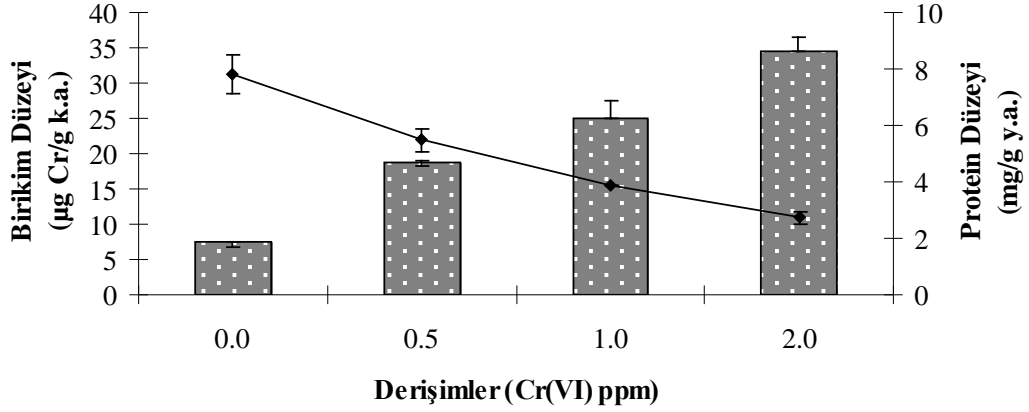
(c)

Şekil 4.24. *C. gariepinus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).

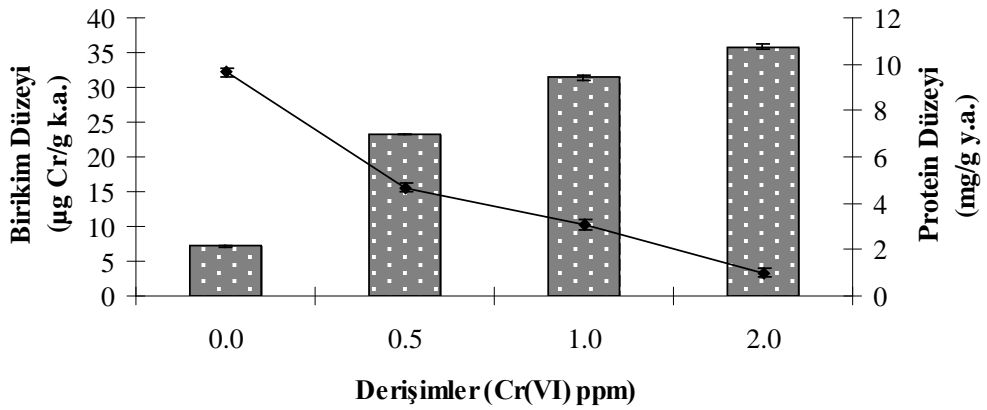
*C. sapidus*'da da kromun belirlenen süre ve ortam derişimlerinin etkisinde hepatopankreas ve kas dokularındaki metal birikimini arttırırken, total protein düzeyini azaltmıştır (Şekil 4.25-4.26).



(a)

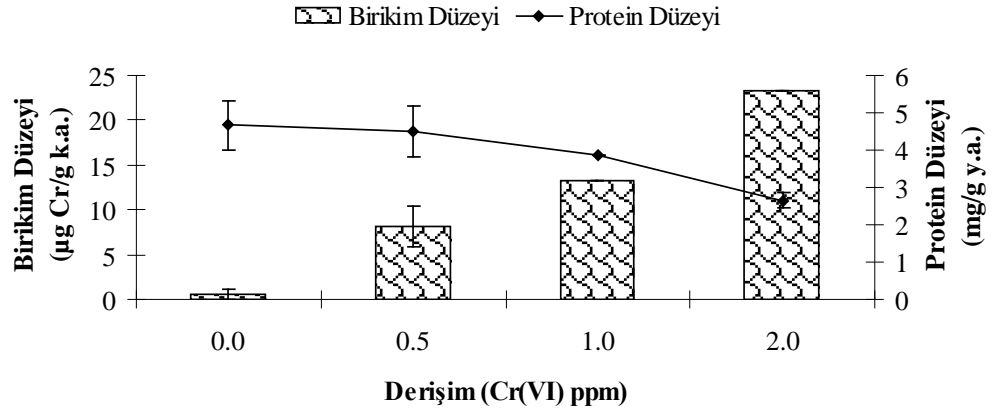


(b)

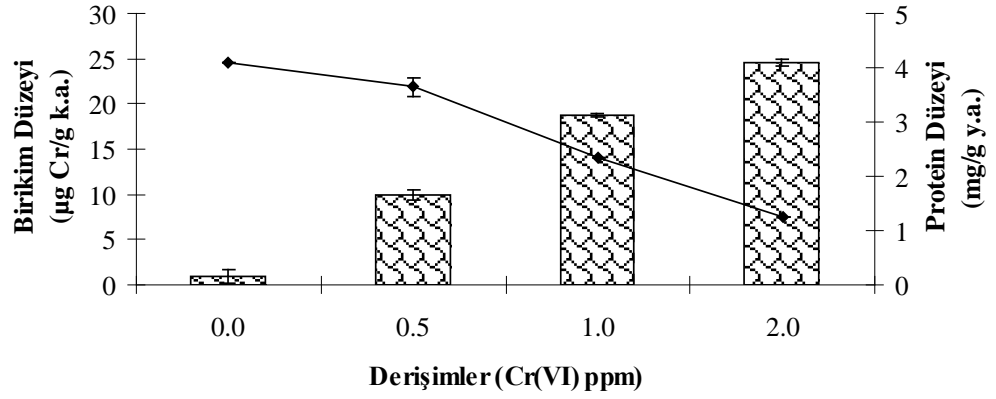


(c)

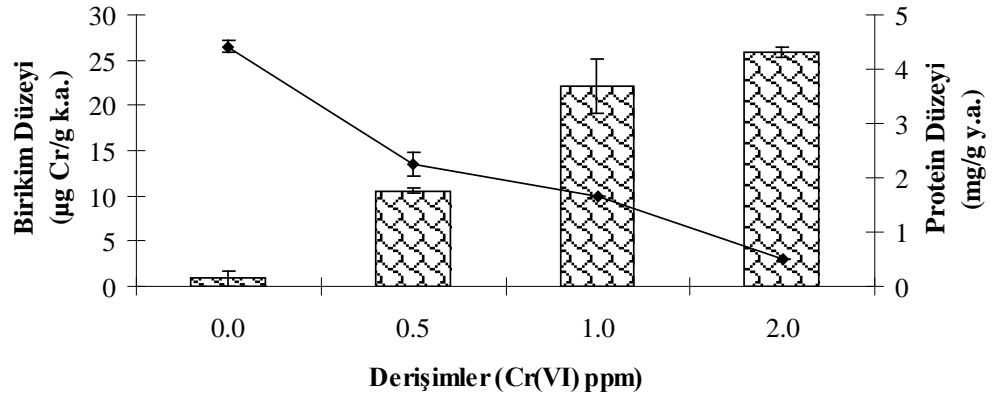
Şekil 4.25. *C. sapidus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Hepatopankreas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)



(b)

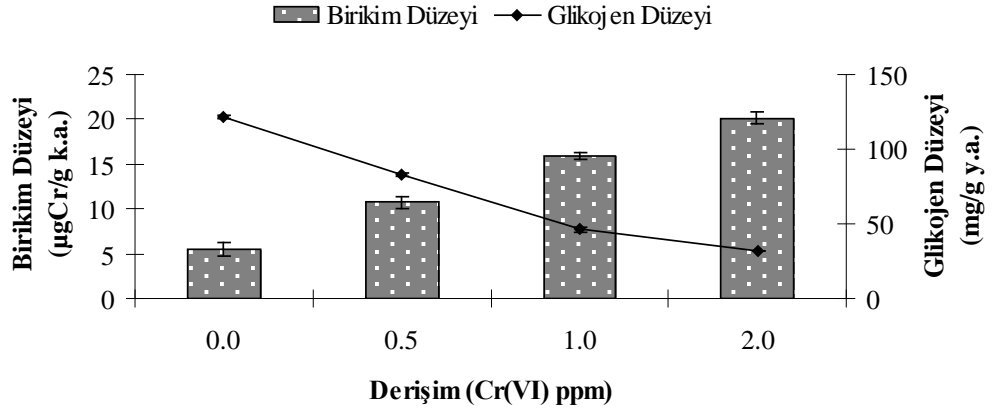


(c)

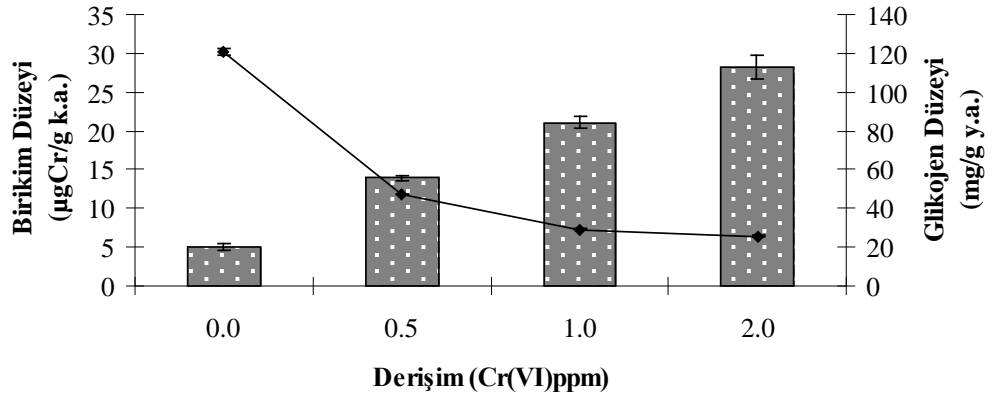
Şekil 4.26. *C. sapidus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Protein Düzeyleri (mg/g y.a.).



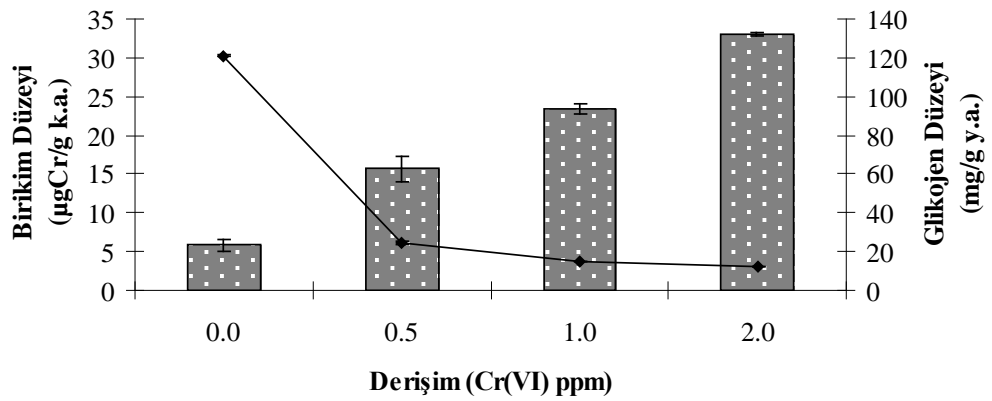
Araştırmada materyal olarak kullanılan omurgalı omurgasız türlerinde kromun incelenen süre ve derişimlerinin etkisi, belirlenen dokularda derişim ve süreye bağılı olarak metal birikimini arttırırken, glikojen düzeyini düşürmüştür (Şekil 4.27-4.34).



(a)

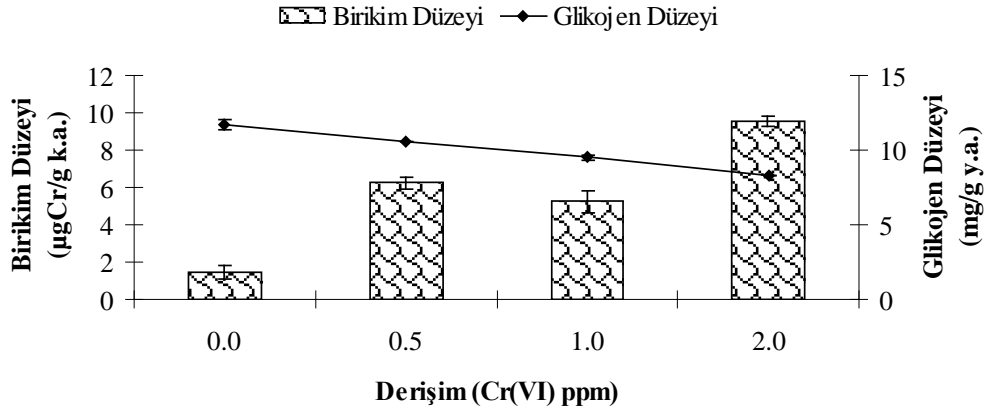


(b)

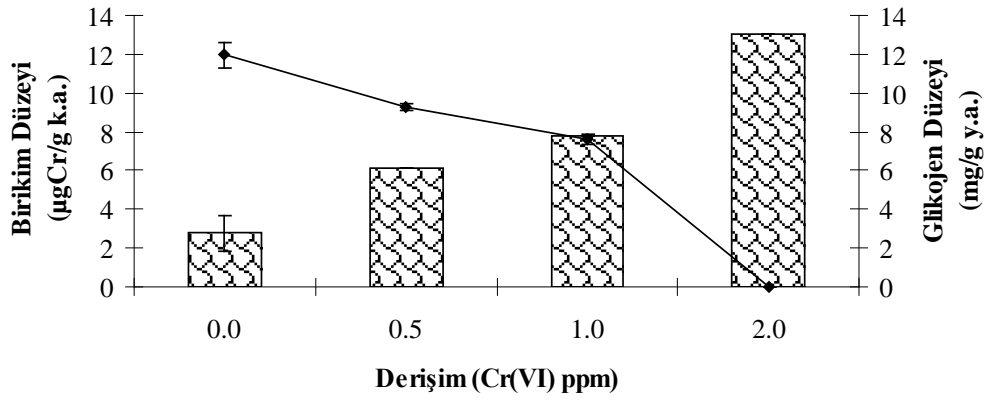


(c)

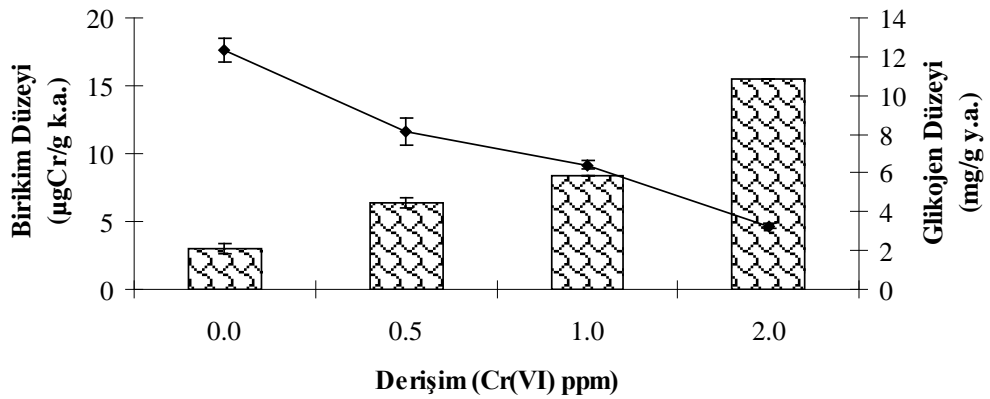
Şekil 4.27. *C. carpio*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

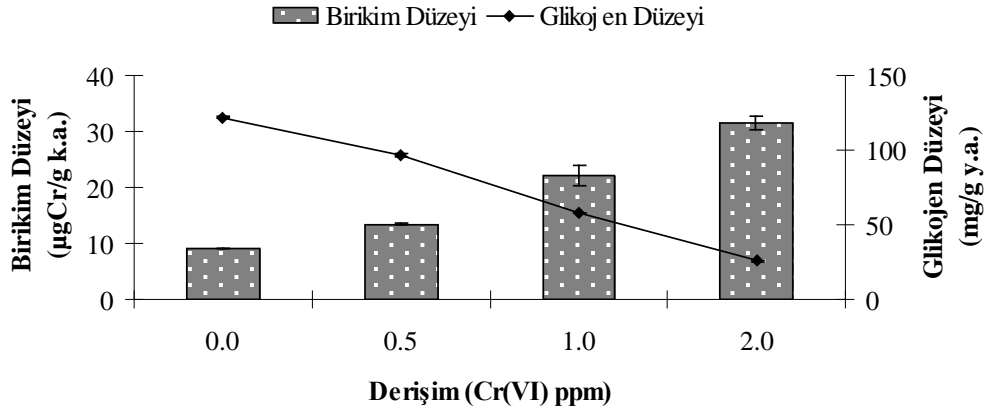


(b)

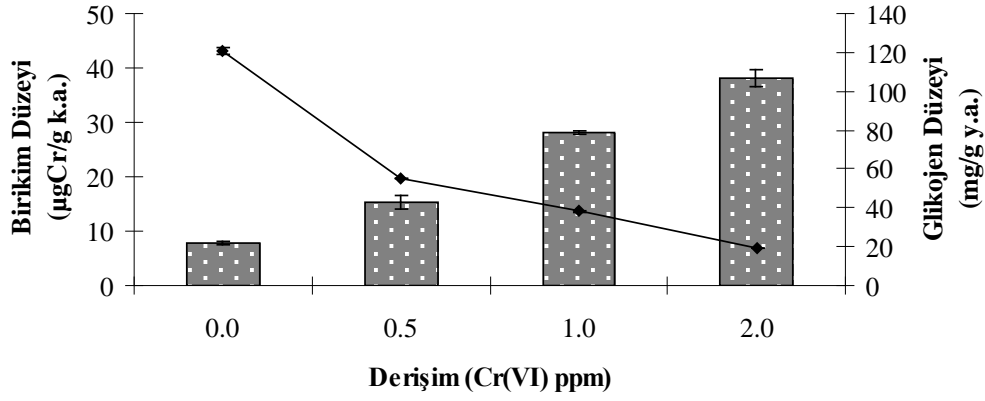


(c)

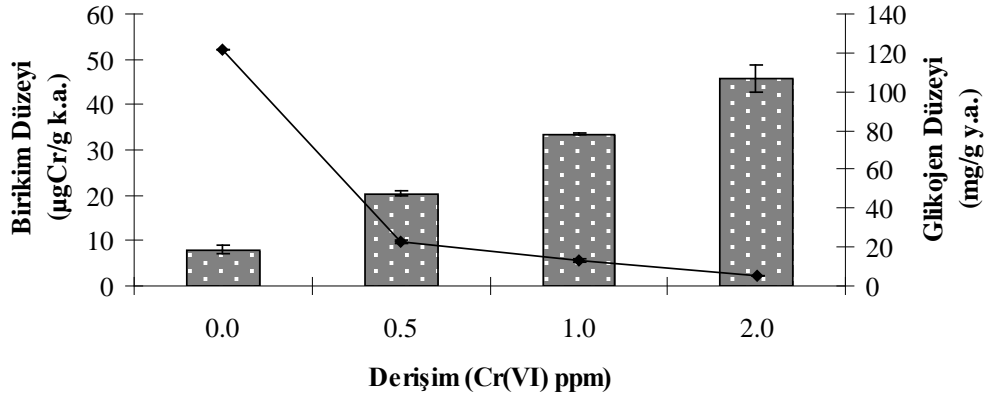
Şekil 4.28. *C. carpio*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).



(a)

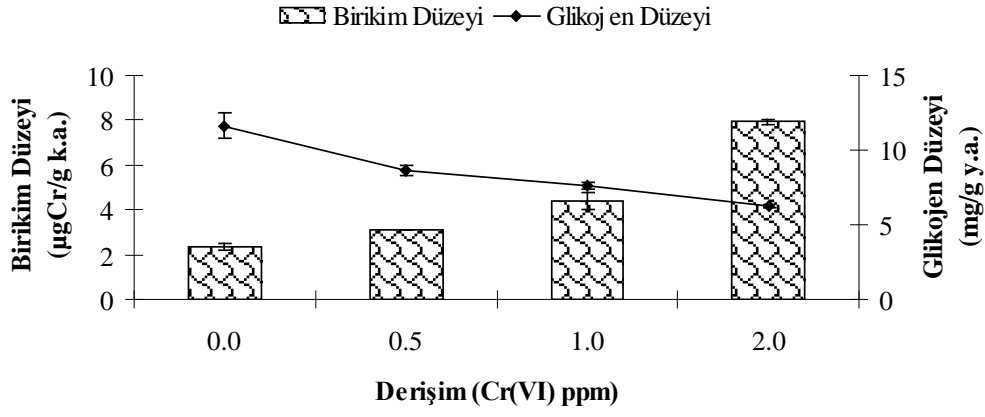


(b)

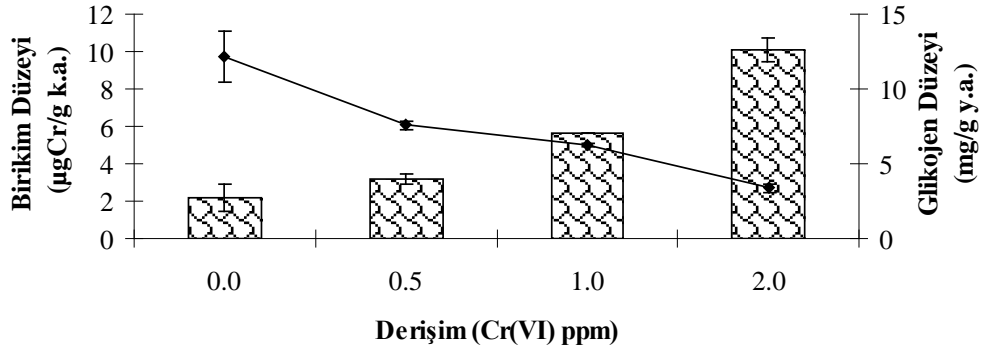


(c)

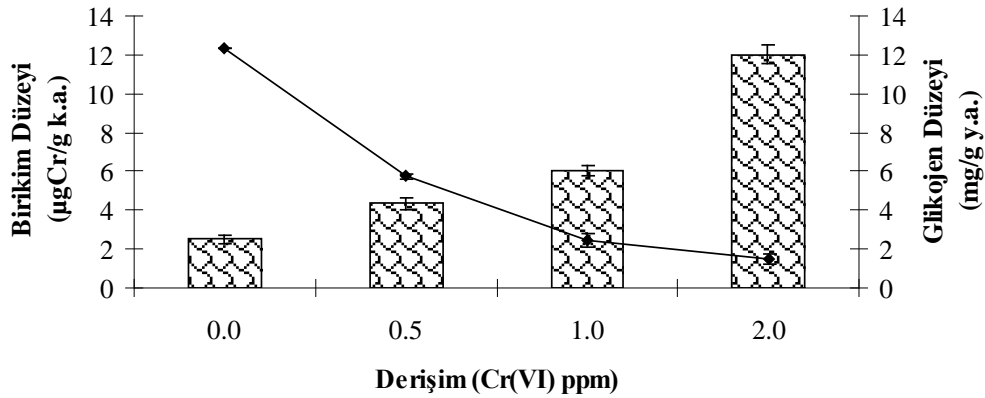
Şekil 4.29. *O. niloticus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

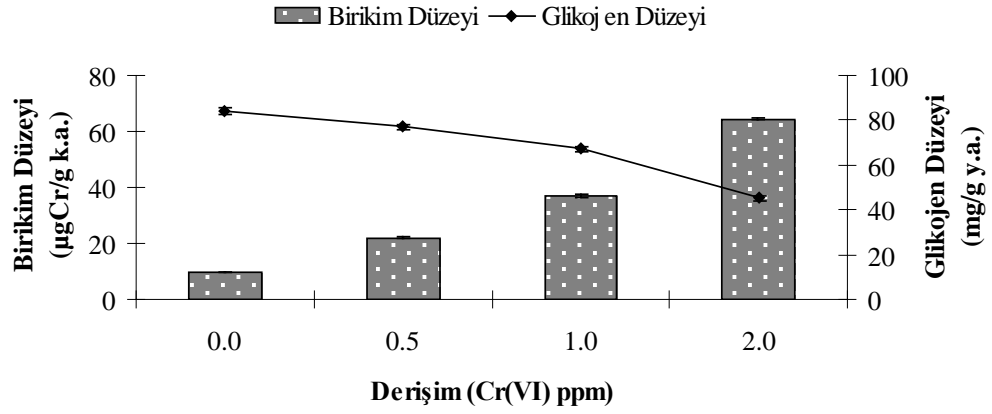


(b)

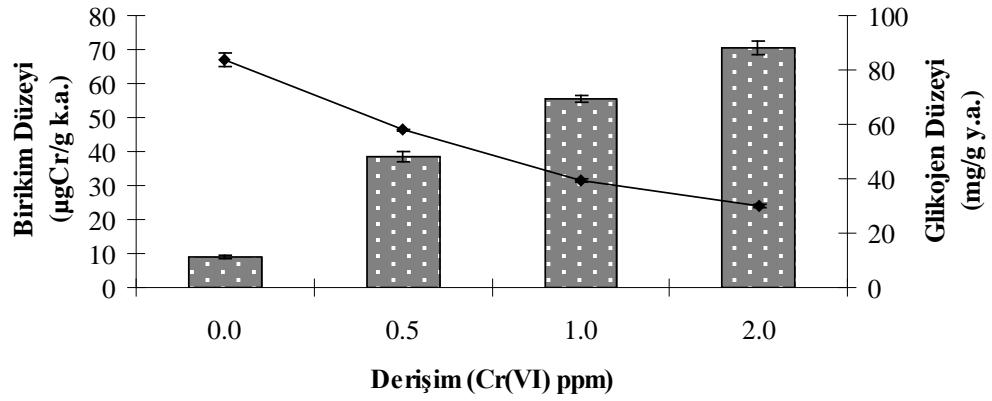


(c)

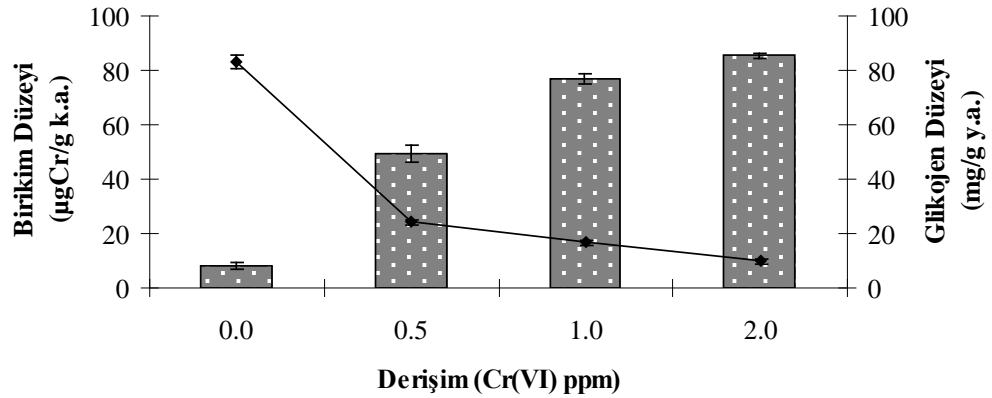
Şekil 4.30. *O. niloticus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).



(a)

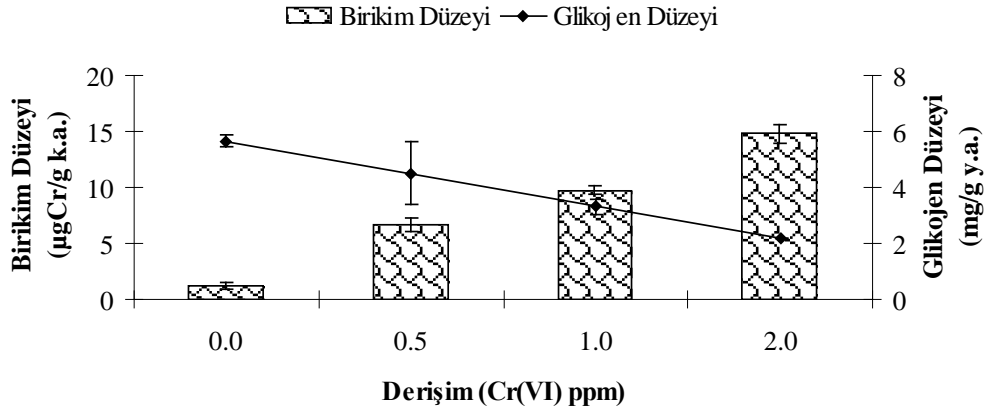


(b)

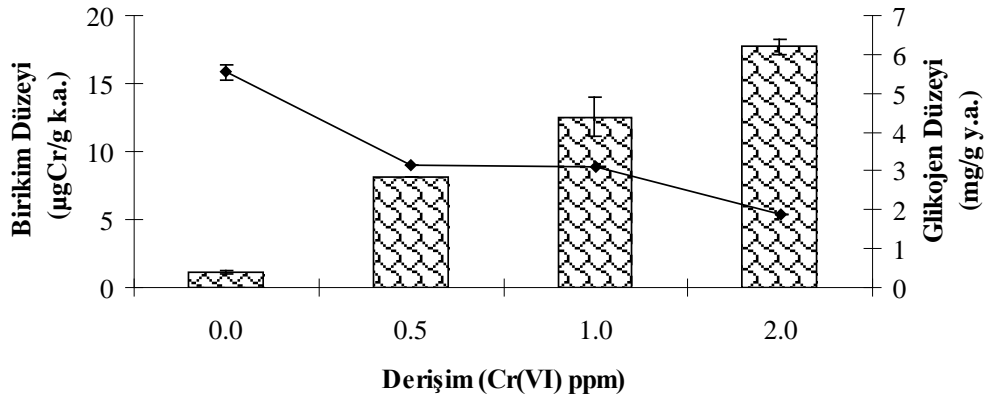


(c)

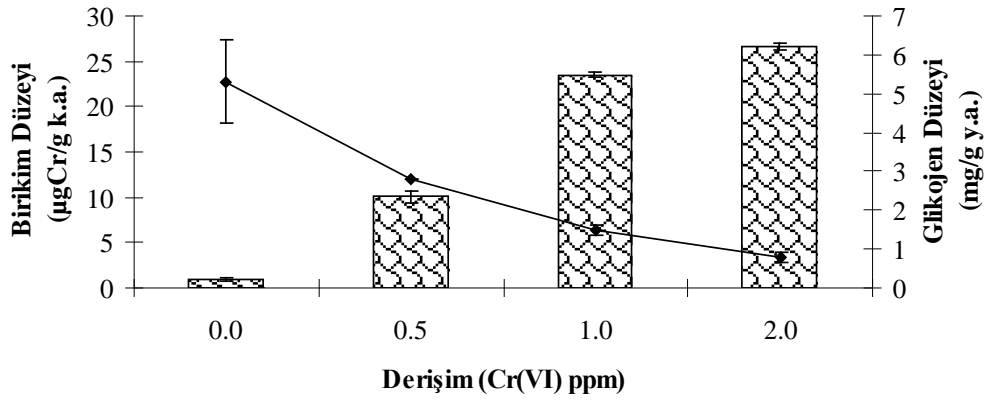
Şekil 4.31. *C. gariepinus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Karaciğer Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).



(a)

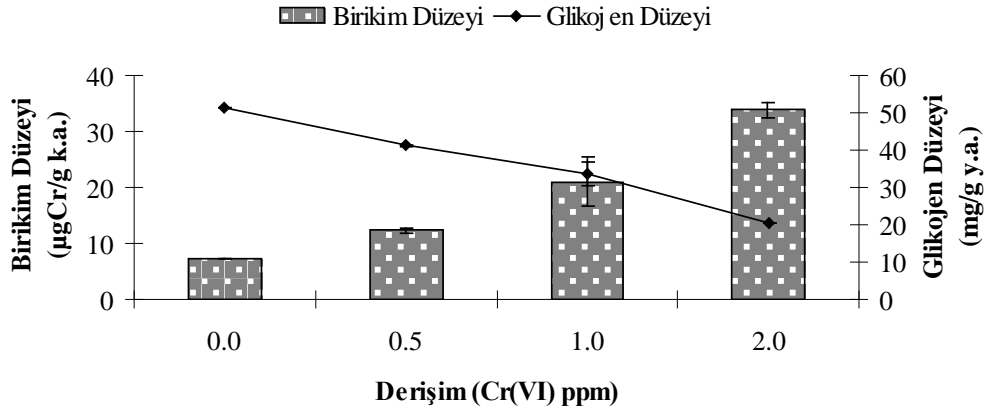


(b)

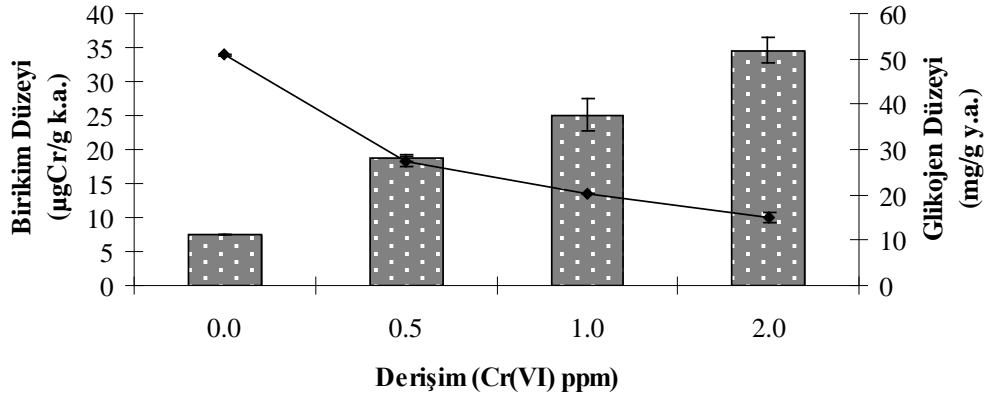


(c)

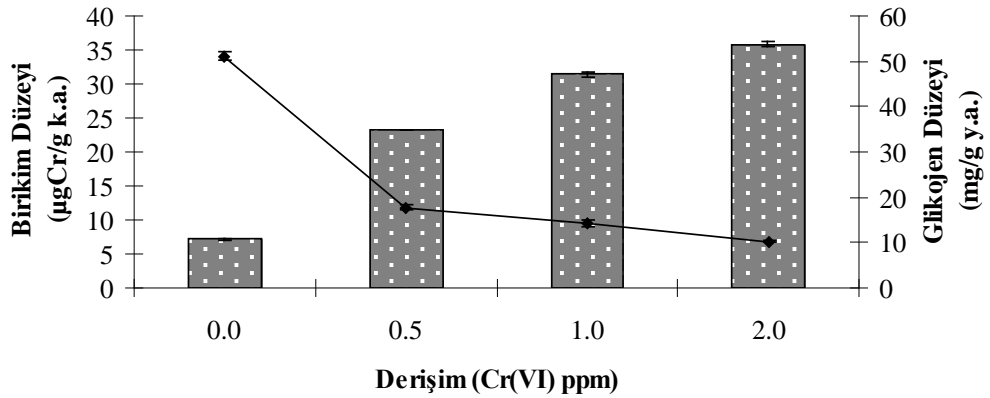
Şekil 4.32. *C. gariepinus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim ( $\mu\text{g Cr/g k.a.}$ ) ve Glikojen Düzeyleri ( $\text{mg/g y.a.}$ ).



(a)



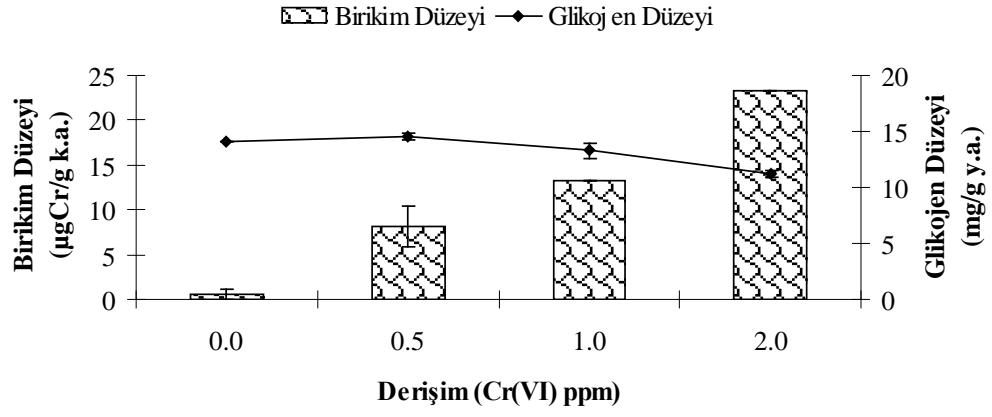
(b)



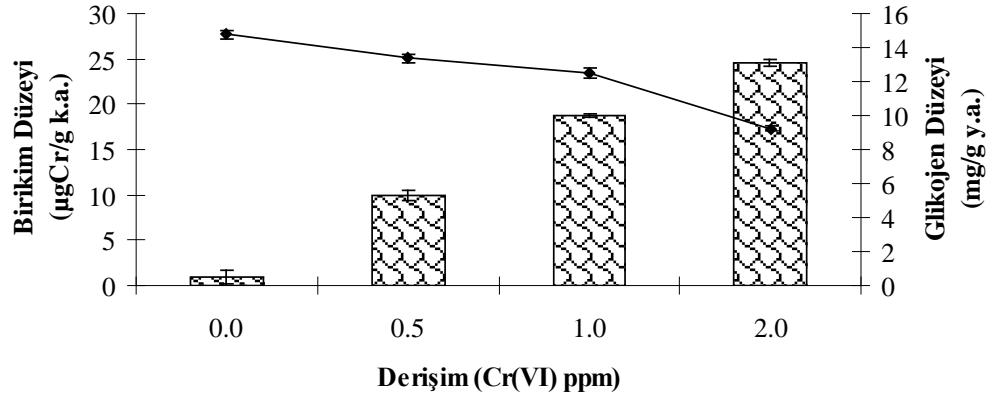
(c)

Şekil 4.33. *C. sapidus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Hepatopankreas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).

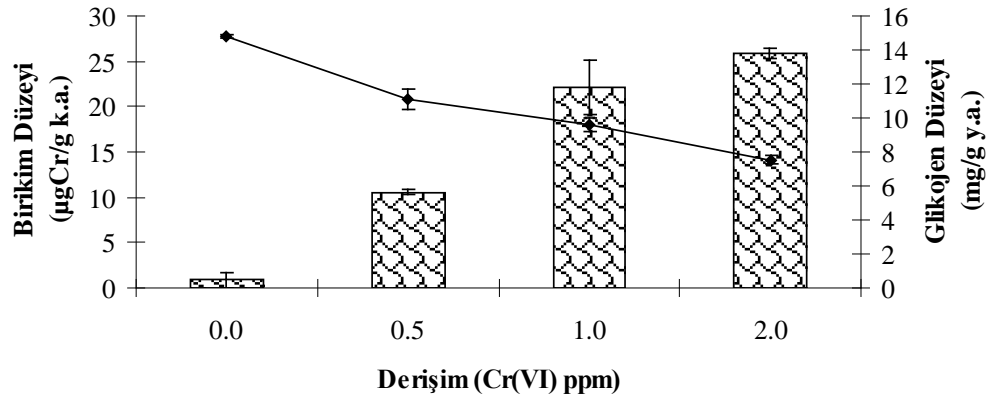




(a)



(b)



(c)

Şekil 4.34. *C. sapidus*'da Kromun İncelenen Ortam Derişimlerinin a) 7 b) 15 c) 30 Gün Süre ile Etkisinde Kas Dokusunda Birikim (µg Cr/g k.a.) ve Glikojen Düzeyleri (mg/g y.a.).

Sucul organizmalarda ağır metallerin birikim ve toksik etkilerinin ortamın biyotik ve abiyotik faktörleri ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir [Pickering ve Henderson, 1966; Alabaster ve Lioyd, 1980; Van Der Putte ve diğ., 1981; Martin ve diğ., 1981; Spry ve Wiener, 1991; Kock ve diğ., 1996; Nussey ve diğ., 2000; Adhikari ve diğ., 2006].

*L. rohita*'da kromun asidik pH'da bazik pH'a göre dokularda daha yüksek derişimlerde biriktiği belirlenmiş ve bunun asidik ortamda metallerin çözünürlüğünün artmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir [Adhikari ve diğ., 2006]. *P. promelas* ve *L. macrochirus*'da kromun yumuşak sularda sert sulara göre daha toksik etkili olmasının sert sularda metalin vücuda alınımı sırasında diğer iyonlarla etkileşiminden kaynaklandığı saptanmıştır [Pickering ve Henderson, 1966]. Üç farklı balık türü ve *C. sapidus* ile yürütülen bu araştırmada da birikim ve toksisiteyi etkileyen çevresel faktörlerden sıcaklık ( $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ), pH ( $8,1 \pm 0,03$ ), alkalinite ( $409 \pm 0,39$  ppm  $\text{CaCO}_3$ ), sertlik ( $246,2 \pm 2,56$  ppm  $\text{CaCO}_3$ ), ve çözünmüş oksijen ( $7,56 \pm 0,72$  mg/L) değerleri kontrollü ortam koşullarında sabit tutulmuştur.

Tür, türün gelişme evresi ile doku ve organların metabolik aktiviteleri de sucul organizmalarda ağır metallerin birikim ve toksisitesini etkileyen faktörlerdir. Sucul omurgalı ve omurgasız türleri ile doğa koşullarında yürütülen araştırmalarda besin zincirinin alt basamaklarında bulunan özellikle süzerek beslenen canlılarla [Nicholson ve Szefer, 2003; Soydemir ve diğ., 2004; Çiftçi ve diğ. 2009], bentik türlerin pelajik türlere oranla [Blackmore, 2001; Wang, 2002; Ruelas-Inzunza ve diğ., 2003; Kumar ve Achyuthan, 2007] vücutlarında daha yüksek derişimlerde ağır metal biriktirdikleri saptanmıştır. Laboratuar koşullarında yürütülen çalışmalardan elde edilen bulgularda bu sonucu destekler doğrultuda olmuştur [Marchese ve diğ., 2008].

Çeşitli balık türleri ile yürütülen bir araştırmada krom toksisitesinin türe bağlı olarak değişim gösterdiği, *O. mykiss*'in diğer türlere göre krom toksisitesine karşı daha duyarlı olduğu belirlenmiştir [Svecevicus, 2006]. *C. carpio*, *O. niloticus* ve *C. gariepinus* ile yürütülen bu araştırmada da kromun belirlenen süre ve ortam

derişimlerinin etkisinde incelenen dokularda en yüksek metal birikiminin *C. carpio* ve *O. niloticus*'a oranla *C. gariepinus*'da olduğu saptanmıştır. Belirli bir dokudaki metal birikimi bakımından türler arasındaki bu farklılık metabolik ve fizyolojik özelliklerindeki ayırmadan kaynaklanabilir. Ayrıca söz konusu türlerin doğal ortam koşullarındaki beslenme rejimleri, yaşama alanları ile ekolojik gereksinimleri de farklılık göstermektedir.

Sucul organizmalarda ağır metallerin birikimi dokuya bağlı olarak değişim gösterir. Subletal ortam derişimlerinde krom, *S. erythrophthalmus*'da en fazla böbrekte birikirken [Van Hoof ve Van San, 1981], *O. niloticus* [Çiftçi ve diğ., 2010], *C. carpio* ve *T. nilotica*'da karaciğer dokusunda biriktiği saptanmıştır [Canlı ve Kargın, 1995]. Üç farklı balık türü ile laboratuvar koşullarında yürütülen bu araştırmada da kromun, 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm'lik ortam derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle etkisinde en fazla karaciğerde biriktiği bunu solungaç ve kas dokularının izlediği belirlenmiştir. Krom birikimi bakımından incelenen dokular arasındaki ayırım, dokuların yapısal ve işlevsel özellikleri ile taşıma kapasitelerindeki ayırım ile açıklanabilir.

*C. magister* [Tennant ve Forster, 1969], *C. irroratus* [Greig ve Wenzlof, 1977], *M. edulis* [Walsh ve O'Halloran, 1997] ve *M. galloprovincialis* [Parlak ve diğ., 1999] gibi omurgasız türleri ile laboratuvar koşullarında yürütülen araştırmalarda, kromun subletal derişimlerinin etkisinde, metal birikiminin kasa oranla solungaç ve hepatopankreasda, daha fazla olduğu belirlenmiştir. *M. galloprovincialis* [Irato ve diğ., 2003] ve *Vesicomya gigas* [Ruelas-Inzunza ve diğ., 2003] ile yapılan araştırmalarda Cd ve Zn birikimi *M. galloprovincialis*'de en fazla hepatopankreasta olurken, *V. gigas*'da solungaç dokusunda olduğu saptanmıştır. *S. henanense*'de Cd'un [Ma ve diğ., 2008], *Ucides cordatus*'da Cr ve Mn'in [Corrêa ve diğ., 2005] subletal ortam derişimlerinin 96 saat süre ile etkisinde birikimin en yüksek solungaç dokusunda olduğu belirlenmiştir. Omurgasız türlerden materyal olarak *C. sapidus*'un kullanıldığı bu araştırmada da kromun belirlenen düşük ortam derişimlerinin etkisinde en fazla hepatopankreasda birikirken, yüksek ortam derişimlerinin etkisinde solungaç dokusunda biriktiği, etkide kalma süresinin

uzaması ile hepatopankreasdaki birikimin solungaç dokusundaki birikimi geçtiği saptanmıştır. Bu durumun türün solungaç dokusunun iç organlar kitlesinin önemli bir kısmını kaplaması ve ortamdaki metal ile doğrudan doğruya etkileşim halinde bulunmasından, etki süresinin uzaması ile birikimin hepatopankreas dokusunda artması ise solungaçların taşıma kapasitesini aşması durumunda metalin başlıca detoksifikasyon merkezi olan hepatopankreasa iletilmesinden kaynaklandığı olasıdır.

Sucul omurgalı ve omurgasız türlerinde ağır metallerin birikim ve toksik etkileri ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak artmaktadır. *C. punctatus* ile yürütülen bir araştırmada kromun 2,6 ppm'lik ortam derişiminin 30 gün süre ile etkisinde dokulardaki birikimin kontrole göre önemli düzeyde arttığı, 120 gün süreyle etkisinin ise %100 oranında mortalite ile sonuçlandığı belirtilmiştir [Sastry ve Sunita, 1984]. Çeşitli balık ve sucul omurgasız türleri ile yapılan araştırmalarda doku krom birikiminin metalin ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak arttığı saptanmıştır [Walsh ve O'Halloran, 1997; Parlak ve diğ., 1999; Gbem ve diğ., 2001]. Laboratuvar koşullarında 3 farklı balık türü ve *C. sapidus* ile yapılan bu araştırmadan elde edilen doku birikimine ait sonuçlar literatür ile uygunluk göstermektedir. Metalin ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak doku metal birikimindeki artış, metabolik bakımdan aktif dokularda metallothionein gibi metal bağlayıcı proteinlerle glutasyon gibi tripeptidlerin metalleri bağlayarak alıkoymalarından kaynaklanabilir.

Akuatik canlılarda ağır metal etkisi dokularda birikimin yanı sıra metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda değişimlere neden olur. Sucul omurgalı ve omurgasız türleri ile yürütülen pek çok araştırmada krom bileşiklerinin yüksek derişimlerdeki etkisinin; enzim aktivitesinde inhibisyona, hematolojik parametrelerde değişime, patojenik organizmalara karşı direncin azalmasına, doku ve organlarda histopatolojik değişikliklere neden olduğu bilinmektedir [Hodson, 1988; Khangarot ve diğ., 1999; Arunkumar ve diğ., 2000; Srivastava ve diğ., 2002; Deviller ve diğ., 2005; Farag ve diğ., 2006; Vinodhini ve Narayanan, 2008; Mishra ve Mohanty, 2009].

Sucul organizmaların ağır metal toksisitesine karşı geliştirdikleri başlıca savunma mekanizması olan mukus salınımı hipoksik ya da anoksik koşullara neden olmaktadır. Hipoksik koşullar altında enerji gereksinimi anaerobik yolla sağlanır. Bunun için katekolamin ve glukokortikoid gibi hormonların salınımı uyarılarak hayvansal organizmaların başlıca yüksek enerjili bileşiği olan glukozun kas ve karaciğerde depo formu olan glikojenin yıkımı başlar ve karaciğerde glikojenlisis olayı artar. Glikojenlisis sonucu karbonhidrat kaynakları tükenir ve gereksinim duyulan enerji glukoneogenik enzimler aracılığı ile protein ve lipidlerden sağlanır [Levesque ve diğ., 2002].

*L. rohita* [Radhakrishnaiah ve diğ., 1992; Vutukuru, 2003; Vutukuru, 2005; Vutukuru ve diğ., 2007], *O. niloticus* [Abbas ve Ali, 2007] *C. fasciatus* [Nath ve Kumar, 1988]'da kromun; *L. rohita*, *C. mrigala* ve *C. catla*'da kadmiyum, arsenik ve çinkonun [Garg ve diğ., 2009]; *C. carpio*'da kadmiyumun [Cicik ve Engin, 2005], *Ruditapes phillipinarum*'da kadmiyum, bakır ve kurşunun [Blasco ve Puppo, 1999], *Barytelphusa guerini*'de kromun [Venu Gopal ve diğ., 1990] total protein, lipid ve glikojen derişimlerinin azalmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Glikojen derişimindeki azalma ağır metal etkisinde artan enerji gereksiniminin karşılanması yanında glikojenin, glikoprotein ve glikolipid yapımında kullanılmasından, protein düzeyinin azalması ise proteinin hücre yenilenmesi ve doku organizasyonu için gerekli lipoprotein ile stres nedeniyle artan mukoprotein yapımında kullanılmasından kaynaklandığı olasıdır.

*C. punctatus*'da kronik krom etkisinde karaciğer glikojen derişimi düşerken, kas glikojen derişiminin arttığı belirlenmiştir [Sastry ve Sunita, 1984] Kas glikojen derişimindeki artış glikoneogenez ile ilişkilendirilebilir.

Sucul hayvanlarda doku proteini, ağır metal etkisinde gelişen bir detoksifikasyon mekanizması olan metallothionein ve glutatyon sentezini artırır. *C. carpio*'da çinko etkisinin karaciğer protein düzeyini artırdığı belirlenmiştir [Cicik, 1995].

Yapılan bu araştırmada da kromun belirlenen süre ve derişimleri etkisinde *C. carpio*'nun karaciğer protein düzeyi artarken incelenen diğer türlerde doku protein ve glikojen düzeylerinin düştüğü saptanmıştır. Doku protein ve glikojen düzeylerindeki düşme metal etkisi ile oluşan stres nedeniyle artan enerji gereksiniminin karşılanması, *C. carpio*'nun karaciğer protein düzeyindeki artışın ise metal bağlayıcı proteinlerin sentezindeki artıştan kaynaklanabileceğı olasıdır.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

*C. carpio*, *O. niloticus*, *C. gariepinus* ve *C. sapidus* türleri ile yürütülen bu araştırmada krom (VI)'nın 0.5, 1.0 ve 2.0 ppm ortam derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle etkisinde, doku ve organlardaki birikim düzeyleri ile total protein ve glikojen düzeylerindeki değişimlerin, anılan türler için krom toksisitesinin göstergesi olup olmayacağı incelenmiştir.

Belirlenen derişim ve süreler etkisinde incelenen türlerde mortalite gözlenmemesi anılan türler için belirlenen derişimlerin lethal dozun altında olduğunu göstermektedir.

Krom birikiminin incelenen türlerde artan derişim ve etki süresine bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Birikim balıklarda en yüksek karaciğer dokusunda, yengeçte ise 0.5 ppm dışında solungaç dokusunda bulunmuştur. Kromun belirlenen derişim ve süreler etkisinde birikimi incelenen balık türleri arasında en yüksek *C. gariepinus*'da bulunmuştur.

Deneme süresince incelenen türlerde total protein düzeyi *C. carpio* dışında, glikojen düzeyi ise tüm türlerde ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak azalmıştır.

Kromun belirlenen derişimleri etkisinde dokularda meydana gelen birikim türlerde strese ve enerji gereksinimindeki artışa bağlı olarak glikojen ve total protein düzeylerinde azalma ile sonuçlanmıştır.

Besin zincirinin farklı trofik düzeylerinde yer alan ve farklı beslenme rejimlerine sahip omurgalı ve omurgasız sucul organizma türlerinde krom toksisitesinin belirlenmesinde incelenen biyoimyasal parametrelerin gösterge olarak kullanılabileceği önerilir.

## KAYNAKLAR

- Abbas, H.H. and Ali, F.K. "Study the Effect of Hexavalent Chromium on Some Biochemical, Cytotoxicological and Histopatological Aspects of the *Oreochromis* spp. Fish", Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(22): 3973-3982, (2007).
- Abel, P.D. and Papoutsoglou, S. "Lethal Toxicity of Cadmium to *Cyprinus carpio* and *Tilapia aurea*", Bull. Environ. Contam. Toxicol., 37: 382-386, (1986).
- Adhikari, S., Ghosh, L. and Ayyappan, S. "Combined Effects of Water pH and Alkalinity on the Accumulation of Lead, Cadmium and Chromium to *Labeo rohita* (Hamilton)", Int. J. Environ. Sci. Tech., 3(3): 289-296, (2006).
- Al-Akel, A.S. and Shamsi, M.J.K. "Hexavalent Chromium: Toxicity and Impact on Carbohydrate Metabolism and Haematological Parameters of Carp (*Cyprinus carpio* L) From Saudi Arabia", Aquat. Sci., 58: 24-30, (1996).
- Alabaster, J.S. and Lloyd, R. "Water Quality Criteria for Freshwater Fish", European Inland Fisheries Advisory Commission Report (FAO), Butterworths, London-Boston, 297, (1980).
- Arellano, J.M., Storch, V. and Sarasquete, C. "Histopatological Changes and Copper Accumulation in Liver and Gills of Senegales Sole, *Solea senegalensis*", Ecotoxicology and Environmental Safety, 44: 62-72, (1999).
- Arslan, M., Karaytuğ, S. and Cicik, B. "Effects of Copper on Tissue Glycogen and Sera Glucose Levels of *Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)", Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 23(1-1): 23-27, (2006).
- Arunkumar, R. I., Rajasekaran, P. and Michael, R. D. "Differential Effect of Chromium Compounds on the Immune Response of the African Mouth Breeder *Oreochromis mossambicus* (Peters)", Fish & Shellfish Immunology, 10: 667-676, (2000).



- Avenant-Oldewage, A and Marx, H.M. “Bioaccumulation of Chromium, Copper and Iron in the Organs and Tissues of *Clarias gariepinus* in Olifants River, Kruger National Park”, *Water SA*, 26(4): 569-582, (2000).
- Ay, Ö., Kalay, M., Tamer, L. and Canlı, M. “Copper and Lead Accumulation in Tissues of a Freshwater Fish *Tilapia zilli* and Its Effects on the Branchial Na, K-ATPase Activity”, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62: 160-168, (1999).
- Babich, H., Schiffenbauer, M. and Stotzky, G. “Comparative toxicity of trivalent and Hexavalent Chromium to Fungi”, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 28: 452-459, (1982).
- Baral, A. and Engelken, R.D. “Chromium Based Regulations and Greening in Metal Finishing Industries in the USA”, *Environmental Science & Policy*, 5: 121-133, (2002).
- Barron, M. G. “Bioaccumulation and Bioconcentration in Aquatic Organisms” in *Handbook of Ecotoxicology*, D. J. Hoffman, B. A. Rattner, G. A. Burton, Jr. and J. Cairns, Jr. (Eds.), Lewis, Boca Raton, FL, 652-666, (1995).
- Begum, G., Venkateswara Rao, J. and Srikanth, K. “Oxidative Stress and Changes in Locomotor Behavior and Gill Morphology of *Gambusia affinis* Exposed to Chromium”, *Toxicol. Environ. Chem.*, 88: 355-365, (2006).
- Biney, C., Amazu, A.T., Calamari, D., Kaba, N., Mbome, I.L., Naeve, H., Ochumba, P.B.O., Osibanio, R. V. and Saad, M.A.H. “Review of Heavy Metals in the African Aquatic Environment”, *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 31: 134-159, (1994).
- Blackmore, G. “Interspecific Variation in Heavy Metal Body Concentrations in Hong Kong Marine Invertebrates”, *Environmental Pollution*, 114: 303-311, (2001).
- Blasco J and Puppo, J. “Effect of Heavy Metals (Cu, Cd and Pb) on Aspartate and Alanine Aminotransferase in *Ruditapes philippinarum* (Mollusca: Bivalvia)”. *Comp. Biochem. Physiol. Pharmacol. Toxicol. Endocrinol.*, 122: 253–63, (1999).

- Borges, K. M. and Wetterhan, K. E. "Chromium Cross-links Glutathione and Cysteine to DNA", *Carcinogenesis*, 10: 2165-2168, (1989).
- Bryan, G.W. "Heavy Metal Contamination in the Sea.", In: Johnston, R (ed.) *Marine Pollution*, Academic Pres. Inc., London, Great Britain, 185-302, (1979).
- Burger, J., Gaines, K. F., Boring, C. S., Stephens, W. L., Snodgrass, J., Dixon, C., McMahan, M., Shukla, S., Shukla, T. and Gochfeld, M. "Metal levels in Fish from the Savannah River: Potential Hazards to Fish and other Receptors", *Environmental Research Section A*, 89: 85-97, (2002).
- Canlı, M and Kargın, F. "A Comparative Study on Heavy Metal (Cd, Cr, Pb and Ni) Accumulation in Tissues of the Carp *Cyprinus carpio* and the Nile Fish *Tilapia nilotica*", *Turkish Journal of Zoology*, 19: 165-171, (1995).
- Canlı, M., Ay, Ö. and Kalay, M. "Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Ni) in Tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan River", *Turk. J. Zool.*, 22(3): 149-157, (1998).
- Canlı, M. and Atlı, G. "The Relationship between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species", *Environmental Pollution*, 121(1): 129-136, (2003).
- Chan, H.M. and Cherian, M.G. "Protective Roles of MT and Glutathione in Hepatotoxicity of Cadmium", *Toxicology*, 72: 281-290, (1992).
- Chinni, S. and Yallapragada, P.R. "Toxicity of Copper, Cadmium, Zinc and Lead to *Penaus indicus* Postlarva: Effects of Individual Metals", *J. of Environmental Biol.*, 21: 255-258, (2000).
- Cicik, B. and Erdem, C. "Effects of Copper on the Quantitative Protein Changes in Liver and Muscle Tissues of *Tilapia nilotica*", *Biyokimya Dergisi*, 17(1): 51-64, (1992).
- Cicik, B. "*Cyprinus carpio*'da Bakır, Çinko ve Bakır + Çinko Karışımında Solungaç, Karaciğer ve Kas Dokularındaki Metal Birikiminin Nicel Protein, Glikojen ve Kandaki Bazı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri", Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD, Adana, 107 s, (1995).

- Cicik, B. “Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio*)’nın Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri”, Ekoloji Çevre Dergisi, 48(12): 32-36, (2003).
- Cicik, B., Ay, Ö. and Karayakar, F. “Effects of Lead and Cadmium Interactions on the Metal Accumulation in Tissue and Organs of the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)” Bull. Environ. Contam. Toxicol., 72: 141-148, (2004).
- Cicik, B. and Engin, K. “The Effects of Cadmium on Levels of Glucose in Serum and Glycogen Reserves in the Liver and Muscle Tissues of *Cyprinus carpio* (L., 1758)”, Turkish J. Vet. Ani. Sci., 29(1): 113-117, (2005).
- Corrêa, J.D., Silva, M.R., Silva, A.C.B., Lima, S.M.A., Malm, O. and Allodi, S. “Tissue Distribution, Subcellular Localization and Endocrine Distribution Patterns Induced by Cr and Mn in the Crab *Ucides cordatus*”, Aquatic Toxicology, 73: 139-154, (2005).
- Çiftçi, N, Karayakar, F., Erdem, C., Ay, Ö., Karaytuğ, S. ve Cicik, B. “Kurşunun *Brachidontes pharaonis*’in Hepatopankreas, Kas, Solungaç Dokularındaki Birikimi ile Hepatosomatik İndeks Üzerine Etkileri”, II. Ulusal Malakoloji Sempozyumu, Adana, 127-137, (2009).
- Çiftçi, N., Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö. and Günalp, C. “Accumulation of Chromium in Liver, Gill and Muscle Tissues of *Oreochromis niloticus*”, Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(14): 1958-1960, (2010).
- Debetto, P., Arslan, P. and Luciani, S. “Uptake of Chromate by Ray Thymocytes and Role of Glutathione in its Cytoplasmic Reduction”, Xenobiotica, 18: 657-664, (1988).
- Demirak, A., Balcı, A., Dalman, Ö. and Tüfekçi, M. “Chemical Investigation of Water Resources Around the Yatagan Thermal Power Plant of Turkey”, Water, Air and Soil Pollution, 162(1-4): 171-181, (2005).

- Deviller, G., Palluel, O., Aliaume, C., Asnthi, H., Sanchez, W., Franco Nava, M.A., Blancheton, J-P. and Casellas, C. "Impact Assessment of Various Rearing Systems on Fish Health Using Multibiomarker Response and Metal Accumulation", *Ecotoxicol. and Environ. Safety*, 61: 89-97, (2005).
- Duffus, J. H., and Worth, H. G. J. "Fundamental Toxicology for Chemists", Cambridge, U K. Royal Society of Chemistry Information Services, (1996).
- Eisler, R. "Chromium Hazards to Fish, Wildlife and Invertebrates: A Synoptic Review". U. S. Fish and Wildlife Service Rep. 85, Washington DC, (1986).
- Farag, A.M., May, T., Marty, G.D., Easton, M., Harper, D.D., Little, E.E. and Cleveland, L. "The Effect of Chronic Chromium Exposure on the Health of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*)", *Aquatic Toxicology*, 76: 246-257, (2006).
- Flos, R., Caritat, A. and Balasch, J. "Zinc Content in Organs of Dogfish (*Scyliorhinus canicula* L.) Subjected to Sublethal Experimental Aquatic Zinc Pollution", *Comp. Biochem. Physiol.*, 64(C): 77-81, (1979).
- Fromm, P.O. and Schiffman, R.H. "Toxic Action of Hexavalent Chromium on Largemouth Bass", *Journal of Wildlife Management*, 22(1): 40-44, (1958).
- Garg, S., Gupta, R.K and Jain, K.L. "Sublethal Effects of Heavy Metals on Biochemical Composition and Their Recovery in Indian Major Carps", *Journal of Hazardous Materials*, 163: 1369-1384, (2009).
- Gautam, A.K. and Guppa, M.L. "Chromium Induces Hematological Anomalies in a Freshwater Fish *Channa punctatus* (Bl)", *J. Environ. Biol.*, 10: 239-243, (1989).
- Gbem, T.T., Balogun, J.K., Lawal, F.A. and Annune, P.A. "Trace Metal Accumulation in *Clarias gariepinus* (Teugels) Exposed to Sublethal Levels of Tannery Effluent", *The Science of the Total Environment*, 271: 1-9, (2001).

- Ghorpade, N., Mehta, V., Khare, M., Sinkar, P., Krishnan, S. and Rao, C.V. "Toxicity Study of Diethyl Phthalate on Freshwater Fish *Cirrhina mrigala*", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53: 255-258, (2002).
- Greig, R. and Wenzloff, D. "Final Report on Heavy Metals in Small Pelagic Finfish, Euphausiid Crustaceans and Apex Predators, Including Sharks, as well as on Heavy Metals and Hydrocarbons (C15+) in Sediments Collected at Stations in and Near Deepwater Dumpsite 106", in U.S. Dep. Com. NOAA, Rockville, 547-564, (1977).
- Grobler, E., Du Perez, H.H. and Van Vuren, J.H.J. "Toxic Effects of Zinc and Iron on the Routine Oxygen Consumption of *Tilapia sparmanii* (Cichlidae)", *Comp. Biochem. Physiol.*, 94(1): 207-214, (1989).
- Heath, A.G. "Water Pollution and Fish Physiology", CRC Pres, Inc. Boca Raton, Florida, 245, (1985).
- Hilmy, A.M, El-Domiaty, N.A., Daabees, A.Y. and Abdel Latife, H.A. "Some Physiological and Biochemical Indices of Zinc Toxicity in Two Freshwater Fishes, *Clarias lazera* and *Tilapia zilli*", *Comp. Biochem. Physiol.*, 87(2): 297-301, (1987).
- Hodson, P.V. "The Effect of Metal Metabolism on Uptake, Distribution and Toxicity in Fish", *Aquatic Toxicology*, 11: 3-18, (1988).
- Ip, C.C.M., Li, X.D., Zhang, G., Wong, C.S.C. and Zhang, W.L. "Heavy Metal and Pb Isotopic Compositions of Aquatic Organisms in the Pearl River Estuary, South China", *Environmental Pollution*, 138: 494-504, (2005).
- Irato P., Santovito, G. Cassini, A. Piccinni E. and Albergoni. V. "Metal Accumulation and Binding Protein Induction in *Mytilus galloprovincialis*, *Scapharca inaequivalvis* and *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice", *Arch Environ Contam Toxicol.*, 44: 476-484, (2003).
- James, R. and Sampth, K. "Sublethal Effects of Mixtures of Copper and Amonia on Selected Biochemical and Physiological Parameters in the Catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch), *Ind. J. Exp. Biol.*, 30: 496-499, (1995).

- Kádár, E., Costa, V. and Segonzag, M. “Trophic Influences of Metal Accumulation in Natural Pollutant Laboratories at Deep-sea Hydrothermal Vents of the Mid-Atlantic Ridge”, *Science of the Total Environment*, 373(2-3): 464-472, (2007).
- Karataş, S., Erdem, C. ve Cicik, B. “Kadmiyumun *Cyprinus carpio* (L. 1758)'da Serum Aspartat Aminotransferaz, Alanin Aminotransferaz ve Glukoz Düzeyi Üzerine Etkileri”, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 55(14): 18-23, (2005).
- Karayakar, F., Çiftçi, N., Erdem, C., Ay, Ö., Karaytuğ, S. ve Cicik, B. “*Brachidontes pharaonis*'in Kas, Solungaç ve Hepatopankreas Dokularındaki Kadmiyum ve Çinko Birikimi”, II. Ulusal Malakoloji Sempozyumu, Adana, 201-210, (2009).
- Karayakar, F., Cicik, B., Çiftçi, N., Karaytuğ, S., Erdem, C. and Ay, Ö. “Accumulation of Copper in Liver, Gill and Muscle Tissues of *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17): 2271-2274, (2010).
- Khengarot, B.S., Rathore, R.S. and Tripathi, D.M. “Effect of Chromium on Humoral and Cell-Mediated Immune Responses and Host Resistance to Disease in a Freshwater Catfish, *Saccobranhus fossilis* (Block)”, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 43: 11-20, (1999).
- Kock, G., Triendl, M. and Hofer, R. “Seasonal Patterns of Metal Accumulation in Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) from an Oligotrophic Alpine Lake Related to Temperature”, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 780-786, (1996).
- Koli, A.K., Williams, W.R., McClary, E.B., Wright, E.L. and Burrell, T.M. “Mercury Levels in Freshwater Fish of the State of South Carolina”, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 17(1): 82-89, (1977).
- Kumar, K.A. and Achyuthan, H. “Heavy Metal Accumulation in Certain Marine Animals along the East Coast of Chennai, Tamil Nadu, India”, *Journal of Environmental Biology*, 28(3): 637-643, (2007).

- Langard, S and Norseth, T. “Chromium”, in: Handbook on the Toxicology of Metals, (L. Friberg, G. F. Nordberg ve V. B. Vouk (Eds.), Elsevier/North Holland Biomedical Press, 383-397, (1979).
- Langston, W.J., Chesman, B.S., Burt, G.R., Pope, N.D. and McEvoy, J. “Metallothionein in Liver of Eels *Anguilla anguilla* from the Thames Estuary: An Indicator of Environmental Quality”, Mar. Environ. Res., 53(3): 263-293, (2002).
- Leonard, A and Lauwerys, R.R. “Carcinogenicity and Mutagenity of Chromium”, Mutat. Res., 76: 227-239, (1980).
- Levesque, H.M.T.W., Moon, P.G.C., Campbell, G.C. and Hontela, A. “Seasonal Variation in Carbohydrate and Lipid Metabolism of Yellow Perch (*Perca fluviatilis*) Chronically Exposed to Metals in the Field”, Aquat. Toxicol., 60: 257-267, (2002).
- Ma, W., Wang, L., He, Y. and Yan, Y. “Tissue specific cadmium and metallothionein levels in freshwater crab *Sinopotamon henanense* during acute exposure to waterborne cadmium”, Environ. Toxicol., 23: 393-400, (2008).
- Marchese, M., Gagneten, A.M., Parma, M.J. and Pavé, P.J. “Accumulation and Elimination of Chromium by Freshwater Species Exposed to Spiked Sediments”, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 55: 603-609, (2008).
- Martin, M., Osborn, K.E., Billing, P. and Glickstein, N. “Toxicities of Ten Metals to *Crassostrea gigas* and *Mytilus edulis* embryos and *Cancer magister* Larvae”, Marine Pollution Bulletin, 12(9): 305-308, (1981).
- Martinez, M., DelRamo, J., Torreblanca, D.M. and Pastor, A. “Presence of Cd Binding Proteins in Pre-Exposed and Not Pre-Exposed Cd Brine Shrimp *Artemia*”, Toxicol. Environ. Chemist., 31: 417-424, (1991).
- Merlini, M. “Some Consideration on Heavy Metals in the Marine Hydrosphere and Biosphere”, Thallassia Jugoslavica, 16(2-4): 367-376, (1980).

- Mishra, A.K. and Mohanty, B. “Chronic Exposure to Sublethal Hexavalent Chromium Affects Organ Histopathology and Serum Cortisol Profile of a Teleost, *Channa punctatus* (Bloch)”, *Science of the Environment*, 407: 5031-5038, (2009).
- Murti, R., Omkar, O. and Shukla, G. S. “Chromium Toxicity to a Freshwater Prawn *Macrobrachium lamarrei* (H. M. Edwards), *Toxicol. Lett.*, 18: 257-261, (1983).
- Nath, K. and Kumar, N. “Hexavalent Chromium: Toxicity and Its Impact on Certain Aspects of Carbohydrate Metabolism of the Freshwater Teleost, *Colisa fasciatus*”, *The Science of the Total Environment*, 72: 175-181, (1988).
- Nicholson, S. and Szefer, P. “Accumulation of Metals in the Soft Tissues, Byssus and Shell of the Mytilid Mussel *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) from Polluted and Uncontaminated Locations in Hong Kong Coastal Waters”, *Marine Pollution Bulletin*, 46: 1035-1048, (2003).
- Nussey, G., Van Vuren, J.H.J. and Du Preez, H.H. “Bioaccumulation of Chromium, Manganese, Nickel and Lead in the Tissues of the Moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae), from Witbank Dam, Mpumalanga”, *Water SA.*, 26: 269-284, (2000).
- Olsson, P.E. and Haux, C. “Rainbow Trout Metallothionein”, *Inorg. Chim. Acta.*, 107: 67-71, (1985).
- Olsson, P., Larsson, A. and Haux, C. “Metallothionein and Heavy Metal Levels in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) During Exposure to Cadmium in the Water”, *Mar. Environ. Res.*, 24: 151-153, (1988).
- Parlak, H., Katalay, S. and Büyükişik, B. “Accumulation and Loss of Chromium by mussels (*M. galloprovincialis*)”, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 62: 286-292, (1999).
- Pickering, Q.H. and Henderson, C. “The Acute Toxicity of Some Heavy Metals to Different Species of Warmwater Fishes”, *Air Water Pollut. Int. J.*, 10: 453-463, (1966).



- Plummer, D. T. "Practical Biochemistry", Mc Graw Hill Book Company Ltd., England, 369, (1971).
- Rao, K.R. and Doughtie, D.G. "Histopatological Changes in Grass Shrimp Exposed to Chromium, Pentachlorophenol and Dithiocarbamates", Marine Environ. Res., 14: 371-395, (1984).
- Radhakrishnaiah, K., Venkataramana, P., Suresh, A. and Sivaramakrishna, B. "Effects of Lethal and Sublethal Concentrations of Copper on Glycolysis in Liver and Muscle of the Freshwater Teleost *Labeo rohita*", J. Environ. Biol., 13: 63-68, (1992).
- Rholf, J. F. and Sokal, R. R. "Statistical Tables", W. H. and Freeman Company, San Francisco, 253, (1969).
- Ruelas-Inzunza, J., Soto, L. A. and Páez-Osuna, F. "Heavy-metal Accumulation in the Hydrothermal Vent Clam *Vesicomya gigas* from Guaymas Basin, Gulf of California", Deep-Sea Research I, 50: 757-761, (2003).
- Sağlamtimur, B., Cicik, B. ve Erdem, C. "Farklı Ortam Değişimleri Etkisinde Bakır, Bakır + Kadmiyum Karışımının *Oreochromis niloticus* (L.)'un Solungaç, Karaciğer, Böbrek ve Kas Dokularındaki Bakır Birikimi Üzerine Etkileri", Turkish J. Vet. Ani. Sci., 27: 813-820, (2003).
- Sastry, K.V. and Subhadra, K.M. "Effects of Cadmium on Some Aspects of Carbohydrate Metabolism in Freshwater Catfish *Heteropneustes fossilis*", Toxicology Letters, 14: 45-55, (1982).
- Sastry, K.V. and Sunita, K. "Chronic Toxic Effects of Chromium in *Channa punctatus*", J. Environ. Biol., 5: 47-52, (1984).
- Saxena, D. and Tripathi, M. "Hexavalent Chromium Induces Biochemical Alterations in Air-Breathing Fish, *Channa punctatus*", Journal of Ecophysiology and Occupational Health, 7(3-4): 171-175, (2007).
- Sesha, S.V. and Balaparameswara, R.M. "Acute Toxicity of Chromium to the Freshwater Fish *Labeo rohita* (Ham)", Indian J. Comp. Anim. Physiol., 14: 30-32, (1996).

- Sesha, S.V. and Balaparameswara, R.M. "Chromium Induces Alterations in the Gill of the Freshwater Fish *Labeo rohita* (Ham)", Indian J. Comp. Anim. Physiol., 18: 82-93, (1998).
- Sesha, S.V. and Balaparameswara, R.M. "Chromium Induces Alterations in the Oxygen Consumption of the Freshwater Teleost Fish, *Labeo rohita*", Pollut. Res., 18: 377-380, (1999).
- Seymore, T. "Bioaccumulations of Metals in *Barbus maraquensis* from the Olifant River, Kruger National Park and Lethal Levels of Manganese to Juvenile", MSc. Thesis, Rand Afrikaans University, Africa, 66 p. (1994).
- Singh, H.S. and Reddy, T.V. "Effect of Copper Sulfate on Hematology, Blood Chemistry and Hepato-somatic Index of Indian Catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), and Its Recovery", Ecotoxicol. Environ. Safety, 20: 30-35, (1990).
- Singh, J., Bridgewater, L.C. and Patierno, S.R. "Differential Sensitivity of Chromium-mediated DNA Crosslinks and DNA Protein Crosslinks to Disruption by Alkali and EDTA", Toxicol. Sci., 45: 72-76, (1998).
- Singh, D. and Singh, A. "Biochemical Alteration in Freshwater Fish *Channa punctatus* due to Latices of *Euphorbia roylena* and *Jatropha gossypifolia*", Environmental Toxicology and Pharmacology, 12: 129-136, (2002).
- Soydemir, N., Cicik, B. ve Ekingen, G. "*Brachidontes pharaonis*'in Kas, Solungaç ve Hepatopankreas Dokularındaki Bakır Birikimi", Turkish Journal of Aquatic Life, 2(2): 171-178, (2004).
- Spry, D.J. and Wiener, J.G. "Metal Bioavailability and Toxicity to Fish in Low-alkalinity Lakes: a Critical Review", Environ. Pollut., 71: 243-304, (1991).
- Sridevi, B. and Reddy, S.L.N. "Effect of Trivalent and Hexavalent Chromium on Carbohydrate Metabolism of a Freshwater Field Crab, *Barytelphusa guerini*", Environ. Monito.Assess., 61: 293-302, (2000).

- Srivastava, R., Upreti, R.K., Seth, P.K. and Chaturvedi, U.C. "Effects of Chromium on the Immune System", FEMS Immunology and Medical Microbiology, 34: 1-7, (2002).
- Svecevicus, G. "Acute Toxicity of Hexavalent Chromium to European Freshwater Fish", Bull. Environ. Contam. Toxicol., 77(5): 741-747, (2006).
- Snyder, C. A. and Valle, C. D. "Immune Function Assays as Indicators of Chromate Exposure", Environmental Health Perspectives, 92: 83-86, (1991).
- Taylor, Jr. F. G. and Parr, P. D. "Distribution of Chromium in Vegetation and Small Mammals Adjacent to Cooling Towers", J. Tenn. Acad. Sci., 53: 87-91, (1978).
- Teles, M., Pacheco, M. and Santos, M.A. "Physiological and Genetic Responses of European Eel (*Anguilla anguilla* L.) to Short-Term Chromium or Copper Exposure-Influence or Preexposure to a PAH-Like Compound", Environ. Toxicol., 20: 92-99, (2005).
- Tennant, D. A. and Forster, W. D. "Seasonal variations and distribution of 65-Zn, 54-Mn, and 51-Cr in Tissues of the Crab *Cancer magister* Dana", Health Phys, 18: 649-659, (1969).
- Towil, L. E., Shriner, C. R., Drury, J. S., Hammons, A. S. and Holleman, J. W. "Reviews of the Environmental Effects of Pollutants: III Chromium", U.S. Environ. Protection Agency Rep. 600/1-78-023, 287, (1978).
- Tulasi, S.J., Reddy, P.U. and Rao, J.V.R. "Accumulation of Lead and Effects on Total Lipids and Lipid Derivatives in the Freshwater Fish *Anabas testudineus*", Ecotoxicology and Environmental Safety, 23: 33-38, (1992).
- Ureña, R., Peri, S., Del Ramo, J. and Torreblanca, A. "Metal and Metallothionein Content in Tissues from Wild and Farmed *Anguilla anguilla* at Commercial Size", Environ. Int. 33: 532-539, (2007).
- Van Der Putte, I., Lubbers, J. and Kolar, Z. "Effect of pH on Uptake, Tissue Distribution and Retention of Hexavalent Chromium in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*)", Aquatic Toxicology, 1: 3-18, (1981).

- Van Hoof, F. and Van San, M. "Analysis of Copper, Zinc, Cadmium and Chromium in Fish Tissues. A Tool for Detecting Metal Caused Fish Kills", *Chemosphere*, 10: 1127-1135, (1981).
- Van Vuren, J.H.J., Van Der Merwe, M. and DuPreez, H.H. "The Effect of Copper on the Blood Chemistry of *Clarias gariepinus* (Clariidae)", *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 29: 187-199, (1994).
- Velez, D. and Montero, R. "Arsenic Speciation in Manufactured Seafood Products: A Review", *J. Food. Protect.*, 61(9): 1240-1245, (1998).
- Venu Gopal, N.B.R.K., Chandravathy, V.M., Sultana, S. and Reddy, S.L.N. "In vivo Recovery of Glycogen Metabolism in Hemolymph and Tissues of Freshwater Field Crab *Brytelphusa guerini* on Exposure to Hexavalent Chromium", *Ecotoxicol. and Environ. Safety*, 20: 20-29, (1990).
- Viarengo, A. "Biochemical Effects of Trace Metals", *Mar. Poll. Bull.*, 16(4): 153-158, (1985).
- Vinodhini, R. and Narayanan, M. "Bioaccumulation of Heavy Metals in Organs of Freshwater Fish *Cyprinus carpio* (Common Carp)", *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 5(2): 179-182, (2008).
- Vutukuru, S.S. "Chromium Induced Alterations in Some Biochemical Profiles of the Indian Major Carp, *Labeo rohita* (Hamilton)", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 70: 118-123, (2003).
- Vutukuru, S.S. "Acute Effects of Hexavalent Chromium on Survival, Oxygen Consumption, Hematological Parameters and Some Biochemical Profiles of the Indian Major Carp, *Labeo rohita*", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2(3): 456-462, (2005).
- Vutukuru, S.S., Prabbath, N.A., Raghavender, M. and Yerramilli, A. "Effect of Arsenic and Chromium on the Serum Amino-Transferases Activity in Indian Major Carp, *Labeo rohita*", *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 4(3): 224-227, (2007).

- Walsh, A. R., O'Halloran, J. and Gower, A. M. "Some effects of elevated chromium (III) in sediments to mullet *Chelon labrosus* (R)", *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 27: 168-176, (1994).
- Walsh, A. R. and O'Halloran, "The Accumulation of Chromium by Mussels *Mytilus edulis*, (L) as a Funtion of Valency, Solubility and Ligation", *Mar. Environ. Res.*, 43: 41-53, (2007).
- Wang, W. "Interactions of Trace Metals and Different Marine Food Chains", *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 243: 295-309, (2002).
- Wedemeyer, G. A. and Yasutake, W. T. "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, (1977).
- Wepener, V., Van Vuren, J.H.J. and Du Preez, H.H. "Uptake and Distribution of a Copper, Iron and Zinc Mixture in Gill, Liver and Plasma of a Freshwater Teleost, *Tilapia sparmanii*", *Water S.A.*, 27(1): 99-108, (2001).

## ÖZGEÇMİŞ ve ESERLER LİSTESİ

**Adı Soyadı** : Nuray ÇİFTÇİ

**Doğum Tarihi** : 01.02.1977

**Öğrenim Durumu** :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Fen Bilimleri	Burdur Cumhuriyet Lisesi	1991-1994
Lisans	Su Ürünleri Fakültesi	Mersin Üniversitesi	1995-1999
Yüksek Lisans	Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri A.B.D	Mersin Üniversitesi	2000-2004

### Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Arş. Gör.	Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi	2000-2010
Memur	Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi	2010-

## ESERLER

### Uluslar Arası SCI, SCI-Expanded Kapsamında Taranan Dergilerde Yayınlanan Makaleler:

1. Kideys, A. E, **Soydemir, N.**, Eker, E., Vladymyrov, V., Soloviev, D., Melin, F. “Phytoplankton Distribution in the Caspian Sea During March 2001”. *Hydrobiologia*, **543**:159–168, (2005).
2. Ediger, D., **Soydemir, N.**, Kideys, A. E. “Estimation of Phytoplankton Biomass Using HPLC Pigment Analysis in the Southwestern Black Sea”, *Deep-Sea Research II*, **53**:1911–1922, (2006).
3. **Çiftçi, N.**, Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö., Günalp, C. “Accumulation of Chromium in Liver, Gill and Muscle Tissues of *Oreochromis niloticus*”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **9(14)**:1958-1960, (2010).

4. Karaytuğ, S., Karayakar, F., **Çiftçi, N.**, Cicik, B., Ay, Ö., Erdem, C. “Effects of Cadmium on Sera Glucose and Cortisol Levels in *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)”, Journal of Animal and Veterinary Advances, **9(16)**:2159-2162, (2010).
5. Karayakar, F., Cicik, B., **Çiftçi, N.**, Karaytuğ, S., Erdem, C., Ay, Ö. “Accumulation of Copper in Liver, Gill and Muscle Tissues of *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)”, Journal of Animal and Veterinary Advances, **9(17)**: 2271-2274, (2010).
6. Karayakar, F., Karaytuğ, S., Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö., **Çiftçi, N.** “Heavy Metal Levels in Five Species of Fish Caught From Mersin Gulf”, Fresenius Environmental Bulletin, **19(10)**: 2222-2226, (2010).
7. **Çiftçi, N.**, Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö., Karayakar, F., Karaytuğ, S. “Accumulation of Chromium in Hepatopancreas, Gill and Muscle Tissues of *Callinectes sapidus*”, Fresenius Environmental Bulletin, (Yayına Kabul Edildi).

#### **Uluslar Arası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler:**

8. **Çiftçi (Soydemir), N.**, Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö. “Effects of Lead on Sera Parameters and Hematocrit Levels in *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)”. Journal of Fisheries Science, **2(4)**:616-622, (2008).
9. **Çiftçi, N.**, Günalp, C, Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö. “Effects of Chromium on the Hematocrit Levels and Erythrocyte Numbers of *Cyprinus carpio*”, NWSA, Ecological Life Sciences, **5(2)**:82-88, (2010).

#### **Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler:**

10. **Soydemir, N.**, Cicik, B., Ekingen, G. “*Brachidontes pharaonis*'in Kas, Solungaç ve Hepatopankreas Dokularındaki Bakır Birikimi”, Turkish Journal of Aquatic Life, **2(2)**:171-178, (2004).

11. Soydemir, N., Cicik, B. “Sucul Ortamlarda Hipoksiyaya Neden Olan Faktörler ve Hipoksiyanın Balıklar Üzerine Etkileri”, *Aqualife of Turkey*, **8(2)**:44-45, (2006).

**Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Özeti Basılan Poster/Bildiriler:**

12. Soydemir, N., Kideys, A.E., Ekingen, G. “Phytoplankton Composition of the Western Black Sea During R/V Knorr Cruise in May-June 2001”, Second International Conference on Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of Two Interconnected Basins, Ankara, Turkey, *Bildiri/Poster Özet Kitabı*, 360, (2002).

**Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Tam Metni Basılan Poster/Bildiriler:**

13. Soydemir, N., Kideys, A.E., Ekingen, G. “Phytoplankton Composition of the Western Black Sea During R/V Knorr Cruise in May-June 2001”. Second International Conference on Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of the Two Interconnected Basins Ankara, TURKEY, (ed:Ayşen Yılmaz) *Tübitak*, 624-627, (2002).

**Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Özeti Basılan Bildiriler:**

14. Ayas, D., Soydemir, N. “Sıcak Tütsülenmiş ve Yağda Kızartılmış Sazan (*Cyprinus carpio*)’ların Kimyasal Kompozisyon Değişimleri”, XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, *Bildiri/Poster Özet Kitabı*, 30, (2003).



15. Ayas, D., **Soydemir, N.** “Nil Tilapyasında (*Oreochromis niloticus* L. 1758) Farklı Yemler ile Beslenmenin Performans ve Kimyasal Kompozisyona Etkileri”, XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 187, (2003).
16. **Çiftçi (Soydemir), N.**, Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö. “Kurşunun *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)'da Serum Parametreleri ile Hematokrit Düzeyi Üzerine Etkileri”, XIV Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Muğla, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 6, (2007).
17. Cicik, B., Şahin, Z.B., Karayakar, F., Erdem, C., Karataş, S., **Çiftçi, N.** “Bakırın Farklı Süre ve Ortam Derişimlerinde *Oreochromis niloticus*'da Hematolojik Parametreler Üzerine Etkileri”. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, Bildiri Özet Kitabı, 21, (2009).
18. **Çiftçi (Soydemir), N.**, Ay, Ö., Erdem, C., Cicik, B., Günalp, C. “Kurşun'un *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'da Serum Glukoz, Protein ve Kolesterol Düzeyleri Üzerine Etkileri”, XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Muğla, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 205, (2007).
19. **Çiftçi, N.**, Günalp, C., Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö. “Krom'un *Cyprinus carpio*'nun Hematokrit Düzeyi ile Eritrosit Sayısı Üzerine Etkileri”. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 423, (2009).
20. **Çiftçi, N.**, **Cicik, B.**, Erdem, C., Ay, Ö., Günalp, C. “*Oreochromis niloticus*'un Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Krom Birikimi”. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 425, (2009).
21. Cicik, B., Şahin, Z.B., Karayakar, F., Erdem, C., Karataş, S. ve **Çiftçi, N.** “Bakırın Farklı Süre ve Ortam Derişimlerinde *Oreochromis niloticus*'da

Hematolojik Parametreler Üzerine Etkileri". Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 21, (2009).

22. Karayakar, F., Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö., Karataş, S., **Çiftçi, N.** "Mersin Körfezi'nde Avlanan ve Karaduvar Balıkçı Barınağından Tüketime Sunulan Çeşitli Balık Türlerindeki Ağır Metal Düzeyleri". Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 26, (2009).

23. **Çiftçi, N.**, Cicik, B., Erdem, C., Ay, Ö., Karayakar, F., Karaytuğ, S. "Callinectes sapidus'un Hepatopankreas, Solungaç ve Kas Dokularındaki Krom Birikimi" Ekoloji 2010 Sempozyumu, Aksaray, Birdiri /Poster Özetleri Kitabı, 56, (2010).

24. Karayakar, F., Cicik, B., **Çiftçi, N.**, Karaytuğ, S., Erdem, C., Ay, Ö. "Bakırın Farklı Ortam Derişimlerinde *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)'nın Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikimi", Ekoloji 2010 Sempozyumu, Aksaray, Birdiri /Poster Özetleri Kitabı, 57, (2010).

#### **Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Özeti Basılan Posterler:**

25. **Soydemir, N.**, Ekingen, G., Eker, E., Vıladırmırov, V., Koçhisarlı, N., Kıdeyş, A.E. "Hazar Denizi'nin Mart 2001'deki Fitoplankton Dağılımı", I. Alg Teknolojisi Sempozyumu, İzmir, (2001).

26. **Soydemir, N.** "Doğu Karadeniz'in Fitoplankton Kompozisyonu", XIV Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Mugla, Bildiri/Poster Özet Kitabı, 262, (2007).

27. Cicik, B., Erdem, C., Çiftçi, N., Karayakar, F., Karaytuğ, S., Ay, Ö. "Callinectes sapidus (Rathburn, 1896)'un Hepatopankreas, Solungaç ve Kas Dokularındaki Bakır Birikimi", Ekoloji 2010 Sempozyumu, Aksaray, Birdiri /Poster Özetleri Kitabı, 188, (2010).

**Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Tam Metni Basılan Poster/Bildiriler:**

- 28. Soydemir, N.**, Ekingen, G., Eker, E., Kıdeyş, A.E. “Marmara Denizi'nin 1998 Yılı Fitoplankton Dağılımı”. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Hatay, Bildiri Kitabı, Cilt:1, 171-180, (2001).
- 29. Soydemir, N.**, Cicik, B., Ekingen, G. “*Brachidontes pharaonis*'in Kas, Solungaç ve Hepatopankreas Dokularındaki Bakır Birikimi”, I. Ulusal Malakoloji Kongresi, İzmir, 171-177, (2004).
- 30. Çiftçi, N.**, Karayakar, F., Erdem, C., Ay, Ö., Karaytuğ, S., Cicik, B. “Kurşun'un *Brachidontes pharaonis*'in Hepatopankreas, Kas, Solungaç Dokularındaki Birikimi ile Hepatosomatik İndeks Üzerine Etkileri”. II. Ulusal Malakoloji Sempozyumu, Adana, 127-137, (2009).
- 31. Karayakar, F.**, **Çiftçi, N.**, Erdem, C., Ay, Ö., Karaytuğ, S., Cicik, B. “*Brachidontes pharaonis*'in Kas, Solungaç ve Hepatopankreas Dokularındaki Kadmiyum ve Çinko Birikimi”. II. Ulusal Malakoloji Sempozyumu, Adana, 201-210, (2009).