

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDEKİ KİRLLETİCİ
KAYNAKLARIN SU KALİTESİ VE *CAPOETA TRUTTA*
(HECKEL, 1843)'NİN ÜREME BİYOLOJİSİ VE GELİŞİMİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Özgür CANPOLAT

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Metin ÇALTA

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	XXV
ÖZET	XXIX
ABSTRACT	XXXI

Hata! Hiçbir içindekiler tablosu ögesine rastlanmadı.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1.1. Balık örneklerinin alındığı Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nın coğrafik konumu.....	13
Şekil 3.1.2. Balık örneklerinin alındığı Etibank Ferro Krom İşletmesi (Örencik)'nin coğrafik konumu.....	14
Şekil 3.1.3. Balık örneklerinin alındığı Ağın Deri Fabrikası (Ağın)'nın coğrafik konumu.....	15
Şekil 3.1.4. Balık örneklerinin alındığı Pertek Feribot İskelesi (Aydıncık)'nin coğrafik konumu.....	16
Şekil 3.1.5. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu bölge	17
Şekil 3.1.6. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden gelen atık sular ve örnekleme bölgesi (1. istasyon).....	18
Şekil 3.1.7. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden gelen atık suların Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (2. istasyon).....	19
Şekil 3.1.8. Örencik bölgesinde örneklemenin yapıldığı açık bölge (3. istasyon).....	19
Şekil 3.1.9. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suların deşarjı (4. istasyon).....	20
Şekil 3.1.10. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (5. istasyon).....	21
Şekil 3.1.11. Ağın bölgesinde örneklemenin yapıldığı açık bölge (6. istasyon).....	22
Şekil 3.1.12. Referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesi	22
Şekil 4.1.1.1. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında su sıcaklığının aylara göre değişimi	32
Şekil 4.1.1.2. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında pH değerlerinin aylara göre değişimi	32
Şekil 4.1.1.3. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylara göre değişimi	33
Şekil 4.1.1.4. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi.....	34
Şekil 4.1.1.5. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi	34
Şekil 4.1.1.6. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	35
Şekil 4.1.2.1. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde su sıcaklığının aylara göre değişimi	36

Şekil 4.1.2.2. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde pH değerlerinin aylara göre değişimi.....	36
Şekil 4.1.2.3. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.....	37
Şekil 4.1.2.4. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi.....	38
Şekil 4.1.2.5. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.....	38
Şekil 4.1.2.6. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde çözünmüş madde konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	39
Şekil 4.1.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde su sıcaklığının aylara göre değişimi.....	40
Şekil 4.1.3.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde pH değerlerinin aylara göre değişimi.....	40
Şekil 4.1.3.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	41
Şekil 4.1.3.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi.....	42
Şekil 4.1.3.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.....	42
Şekil 4.1.3.6. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	43
Şekil 4.2.1.1. Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	44
Şekil 4.2.2.1. Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	45
Şekil 4.2.2.2. Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	46

Şekil 4.2.2.3. Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	47
Şekil 4.2.2.4 Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	47
Şekil 4.2.3.1. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	48
Şekil 4.2.3.2. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	49
Şekil 4.2.3.3. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	50
Şekil 4.2.3.4. Ağın bölgesinde açık bölgeden alınan su örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	50
Şekil 4.2.3.5. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	51
Şekil 4.2.3.6. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	51
Şekil 4.2.3.7. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	52
Şekil 4.2.3.8. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	52
Şekil 4.2.3.9. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	53
Şekil 4.2.3.10. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	53
Şekil 4.2.3.11. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi	54
Şekil 4.2.3.12. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi	55
Şekil 4.2.3.13. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki As konsantrasyonunun aylara göre değişimi	55
Şekil 4.2.3.14. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Hg konsantrasyonunun aylara göre değişimi	56
Şekil 4.3.1.1 Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	63

Şekil 4.3.1.2. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	64
Şekil 4.3.1.3. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	64
Şekil 4.3.1.4. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	65
Şekil 4.3.1.5. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi	65
Şekil 4.3.1.6. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	66
Şekil 4.3.2.1. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	67
Şekil 4.3.2.2. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	68
Şekil 4.3.2.3. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	69
Şekil 4.3.2.4. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	69
Şekil 4.3.2.5. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi	70
Şekil 4.3.2.6. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	70
Şekil 4.3.3.1. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	71
Şekil 4.3.3.2. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	72
Şekil 4.3.3.3. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	73
Şekil 4.3.3.4. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	73
Şekil 4.3.3.5. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi	74
Şekil 4.3.3.6. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	75

Şekil 4.3.3.7. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde As konsantrasyonunun aylara göre değişimi	75
Şekil 4.3.3.8. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Hg konsantrasyonunun aylara göre değişimi	76
Şekil 4.3.4.1. Ağın Deri Fabrikası ve Etibank Ferro Krom atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	77
Şekil 4.3.4.2. Ağın Deri Fabrikası atık suları ve Ferro Krom atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	78
Şekil 4.3.4.3. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	78
Şekil 4.3.4.4. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	79
Şekil 4.3.4.5. Ağın Deri Fabrikası atık suları ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişim.....	80
Şekil 4.3.4.6. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	81
Şekil 4.3.4.7. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	82
Şekil 4.3.4.8. Ağın Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	83
Şekil 4.3.4.9. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	83
Şekil 4.3.4.10. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	84
Şekil 4.3.4.11. Ağın Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	85

Şekil 4.3.4.12. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	86
Şekil 4.3.4.13. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	87
Şekil 4.3.4.14. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	87
Şekil 4.3.4.15. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	88
Şekil 4.3.4.16. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	89
Şekil 4.3.4.17. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.....	90
Şekil 4.3.4.18. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi	90
Şekil 4.4.1.1.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	92
Şekil 4.4.1.1.2. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusundaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının yıllık ortalama değerleri	93
Şekil 4.4.1.2.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusundaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	93
Şekil 4.4.1.3.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	95
Şekil 4.4.1.4.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	96
Şekil 4.4.1.5.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi	97
Şekil 4.4.1.6.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	98
Şekil 4.4.1.7.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	99

Şekil 4.4.1.7.2. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının yıllık ortalama değerleri	99
Şekil 4.4.1.8.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadındaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	100
Şekil 4.4.1.9.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	101
Şekil 4.4.1.10.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	103
Şekil 4.4.1.11.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi	103
Şekil 4.4.1.12.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	105
Şekil 4.4.2.1.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri	106
Şekil 4.4.2.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr ve Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri	107
Şekil 4.4.2.1.3. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları	108
Şekil 4.4.2.2.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusundaki ağır metal birikiminin mevsimsel değişimi	109
Şekil 4.4.2.3.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	110
Şekil 4.4.2.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.....	111
Şekil 4.4.2.4.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	112
Şekil 4.4.2.4.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi	113
Şekil 4.4.2.5.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi	113
Şekil 4.4.2.6.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	115

Şekil 4.4.2.6.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.....	116
Şekil 4.4.2.7.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu, Fe, Zn ve Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri.....	117
Şekil 4.4.2.7.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	118
Şekil 4.4.2.7.3. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları	118
Şekil 4.4.2.8.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadındaki ağır metal birikiminin mevsimsel değişimi	119
Şekil 4.4.2.9.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi	121
Şekil 4.4.2.9.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd birikim.....	122
Şekil 4.4.2.10.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi	123
Şekil 4.4.2.10.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cd birikimi	124
Şekil 4.4.2.11.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadındaki ağır metallerin cinsiyete bağlı olarak birikimi	124
Şekil 4.4.2.12.1. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi	126
Şekil 4.4.2.12.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cd birikimi	127
Şekil 4.4.3.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri	128
Şekil 4.4.3.1.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr ve Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri	129
Şekil 4.4.3.1.3. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusundaki ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları	129
Şekil 4.4.3.2.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	130
Şekil 4.4.3.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	131

Şekil 4.4.3.3.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi	132
Şekil 4.4.3.4.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	133
Şekil 4.4.3.4.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda vücut uzunluğuna bağlı olarak Cr ve Cd birikimi	134
Şekil 4.4.3.5.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi	135
Şekil 4.4.3.6.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi	136
Şekil 4.4.3.6.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi	137
Şekil 4.4.3.7.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu, Fe, Zn ve Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimi	138
Şekil 4.4.3.7.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	139
Şekil 4.4.3.7.3. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları	139
Şekil 4.4.3.8.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadındaki ağır metal konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi	140
Şekil 4.4.3.9.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi	142
Şekil 4.4.3.9.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd birikimi	142
Şekil 4.4.3.10.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi	144
Şekil 4.4.3.10.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cd birikimi	144
Şekil 4.4.3.11.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi.....	145
Şekil 4.4.3.12.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi	146
Şekil 4.4.3.12.2. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cd birikimi	147

Şekil 4.4.4.1.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi	148
Şekil 4.4.4.1.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi	149
Şekil 4.4.4.1.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi	149
Şekil 4.4.4.1.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi	150
Şekil 4.4.4.1.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi	151
Şekil 4.4.4.2.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	153
Şekil 4.4.4.2.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Fe konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	154
Şekil 4.4.4.2.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Zn konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	155
Şekil 4.4.4.2.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	155
Şekil 4.4.4.2.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	156
Şekil 4.4.4.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	158
Şekil 4.4.4.3.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	159
Şekil 4.4.4.3.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	160
Şekil 4.4.4.3.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	160
Şekil 4.4.4.3.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cd birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	161
Şekil 4.4.4.4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	163
Şekil 4.4.4.4.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	164

Şekil 4.4.4.4.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Zn birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	165
Şekil 4.4.4.4.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	166
Şekil 4.4.4.4.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cd birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	167
Şekil 4.4.4.5.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin kas dokusundaki ağır metal birikimi	168
Şekil 4.4.4.5.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinin kas dokusundaki ağır metal birikimi.....	169
Şekil 4.4.4.6.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	170
Şekil 4.4.4.6.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	171
Şekil 4.4.4.6.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Zn birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	172
Şekil 4.4.4.6.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	173
Şekil 4.4.4.6.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda Cr birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	173
Şekil 4.4.4.7.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu birikiminin aylık değişimi	175
Şekil 4.4.4.7.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Fe birikiminin aylık değişimi	176
Şekil 4.4.4.7.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Zn birikiminin aylık değişimi	177
Şekil 4.4.4.7.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cr birikiminin aylık değişimi	178
Şekil 4.4.4.7.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd birikiminin aylık değişimi	179
Şekil 4.4.4.8.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu birikiminin mevsimsel değişimi	181
Şekil 4.4.4.8.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Fe birikiminin mevsimsel değişimi	182

Şekil 4.4.4.8.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Zn birikiminin mevsimsel değişimi	183
Şekil 4.4.4.8.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cr konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	183
Şekil 4.4.4.8.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd birikiminin mevsimsel değişimi	184
Şekil 4.4.4.9.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	186
Şekil 4.4.4.9.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	187
Şekil 4.4.4.9.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	188
Şekil 4.4.4.9.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cr birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	188
Şekil 4.4.4.9.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi	189
Şekil 4.4.4.10.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	191
Şekil 4.4.4.10.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	192
Şekil 4.4.4.10.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Zn birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	193
Şekil 4.4.4.10.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cr birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	194
Şekil 4.4.4.10.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi	194
Şekil 4.4.4.11.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin gonadında tespit edilen ağır metallerin konsantrasyonları	196
Şekil 4.4.4.11.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinin gonadında tespit edilen ağır metallerin konsantrasyonları	197
Şekil 4.4.4.12.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	198
Şekil 4.4.4.12.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	199

Şekil 4.4.4.12.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Zn birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	200
Şekil 4.4.4.12.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cr birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	201
Şekil 4.4.4.12.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın gonadında Cd birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi	201
Şekil 4.5.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın yaş gruplarına ve eşeylere göre dağılımı	205
Şekil 4.5.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın yaş gruplarına ve eşeylere göre dağılımı.....	205
Şekil 4.5.1.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın yaş gruplarına ve eşeylere göre dağılımı.....	205
Şekil 4.5.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> populasyonunun erkek ve dişi bireylerinin GSI değerlerinin aylara göre değişimi.....	212
Şekil 4.5.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> populasyonunun erkek ve dişi bireylerinin GSI değerlerinin aylara göre değişimi.....	212
Şekil 4.5.3.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> populasyonunun erkek ve dişi bireylerinin GSI değerlerinin aylara göre değişimi	212
Şekil 4.5.4.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut ağırlığı ile ovaryum ağırlığı ilişkisi	213
Şekil 4.5.4.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut ağırlığı ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.....	214
Şekil 4.5.4.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut ağırlığı ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.....	214
Şekil 4.5.5.1. Ağın bölgesinde yaşayan <i>C. trutta</i> 'da vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.....	215
Şekil 4.5.5.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.....	215
Şekil 4.5.5.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.....	216
Şekil 4.5.6.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın vücut ağırlığı ile testis ağırlığı arasındaki ilişki.....	217
Şekil 4.5.6.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın vücut ağırlığı ile testis ağırlığı arasındaki ilişki.....	217

Şekil 4.5.6.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın vücut ağırlığı ile testis ağırlığı arasındaki ilişki.....	217
Şekil 4.5.7.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın vücut uzunluğu ile testis ağırlığı ilişkisi.	219
Şekil 4.5.7.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın vücut uzunluğu ile testis ağırlığı ilişkisi.....	219
Şekil 4.5.7.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın vücut uzunluğu ile testis ağırlığı ilişkisi.....	219
Şekil 4.5.8.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> bireylerinin ortalama yumurta çaplarının aylara göre dağılımı	222
Şekil 4.5.8.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> bireylerinin yumurta çaplarının aylara göre dağılımı.....	222
Şekil 4.5.8.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> bireylerinin yumurta çaplarının aylara göre dağılımı.....	222
Şekil 4.5.9.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.....	224
Şekil 4.5.9.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.....	224
Şekil 4.5.9.1.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.....	224
Şekil 4.5.9.2.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut uzunluğu ile yumurta sayısı ilişkisi.....	228
Şekil 4.5.9.2.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut uzunluğu ile yumurta sayısı ilişkisi.....	228
Şekil 4.5.9.2.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da vücut uzunluğu ile yumurta sayısı ilişkisi.....	228
Şekil 4.5.9.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da ovaryum ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.....	231
Şekil 4.5.9.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da ovaryum ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.....	231
Şekil 4.5.9.3.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da ovaryum ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.....	232
Şekil 4.5.9.4.1 Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yaş grubu ile yumurta sayısı ilişkisi.....	235

Şekil 4.5.9.4.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yaş grubu ile yumurta sayısı ilişkisi.....	235
Şekil 4.5.9.4.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yaş grubu ile yumurta sayısı ilişkisi.....	236
Şekil 4.5.9.5.1. Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yumurta sayısı ile yumurta çapı ilişkisi.....	236
Şekil 4.5.9.5.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yumurta sayısı ile yumurta çapı ilişkisi.....	237
Şekil 4.5.9.5.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yumurta sayısı ile yumurta çapı ilişkisi.....	237
Şekil 4.5.9.6.1 Ağın bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yaş grubu ile yumurta çapı ilişkisi.....	238
Şekil 4.5.9.6.2. Örencik bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yaş grubu ile yumurta çapı ilişkisi.....	238
Şekil 4.5.9.6.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'da yaş grubu ile yumurta çapı ilişkisi.....	238
Şekil 4.6.1.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın (dişi+erkek) yaş gruplarına göre birey sayısının dağılımı.....	243
Şekil 4.6.1.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre balık sayısının dağılımı.....	244
Şekil 4.6.1.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre balık sayısının dağılımı.....	244
Şekil 4.6.2.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-ağırlık ilişkisi.....	245
Şekil 4.6.2.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-ağırlık ilişkisi.....	246
Şekil 4.6.2.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-ağırlık ilişkisi.....	246
Şekil 4.6.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-uzunluk ilişkisi.....	247
Şekil 4.6.3.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-uzunluk ilişkisi.....	248
Şekil 4.6.3.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-uzunluk ilişkisi.....	248

Şekil 4.6.4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde aylara göre kondüsyon faktörü.....	249
Şekil 4.6.4.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde aylara göre kondüsyon faktörü.....	250
Şekil 4.6.4.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinde aylara göre kondüsyon faktörü.....	250
Şekil 4.6.5.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş- kondüsyon faktörü ilişkisi.....	251
Şekil 4.6.5.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-kondüsyon faktörü ilişkisi.....	252
Şekil 4.6.5.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinde yaş-kondüsyon faktörü ilişkisi.....	252
Şekil 4.7.1.1. Kontrol grubunda aynalı sazan yumurtalarının açılma sayısı ve oranları.....	254
Şekil 4.7.1.2. Kontrol grubunda aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.....	254
Şekil 4.7.1.3. Kontrol grubu aynalı sazan larvaları.....	255
Şekil 4.7.1.4. Kontrol grubu aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.....	255
Şekil 4.7.2.1. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarında açılan yumurta sayısı ve oranları.....	256
Şekil 4.7.2.2. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları	257
Şekil 4.7.2.3. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları	257
Şekil 4.7.2.4. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvaları	254
Şekil 4.7.3.1.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayıları ve oranları.....	259
Şekil 4.7.3.1.2. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları	259
Şekil 4.7.3.1.3. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında ölü sayısı ve ölüm oranları.....	260
Şekil 4.7.3.1.4. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanın pektoral yüzgecin kaidesinde meydana gelen hemorajik odaklar	260

Şekil 4.7.3.1.5. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanın solungaç lamel ve filamentlerinde meydana gelen yapışma.....	261
Şekil 4.7.3.1.6. Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanda solungaç lamellaları ve filamentlerindeki solgunluk.....	261
Şekil 4.7.3.1.7. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanda a: Yağ bezelerindeki sarımsı odaklar, b: İç organlardaki hemorajiler.....	262
Şekil 4.7.3.2.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayıları ve oranları.....	262
Şekil 4.7.3.2.2. Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.....	263
Şekil 4.7.3.2.3. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.....	263
Şekil 4.7.3.2.4. Etibank Ferro Krom atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvası.....	264
Şekil 4.7.3.3.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan yumurtaların açılma sayıları ve oranları	265
Şekil 4.7.3.3.2. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan yumurtalardan elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları	265
Şekil 4.7.3.3.3. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.....	266
Şekil 4.7.4.1.1. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarında görülen renk değişimi ve deformasyonlar.....	267
Şekil 4.7.4.1.2. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında gözlemlenen bazı anomaliler. a: renk açılması b: Karın bölgesinde hemoraji.....	267
Şekil 4.7.4.1.3. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında; I, a: Kuyruk yüzgecinin aşağı düşmesi, b: Mukus tabakası II: Kontrol grubu larvalarda kuyruk yüzgeci.....	268
Şekil 4.7.4.2.1. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayıları ve oranları.....	269

Şekil 4.7.4.2.2. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.....	269
Şekil 4.7.4.2.3. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.....	270
Şekil 4.7.4.2.4. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlarda iç organlarda görülen anomaliler.....	271
Şekil 4.7.4.2.5. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlarda solungaç lamellerindeki yapışma.....	271
Şekil 4.7.4.3.1. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayısı ve oranları.....	272
Şekil 4.7.4.3.2. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.....	272
Şekil 4.7.4.3.3. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.....	273
Şekil 4.7.4.3.4. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvasında görülen eksoftalmus.....	273

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.2.4.1. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	59
Tablo 4.2.4.2. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	59
Tablo 4.2.4.3. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	60
Tablo 4.2.4.4. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	60
Tablo 4.2.4.5. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	61
Tablo 4.2.4.6. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	61
Tablo 4.2.4.7. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde As konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	62
Tablo 4.2.4.8. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan su örneklerinde Hg konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).....	62
Tablo 4.4.4.1.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin aylara göre değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	152
Tablo 4.4.4.2.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin mevsimsel değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	157
Tablo 4.4.4.3.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	162
Tablo 4.4.4.4.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	167
Tablo 4.4.4.5.1 Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin cinsiyete göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	169

Tablo 4.4.4.6.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin yaş gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	174
Tablo 4.4.4.7.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin aylara göre değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	180
Tablo 4.4.4.8.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin mevsimsel değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	185
Tablo 4.4.4.9.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	190
Tablo 4.4.4.10.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	195
Tablo 4.4.4.11.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin cinsiyete göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	197
Tablo 4.4.4.12.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan <i>C.trutta</i> 'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin yaş gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.....	202
Tablo 4.5.1.1. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> populasyonunun yaş kompozisyonu ve eşey dağılımı.....	204
Tablo 4.5.2.1. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgesinden yakalanan <i>C. trutta</i> populasyonunun eşeyssel olgunluk durumunun yaş gruplarına göre dağılımı.....	207
Tablo 4.5.3.1. Ağın bölgesinde yaşayan <i>C. trutta</i> populasyonunun gonadosomatik indeks değerlerinin eşeylere ve aylara göre dağılımı.....	209
Tablo 4.5.3.2. Örencik bölgesinde yaşayan <i>C. trutta</i> populasyonunun gonadosomatik indeks değerlerinin eşeylere ve aylara göre dağılımı.....	210
Tablo 4.5.3.3. Aydıncık bölgesinde yaşayan <i>C. trutta</i> populasyonunun gonadosomatik indeks değerlerinin eşeylere ve aylara göre dağılımı.....	211
Tablo 4.5.8.1 Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> 'nın yumurta çaplarının (mm) aylara göre dağılımı.....	221

Tablo 4.5.9.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.....	225
Tablo 4.5.9.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.....	225
Tablo 4.5.9.1.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.....	226
Tablo 4.5.9.2.1. Ağın bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut uzunluğu, yumurta sayısı ile F/mm değerleri.....	229
Tablo 4.5.9.2.2. Örencik bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut uzunluğu, yumurta sayısı ile F/mm değerleri.....	229
Tablo 4.5.9.2.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut uzunluğu, yumurta sayısı ile F/mm değerleri.....	230
Tablo 4.5.9.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.....	233
Tablo 4.5.9.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.....	233
Tablo 4.5.9.3.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi <i>C. trutta</i> bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.....	234
Tablo 4.5.10.1. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan <i>C. trutta</i> ’nın ağırlık (g), uzunluk (mm), gonad ağırlıkları (g), yumurta çapları (mm) ve yumurta sayılarının karşılaştırılması (Değerler Ortalama±Standart hata ⁿ olarak verilmiştir).....	240
Tablo 4.7.1. Test çalışmasında kullanılan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları (mg/L).....	253
Tablo 5.1. Aydıncık, Ağın ve Örencik bölgelerinde sudaki yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları.....	277
Tablo 5.2. Aydıncık, Ağın ve Örencik bölgelerinde sudaki yıllık ortalama toplam sertlik değerleri.....	278
Tablo 5.3. Tatlı sular için önerilen ağır metal standartları (mg/L) (USEPA, 2002).....	283
Tablo 5.4. TSE-266, WHO, EC tarafından ağır metaller için verilen standart değerler ve bazı araştırmacıların ve bu çalışmada su içinde belirlediğimiz ağır metal konsantrasyonları (mg/L).....	284

Tablo 5.5. Aydıncık ve Örencik bölgeleri ile Karelian Pellet (Rusya) tesislerinin atık sularının karıştığı üç gölden alınan sediment örneklerindeki ağır metal birikimi.....	285
Tablo 5.6. Bazı araştırmacıların ve bu çalışmada sedimentte belirlenen ağır metal konsantrasyonları.....	286
Tablo 5.7. Sedimentteki ağır metal standartları (USEPA, 2002).....	288
Tablo 5.8. Bazı araştırmacıların bazı balık türlerinde ve bu çalışmada <i>C. trutta</i> 'nın kas dokusunda belirlenen ağır metal konsantrasyonları.....	290
Tablo 5.9. EPA ve FAO'nun balıkların insanlar tarafından tüketilmesinde ağır metaller için önerdiği kabul edilebilir sınır değerler ve bu çalışmada <i>C.trutta</i> 'nın kas dokusunda belirlenen ağır metal konsantrasyonları.....	311

ÖZET

Doktora Tezi

KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDEKİ KİRLETİCİ KAYNAKLARIN SU KALİTESİ VE *CAPOETA TRUTTA* (HECKEL, 1843)'NİN ÜREME BİYOLOJİSİ VE GELİŞİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özgür CANPOLAT

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

2007, Sayfa: 336

Bu çalışmada, Elazığ il sınırları içinde faaliyet gösteren Etibank Ferro Krom A.Ş. (Örencik) ve Deri Fabrikası (Ağın)'nın Keban Baraj Gölü'ne deşarj ettikleri atık suların içerdikleri ağır metallerin su, sediment ve *Capoeta trutta* bireylerindeki miktarları ve ağır metal kirliliğinin bu balık türünün gelişimi ve üreme biyolojisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, baraj gölündeki ağır metal kirliliğinin farklı yaşam evrelerindeki sazanlar üzerindeki etkilerini belirlemek ve arazi çalışması sonucunda elde edilen bulguların doğruluğunu ortaya koyabilmek için laboratuarda aynalı sazanların kullanıldığı toksikolojik testler gerçekleştirilmiştir. Bu deneysel çalışma çerçevesinde ağır metallerin yumurtaların açılma oranı, larva, yavru ve bir yaşındaki balıkların hayatta kalma oranları üzerindeki etkileri ve morfolojik deformasyonlar araştırılmıştır. Ayrıca, alıcı su ortamlarına deşarj edilen atık sular için Zehirlilik Seyrelme Faktörü (ZSF)'de belirlenmiştir. Çalışma Kasım 2005-Ekim 2006 tarihleri arasında yürütülmüş ve örneklemeler aylık periyotlarla yapılmıştır.

Su, sediment ve balıkların kas dokusunda ve gonadında en yüksek ağır metal miktarları Ağın bölgesinden elde edilen örneklerde bulunmuş ve bu bölgeyi Örencik izlemiştir. En düşük ağır metal miktarları ise referans bölgesi olarak seçilen Aydıncık'ta kaydedilmiştir. Ağın bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin 2. yaşında, Örencik ve Aydıncık bölgesinden elde edilen dişi bireylerin ise 3. yaşında eşeysel olgunluğa ulaştığı tespit edilmiştir. Buna karşılık erkek *C. trutta* bireylerinin bütün bölgelerde 2. yaşında eşeysel olgunluğa eriştikleri saptanmıştır. Hem dişi hem de erkek bireylerin gonadosomatik indeks (GSI) değerlerinin mayıs

ayında maksimuma eriştiği ve balıkların üreme zamanının mayıs-haziran ayları arası olduğu belirlenmiştir. Ortalama yumurta sayısı en yüksek Aydıncık, en düşük ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda bulunmuştur. Etibank Ferro Krom İşletmesi ve özellikle Ağın Deri Fabrikası atık sularının, içerdikleri yüksek miktarlardaki ağır metaller nedeniyle Keban Baraj Gölü'nün su kalitesi, sediment ve balıkların gelişimi ve üremeleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Capoeta trutta*, ağır metal, su kalitesi, akuatik toksikoloji, Keban Baraj Gölü, Etibank Ferro Krom İşletmesi, Ağın Deri Fabrikası

ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECTS OF POLLUTING SOURCES ON WATER QUALITY, SEDIMENT AND REPRODUCTION BIOLOGY AND GROWTH OF *CAPOETA TRUTTA* (HECKEL, 1843) IN KEBAN DAM LAKE

Özgür CANPOLAT

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Aquatic Basic Sciences

2007, Page: 336

In this study, the effects of heavy metal pollution caused by wastewaters discharged from Etibank Ferro Krom Factory (Örencik) and Leather Factory (Ağın) on water quality and sediment of Keban Dam Lake and on the development and reproduction of *Capoeta trutta* were investigated. Toxicological tests were performed in laboratory in order to yield the effect of heavy metals on different development stages of the fish. *Cyprinus carpio* specimens were used for toxicological tests by which the effects of heavy metals on hatching of eggs, larvae, fingerling and one year old fishes were aimed to be investigated. Morphological deformations occurred on such stages of the fish during tests were also observed. In addition Dilution Factor of Toxicity for the wastewater was determined. The present study was conducted from November 2005 to October 2006 and the samplings were done at monthly intervals.

The highest amounts of heavy metals analyzed in this study were found in water, sediments and fish samples obtained from Ağın Region which was followed by Örencik Region of the dam lake. The heavy metal concentrations were the lowest in samples taken from Aydıncık that was chosen as reference region due to this. The maturation age for female *C. trutta* caught from Ağın region was determined as 2 while it was 3 for females from Örencik and Aydıncık regions. Maturation age was found to be 2 for male *C. trutta* for all regions. The Gonadosomatic Index Value (GSI) reached to the highest in May for both sexes and reproduction period for the fish was estimated between May and June. The highest and lowest average egg numbers were counted in females from Aydıncık and Ağın regions respectively.

The wastewater of both Etibank Ferro Krom Factory and Ağın Leather Processing Factory with high amount of heavy metals have found to have negative effects on the quality of both water and sediment as well as on the growth and reproduction of *C. trutta* in Keban Dam Lake.

Key Words: *Capoeta trutta*, heavy metals, water quality, aquatic toxicology, Keban Dam Lake, Etibank Ferro Krom Factory, Ağın Leather Processing Factory

1. GİRİŞ

Günümüzde ekolojik dengeyi tehdit eden ve bozulmasına neden olan en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmektedir. Çevre kirliliği kentsel yaşamın başlaması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak artmıştır. Günümüzde sanayileşme bütün toplumlar için vazgeçilmez bir amaç ve süreçtir. Ancak bu amaç ve sürece bağlı olarak insanoğlunun sulara yaptığı etkiler artmış ve su kaynaklarını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır. Özellikle 20. yüzyılın başından başlayarak, hızla gelişen sanayi tesisleri ve fabrikalar çevreye verdikleri atıklarla, su kaynaklarını önemli ölçüde kirlletmeye başlamışlardır. Sanayileşmeyle birlikte, tarım faaliyetlerinde kimyasal gübre ve pestisit kullanımındaki artışlar da suların kirlenmesi üzerinde etkili olmaktadır. Anlaşıldığı üzere, kirlilik hem üretim hem de tüketim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Yeryüzündeki sular güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir döngü içinde bulunur. Bu döngüye “hidrolojik çevrim” adı verilir. İnsanlar yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için suyu bu döngüden alır ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu süreçler sırasında suya karışan maddeler, suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek “su kirliliği” olarak adlandırılan olguya neden olurlar.

Yeryüzünde insan yaşamının başlamasından bu yana büyük uygarlıklar genellikle su kaynaklarına yakın yerlerde kurulmuştur. Su kaynakları milletlerin veya devletlerin politik önemlerini arttırmasının yanı sıra ekonomik gelişmelerinde de büyük rol oynamışlardır. Bütün bu sağladıkları yararlarla rağmen, maalesef insan etkilerinden en fazla zarar gören su kaynakları olmuştur. Gerçekten, hızla artan dünya nüfusu, sağlıksız kentleşme, plansız ve bilinçsiz endüstrileşme, belirli süreçlerde ortaya çıkan savaşlar, ulusların yaptığı askeri tatbikatlar, nükleer denemeler, ziraatta birim alana düşen verimi arttırmak amacıyla kullanılan tarım ilaçları ile yapay gübreler, ev ve iş yerlerinde kolay ve rahat yaşamı sağlayan temizlik malzemeleri ve kimyasal maddeler yaşadığımız çevrenin hızla kirlenmesine neden olmaktadır. Bütün bu faaliyetlerin sonucu olarak hava, su ve toprak kirliliği canlıların yaşamını etkileyen zararlı boyutlara ulaşmış ve çeşitli hastalıklara neden olan belli başlı tehlike kaynakları durumuna gelmiştir.

Su kirlenmesi sucul (akuatik) ekosistemlerin olumsuz etkilenmesine, ekolojik dengelerin bozulmasına ve giderek doğadaki bütün suların sahip oldukları kendi kendilerini temizleme kapasitesinin azalmasına ve/veya yok olmasına yol açabilmektedir. Gerçekten, su kaynaklarının kirlenmesi ile suyun kalitesi bozulmakta ve kirli sularda bulunan organik, inorganik, radyoaktif ve biyolojik kirleticilerin etkileri su canlılarına da yansımaktadır. Her şeyden önce, suda organik ve toksik maddelerin miktarının artışına bağlı olarak, suda çözünmüş

oksijen miktarı azalmakta ve aerobik bakteriler işlevlerini yitirmektedirler. Böylece suyun kendi kendini temizleme fonksiyonu da büyük ölçüde azalmaktadır.

Endüstriyel ve evsel atık sular ile bir milyon kadar farklı kirleticinin doğal sulara girdiği tahmin edilmektedir (Förstner ve Witmann, 1983). Bu kirleticilerden endüstriyel atık sular çok değişik karakterde olmaları, toksik etki meydana getirmeleri ve ihtiva ettikleri bazı maddelerin (özellikle ağır metaller) besin zincirinde birikerek insan sağlığını da tehdit etmelerinden dolayı büyük önem taşımaktadır. Özellikle kadmiyum, civa, kurşun ve krom gibi ağır metaller, besin zinciriyle girdikleri canlı bünyelerinden doğal fizyolojik mekanizmalarla atılamadıkları için birikime uğrar ve bünyede belirli konsantrasyonların aşılması halinde toksik etki yaparlar. Bu birikim sonucunda, sularda yaşayan balıklar ve diğer canlılar ölebilir, hatta bu su ürünleriyle beslenen insanların yaşamı da tehlikeye girebilir. Toksik maddeler suda düşük konsantrasyonlarda bulunmaları halinde bile (örneğin 1 mg/L) insan sağlığına zarar vererek hastalıklara ve hatta ölüme sebep olur (Anonim, 1991).

Genel olarak kirleticiler, kalıcılıkları, zehirlilik dereceleri ve biyoakümülatif kapasitelerine göre sınıflandırılırlar. Bütün bu özelliklerin hepsine sahip maddeler Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “Kara Liste” maddeleri olarak nitelendirilmektedir. Bu “Kara Liste”de, 114’ü organik bileşikler, 13’ü ağır metaller olmak üzere toplam 127 öncelikli kirletici bulunmaktadır (Dölek, 1998).

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından “Kara Liste”de yer alan maddeler arasında ağır metaller oldukça önemlidir. Günümüzde oldukça yaygın olan metal kirliliği meydana getiren beş kaynak vardır; (1) jeolojik olaylar, (2) maden filizleri ve metallerin endüstriyel üretimi, (3) metal ve metal bileşiklerinin kullanımı, (4) çöp ve katı atıkların doğaya boşaltılması, (5) ağır metal içeren hayvan ve insan atıkları (Förstner ve Prosi, 1979; Förstner ve Wittmann, 1983; Lee ve Stuebing, 1990; Perry ve Vanderklein, 1996; Al-Ypusuf ve diğ. 2000; Alam ve diğ. 2002; Liaghati ve diğ. 2003; Ikem ve Egiebor, 2005). Şehirleşme, endüstri ve metalurji alanında son yıllarda yaşanan hızlı ilerlemelere paralel olarak bakır, çinko, alüminyum, demir, civa, nikel, kobalt, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metallerin kağıt, plastik sanayi, kaplamacılık, boya sanayi, pil ve zirai ilaç yapımında kullanılmaları sonucu, bu metallerin sucul ekosistemlerdeki derişimlerinde artış olduğu tespit edilmiştir (Brotheridge ve diğ. 1998).

Dericilik ülkemizde özellikle son yıllarda büyük gelişme gösteren önemli bir sektörümüzdür. Deri sanayimiz üretim, ihracat ve ekonomiyi doğrudan etkileme gücü açısından sektör dağılımında kağıt ve demircilikten sonra gelmektedir. Türkiye deri sanayinde yılda yaklaşık 10 milyon metreküp atık su oluşur ki bu miktar yaklaşık 125 bin nüfusun sarfettiği suya karşılık gelmektedir. Kirlilik yükü bakımından ise, bu değer 970 bin “eşdeğer nüfus”

anlamındadır (Gül ve Sabuncu, 1988). Deri imalatının fiziksel ve kimyasal proseslerinin büyük kısmı su ortamında oluşur ve genelde kullanılan suyun hemen hemen tamamı atık su olarak alınır. Tüm proseslerden çıkan atık suların miktarı, 1 kg işlenmiş deri için 80-100 L'dir. Bu nedenle deri işleme tesislerinden gelen atık sular çok önemli atık su ve ağır metal kirliliği kaynaklarıdır. Atık sular, işletmenin yer ve durumuna bağlı olarak doğrudan veya dolaylı olarak şehir kanalizasyonuna veya mevcutsa arıtma tesisine oradan da akarsuya verilir (Gül ve Sabuncu, 1988).

Elazığ ve Keban Baraj Gölü'nün yer aldığı Fırat Havzası'nda ağır metal kirliliğine neden olan başlıca kaynaklar ilk yıllarda maden işlemeciliği yakın zamanda ise deri işlemeciliğidir. Fırat Havzası'nda maden işletmeciliğine başlanması yıllar öncesine dayanmaktadır. İlk işlenen metaller arasında, Keban'da kurşun ve gümüş, Maden'de ise bakır yer almaktadır. Ayrıca, krom, demirli mangan, silisyum ve kalsiyum filizleri de Fırat Havzasında önemli miktarlarda üretilen diğer hammaddeleri oluşturmaktadır (Yıldırım, 1988). Deri işlemeciliği ise, yakın zamanda Ağın ilçesinde bir deri fabrikasının kurulmasıyla başlamıştır. Yukarıda açıklandığı üzere, hem maden işletmeciliği hem de deri fabrikası atık suları önemli miktarlarda ağır metal içermektedir. Ağır metaller ise, sucul organizmalar tarafından alınarak birikebilmekte ve besin zinciri yoluyla üst trofik düzeylere taşınmaktadır (Blasco ve diğ. 1999; Mason ve diğ. 2000). Ayrıca besin zincirinin önemli bir halkasını oluşturan balıklarda ve diğer sucul organizmalarda ağır metallerin düşük konsantrasyonları fizyolojik bozukluklara neden olurken, yüksek konsantrasyonlar ölüme neden olabilmektedir (Coello ve Khan, 1996; Del Vals ve diğ. 1998; Van den Belt ve diğ. 2000). Bu kadar önemli olmasına rağmen, gerek maden gerekse deri işlemeciliğinin Keban Baraj Gölü'nde neden olduğu metal kirliliği ile ilgili detaylı herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Bu tez çalışmasında, ilimizde faaliyet gösteren Etibank Ferro Krom A.Ş ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'nde meydana getirdiği kirliliğin su kalitesi ve Keban Baraj Gölü'nde yaşayan ve ekonomik değere sahip olan *Capoeta trutta*'nın gelişmesi ve üreme biyolojisi üzerindeki etkilerinin ve bu balığın insanlar tarafından besin olarak tüketilmesi durumunda sağlığa zararlı olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, çalışmanın yürütüldüğü istasyonlardan alınan su örnekleri laboratuara getirilerek, ağır metal kirliliğinin farklı yaşam evrelerindeki aynalı sazanlar (yumurta, larva, yavru ve bir yaşındaki) üzerindeki etkilerinin ortaya konulması ve Zehirlilik Seyrelme Faktörü (ZSF)'nün belirlenmesi de çalışmanın amacına dahil edilmiştir.

Bu tez çalışması Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (FÜBAP) tarafından 996 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

Her alanda olduğu gibi çevre ile ilgili çalışmalarda da çözüme varmak için sorunları bilmek ve anlamak gerekir. Dünyada ve ülkemizde çeşitli şekillerde görülen çevre sorunları gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu nedenle hem denizlerde hem de iç sularda kirliliğe neden olan kirletici kaynaklar, bu kirletici kaynakların canlılar ve su kalitesi üzerindeki etkileri ile ilgili olarak hem ülkemizde hem de yurt dışında pek çok çalışma yapılmıştır.

Kıta içi sularda iz element ve ağır metal analizleri son 50-60 yıl içerisinde oldukça önem kazanmış ve bu alanda yapılan çalışmalar hızla yaygınlaşmıştır. Ağır metal çalışmaları özellikle Amerika, Orta Avrupa, Rusya ve Japonya'da maden yataklarının bulunduğu bölgelerde yoğunluk kazanmıştır. Huff (1948), Colorado Nehri'nde Cu, Pb ve Zn konsantrasyonunu, Turekian ve Kleinkopf (1956) ise Maine'nin yüzey sularında Cu, Mn, Pb, Ti ve Cr miktarlarını belirlemiştir. 1960-1970 yılları arasında yapılan araştırmalar arasında Merrill ve diğ. (1960, Delaware ve Hudson Nehirleri), Durum ve Haffty (1961), Livingstone (1963, yüzey sularını), White ve diğ. (1963, yüzey sularını), Silvey (1967, California), Turekian ve diğ. (1967, Nease Nehri, Kuzey Carolina), Bradford ve diğ. (1968, Sierra Nevada), Voegell ve King (1968, Mo-Colorado), Angino ve diğ. (1969, Iower Kansas Nehir Havzası), Lindstedt ve Kruger (1969, V. Colorado), Weller ve Chawla (1969, Great Lakes), Durum ve diğ. (1971, yüzey suları), Bradford (1971, California), Mills ve Oglesby (1971, Cayaga Havzası), Robbins ve diğ. (1972, Michigan Gölü'ne dökülen akarsuları), Mathis ve Cummings (1973, Illinois Nehri) ve Proctor ve diğ. (1973, Missouri Nehri) göze çarpmaktadır.

Orta Avrupa'da gerçekleştirilen ilk ağır metal araştırmalarında, Heide ve Singer (1954) Saale Nehri (Almanya)'nde, Heyl (1954) Siegerland maden bölgesinde (Almanya), Fricke ve Wenner (1957) Nordrhein-Westfalen (FRG)'in mineral sularında Cu, Zn ve Pb konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Rusya'da yapılan ağır metal çalışmaları, Rusya'nın hem Avrupa hem de Asya kısmındaki yüzey sularında gerçekleştirilmiştir. Rusya'da yapılan öncü çalışmalar arasında Konovalov (1959), Udodov ve Parilov (1961) yer almaktadır. Japonya'da doğal sulardaki iz metallerle ilgili ilk araştırmalar Nagoya Üniversitesi (Morita, 1955; Sugawara ve diğ. 1956; Sugawara ve Okabe, 1960; Kanamori ve Sugawara, 1965)'ndeki araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiş görünmektedir.

Yukarıda bahsedilen öncü çalışmalardan sonra ağır metallerle ilgili toksikolojik çalışmalar hızla yaygınlaşmıştır.

Akuatik ortamlarda ağır metallerin canlılar ve su kalitesi üzerindeki etkileri ile ilgili olarak son yıllarda yurt dışında yapılan çalışmaları aşağıdaki şekilde kısaca özetlemek mümkündür.

Förstner ve Prosi (1979), kırsal ve yerleşim alanı içerisindeki akarsu sistemlerinde Pb konsantrasyonunun omnivor balık türleri ile predatör balıklardaki birikim oranlarını karşılaştırmıştır. Hakanson (1984), Kolbackson Nehri'nden aldıkları sediment ve balıklarda bazı ağır metallerin birikimini; Timmermans ve diğ. (1989), Maarseveen Gölü'nde yaşayan bazı balık türlerinde, suda ve sedimentte, Pb, Cd, Zn ve Cu birikimini; Harnung ve Kress (1990), Akdeniz kıyılarında yaşayan *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus* ve *Upeneus moluccensis*'de Hg, Cd, Cu ve Zn birikimini; Spry ve Wiener (1991), düşük alkalineteli göllerde balıklarda metallerin alınımlı ve toksisitesini; Ashraf ve diğ. (1991), Indus Nehri (Pakistan)'nde ve üç tatlı su rezervuarında yaşayan 11 balık türü ile suda ve sedimentte As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn ve Hg birikimini; Van-den Heever ve Frey (1994), *Clarias gariepinus*'un karaciğer, böbrek ve kas dokusunda Zn ve Cu birikimini; Vogt ve Quintio (1994), *Penaeus monodon*'u Cu, Fe ve Ca'a maruz bırakarak metal granüllerinin eksreksiyonu ile bu metallerin birikim düzeylerini; Biney ve diğ. (1994), Afrika'daki akuatik çevrelerin ağır metal durumunu; McCoy ve diğ. (1995), yılın farklı zamanlarında yakalanan *Ictalurus punctatus*'un büyüklük ve mevsime bağlı olarak karaciğer ve böbreğinde Zn, Cu ve Cd birikimini; Evtushenko (1996), *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* ve *Salmo gairdneri*'nin doku ve organlarında Mn, Zn, Cu ve Fe'in birikim düzeylerini; Amundsen ve diğ. (1997), Norveç ve Rusya arasında bulunan tatlı su kaynaklarından aldıkları farklı balık türlerinin karaciğer, solungaç ve kas dokularında Cd, Cu, Cr, Hg, Ni ve Zn konsantrasyonlarını; Jeng ve diğ. (1999), *Cyprinus carpio*'nun doku ve organlarında Zn birikimin; Linde ve diğ. (1999), *Salmo trutta* ve *Anguilla anguilla*'da bazı ağır metallerin birikimini ve metallothionein düzeyini; Olsvik ve diğ. (2000), Norveç'in Roros şehri yakınlarındaki Rugla (Cu ile kontamine olmuş), Naustebekken (Cd ve Zn ile kontamine olmuş)'de yaşayan *Salmo trutta*'nın solungaç, karaciğer ve böbreğinde Cd, Cu ve Zn konsantrasyonları ile bu dokulardaki metallothionein (MT) düzeylerini; Kirby ve diğ. (2001), Avustralya'nın Macquarie Gölü'nde yaptıkları çalışmada sedimentte ve *Mugil cephalus*'un kas dokusunda Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını; Lukin ve diğ. (2003), bakır-nikel endüstrisinin etkisi altında bulunan subarktik gölden aldıkları sediment ve dokuz balık türünde ağır metal birikimini; Farkas ve diğ. (2003), yine Macaristan'daki Balaton Gölü'nden toplanan *Abramis brama*'nın kas, solungaç ve karaciğerinde ağır metallerin mevsim, boy ve yasa göre değişimini araştırmışlardır.

Balıklar, biyomonitör özellikleri ile sucul ekosistemlerde kirliliğin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Evans ve diğ. 1993; Farkas ve diğ. 2000; Barak ve Mason, 2000; Cheng, 2003; Papagiannis ve diğ. 2004; Begum ve diğ. 2005). Bu nedenle son yıllarda doğal su kaynaklarında çeşitli nedenlerden dolayı meydana gelen kirliliğe paralel olarak biyolojik çevrimin bir halkasını oluşturan ve insanlar için önemli bir protein kaynağı olarak tüketilen

balıklarda giderek artan ağır metal kirliliğinin balık popülasyonları ve sağlığı üzerindeki etkilerinin de araştırılması gereği ortaya çıkmıştır. Bu nedenlerden dolayı akuatik ortamlarda ağır metallerin balıklar ve diğer organizmalardaki birikimleri ve etkileri üzerine önemli çalışmalar yapılmaktadır.

Akuatik ortamlarda ağır metallerin canlılar ve su kalitesi üzerindeki etkileri ile ilgili olarak son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmaları aşağıdaki şekilde kısaca özetlemek mümkündür.

Kaya ve diğ. (1988), Dicle Nehri ağır metal kirlenmesini; Ünlü ve Gümgüm (1993), Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'da ve sedimentteki Cu ve Zn birikimini; Ünlü ve diğ. (1994), Dicle Nehri'nde yaşayan *Acanthobrama marmid*'in doku ve organlarında bazı ağır metallerin birikim düzeylerini; Gümgüm ve diğ. (1994), Dicle Nehri'nden aldıkları su, sediment ve balık örneklerinde ağır metal birikimini; Ünlü ve diğ. (1995), Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta*'da ağır metal birikimini; Öztürk ve diğ. (1995), Atatürk Barajı'nda yaşayan *Cyprinus carpio*'nun çeşitli organ ve dokularında bazı ağır metallerin birikimini; Ünlü ve diğ. (1996), Dicle Nehri'nde yaşayan *Liza abu*'da ağır metal düzeyini; Özkan ve diğ. (1997), Mersin yöresinde ekonomik değere sahip çipura (*Sparus aurata*), barbun (*Mullus barbatus*) ve kefal (*Mugil cephalus*) türlerinin solungaç, karaciğer ve kas dokusundaki Zn, Cu ve Cd birikimini; Karadede ve Ünlü (1998), Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Cyprinion macrostomus*'da ağır metal birikimini; Şeker ve diğ. (1998), Elazığ Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla*'da bazı ağır metallerin birikimini; Canlı ve diğ. (1998), Seyhan Nehri'nde 5 istasyondan yakaladıkları *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*'un kas, solungaç ve karaciğer dokularında Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb düzeylerini; Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nden aldıkları su, sediment ve bazı balık türlerinde (*Acanthobrama marmid*, *Chalcalburnus mossulensis*, *Chondrostoma regium*, *Carasobarbus luteus*, *Capoeta trutta* ve *Cyprinus carpio*) Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarını; Canpolat ve Çalta (2001), Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusunda bazı ağır metallerin (Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Cd ve Pb) birikim düzeylerini; Çalta ve Canpolat (2002), Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla*'da bazı ağır metallerin balığın büyüklüğüne ve mevsimlere bağlı olarak birikim düzeylerini; Akçay ve diğ. (2003), Büyük Menderes ve Gediz Nehirlerinde yaptıkları çalışmada su örneklerinde Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn metallerinin konsantrasyonlarını; Göksu ve diğ. (2003), Seyhan Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'ın kas dokusunda, Fe, Zn ve Cd birikimini; Karadede ve diğ. (2004), Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Liza abu* ve *Silurus triostegus*'un 3 farklı kas, karaciğer ve solungaç dokusunda bazı ağır metallerin birikim düzeylerini araştırmışlardır.

Akuatik ortamlarda suda ve sedimentte ağır metal birikimi ile ilgili olarak pek çok araştırma yapılmıştır. Abernathy ve diğ. (1984), Fontana Gölü (USA) sedimentinde ağır metal birikimini; Cabrera ve diğ. (1992), Tinto Nehri (İspanya) sedimentinde ağır metal birikimini; Seng ve diğ. (1995), Penang Nehri'nde ve nehre dökülen su kaynaklarında Zn, Cu, Pb ve Ni konsantrasyonlarını; Abdel-baky ve diğ. (1998), Mısır'ın Manzalah Gölü'nde yaptıkları çalışmada su ve sediment örneklerinde ağır metal seviyelerini ve bazı kimyasal parametreleri; Avila-Perez ve diğ. (1999), Meksika'daki su rezervuarlarında suda ve sedimentte ağır metal birikimini; Linnik ve Zubenko (2000), Dnieper Rezervuarı ve Dnieper Bug'da Mn, Fe, Cu, Zn, Cr ve Cd birikimini; Rubio ve diğ. (2000), kuzey batı İspanya'daki Rio de Vigo kıyılarında aldıkları sediment örneklerinde Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Co konsantrasyonlarını; Aksoy ve diğ. (2003), Büyük Menderes ve Gediz Nehri'nde suda ve sedimentte Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn'un birikim oranlarını; Otero ve diğ. (2003), Guaymas Havzası (California Körfezi, Mexico) sedimentinde bazı ağır metallerin konsantrasyonlarını; Tüzen (2003), Yeşilirmak Nehri sedimentinde bazı ağır metallerin (Cu, Mn, Zn, Fe ve Pb) birikimini; Cheng (2003), Yanktze Nehri'nden aldığı su örneklerinde Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarını; Özmen ve diğ. (2004), Hazar Gölü sedimenti ve yüzey suyunda bazı metallerin birikimini ve radyoaktivitesini; Landajo ve diğ. (2004), Kuzey İspanya'daki çalışmalarında Bilbao Nehri koyundan aldıkları sediment örneklerinde As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarının mevsimsel değişimini; Morillo ve diğ. (2004), Tinto ve Odiel Nehirlerinin (İspanya) sedimentlerinde Cu, Zn, Cd, Pb, Fe, Ni, Cr ve Mn birikimini; Aundry ve diğ. (2004), Fransa'nın Lot Nehri havzasının üç farklı bölgesinden aldıkları sediment örneklerinde bazı ağır metallerin konsantrasyonlarını araştırmışlardır.

Son yıllarda, madenlerin çıkarılması, eritilmesi ve işlenmesi gibi madencilik faaliyetlerinin artması ve bu tesislerden çıkan atık suların çevreye bırakılması sonucu hem karasal hem de sucul ekosistemlerde ciddi ağır metal kirliliği sorunu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sucul ekosistemlerde maden işleme tesislerinden kaynaklanan ağır metal kirliliğiyle ilgili olarak pek çok araştırma yapılmıştır. Salomons (1995), madencilik aktivitelerinden kaynaklanan metallerin çevresel etkilerini; Arnekleiv ve Storset (1995), maden işleme tesislerinin etkisi altında bulunan Goula Nehri (Norveç)'nde suda, bazı Ephemeroptera ve Plecoptera türleri ile alabalıkta ağır metal birikimini; Moiseenko ve Kudryovtseva (2001), yılda 2460 ton Ni, 1600 ton Cu ve 500 000 ton SO₂ çıkarılan ve işlenen "Pechenganickel" ve "Severonickel"den kaynaklanan ve bu ağır metaller nedeniyle su kirliliğinin meydana geldiği Russian Kola bölgesindeki suda ve bazı balık türlerindeki (*Coregonus lavaretus*, *Salmo trutta* ve *Salvelinus alpinus*) bazı ağır metallerin (Ni, Cu, Al, Sr, Zn, Mn, Fe, Co, Cd, Cr, Pb, As ve Hg) birikim düzeylerini araştırmışlardır. Jung (2001), Imchean Au-Ag (Kore) maden tesisinin

çevresindeki toprak ve suda ağır metal kirliliğini; Von der Hayden ve New (2004), Kafue ve Mwambashi Nehirlerinin bulunduğu bölgedeki maden işleme tesislerinden kaynaklanan kirliliği araştırmak üzere maden atıklarının bulunduğu bölge, atıkların karıştığı Lusula ve New Dam sulak alanlarından aldıkları sediment örneklerinde Ni, Cu, Co, Pb, Zn, Cr ve Cd elementlerinin konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Tkatcheva ve diğ. (2004), demir peleti üreten Karelian Pellet (Rusya) tesislerinin atık sularının etkisi altında bulunan Poppalijarvi Gölü, Kento Gölü ve Kuito Gölü'nden yakaladıkları *Perca fluviatilis* ve *Rutilus rutilus*'in solungaçları üzerindeki etkilerini ve sedimentteki ağır metal birikimini; Riba ve diğ. (2004), Aznalcollar maden tesislerinin neden olduğu yüksek konsantrasyonlardaki metallerin etkisi altında olan Guadalquivir Östarini ve Guadiamar Nehri'nden aldıkları sediment, dil balığı (*Solea senegalensis*) ve midye (*Scrobicularia plana*) örneklerinde Zn, Cd, Pb, Cu ve As düzeylerini; Riba ve diğ. (2005a), Cadiz Körfezi yakınlarında bulunan Guadalquivir Östarininde, Aznalcollar maden tesislerinden kaynaklanan ağır metal kirliliğini araştırmışlardır. Bu araştırmacılar bu bölgelerden aldıkları sediment, *Crassostrea angulata*, *Scrobicularia plana*, *Liza ramada*'da Fe, Mn, Zn, Cd, Pb ve Cu birikimini ve histopatoloji-biyokümülyasyon ilişkisini (2005b) incelemişlerdir. Wilson ve Pyatt (2007), Anglesey (UK)'de bulunan ve çevreye Cu, Zn, Pb ve Cd yayılmasına neden olan bakır madeninin neden olduğu ağır metal kirliliğini belirlemişlerdir. Zourarah ve diğ. (2007), 19. yüzyılın sonlarından beri faaliyette olan maden işleme tesisinin ağır metal kirliliğine neden olduğu bilinen Ouladia Lagünü'nde yaptıkları çalışmada, sedimentte Fe, Zn, Cu, Cr ve Hg birikimini araştırmışlardır.

Keban Baraj Gölü'nde de su kirliliğiyle ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bildik ve diğ. (1988), Etibank Simli Kurşun Tesisleri atıklarından kaynaklanan ağır metal kirliliğini; Özdemir (1988), Elazığ şehir kanalizasyonunun Keban Barajı Gölü'ne boşaldığı yer ve çevresinde meydana getirdiği kirlilik ile bunun su ürünleri bakımından olumsuz etkilerini; Pehlivan ve diğ. (1988), deterjan aktif maddesinin Keban Baraj Gölü suyunda biyolojik yolla parçalanmasını; Ekiz ve diğ. (1988), Keban Baraj Gölü yüzey sularının kirlenmesini; Sarıeyyüpoğlu ve Say (1991), Elazığ şehir kanalizasyonunun Keban Baraj Gölü'ne döküldüğü bölgeden yakalanan *Barbus capito pectoralis*'de ağır metal birikimini; Topkaya ve diğ. (1997), Keban Baraj Gölü'nün çok amaçlı kullanımı ve ortaya çıkabilecek sorunları; Yılmaz (1998), Keban Baraj Gölü ova bölgesi balıklarından *Capoeta trutta*'da ağır metal birikimini; Şeker ve diğ. (2000), Keban Baraj Gölü'ndeki tatlısu midyesi *Unio elongatulus eucirrus*'da ağır metal birikimini ve Çalta ve diğ. (2000), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta*'da bazı ağır metal düzeylerini araştırmışlardır.

Üreme biyolojisi içerisinde genellikle, balıkların eşeyssel olgunluk yaşı, üreme zamanı, yumurta verimliliği (fekundite), yumurta çapı gibi konular araştırılmaktadır. Ancak, bazı

araştırmacılar bu konuların bir bölümüne balık biyolojisi ve biyoeekolojik çalışmalarda da yer vermişlerdir.

Bu tez çalışmasının materyalini oluşturan *Capoeta trutta* ile ilgili günümüze dek pek çok çalışma yapılmıştır. Özdemir ve Kabukçu (1982), Keban Baraj Gölü'nde bulunan *C. trutta*'nın (Heckel, 1843) boy-ağırlık ilişkisi, kondüsyon faktörü ve üreme periyodu; Özdemir ve Şen (1983), Keban Barajı'ndaki *C. trutta* (Heckel, 1843)'nın pul, otolit ve operkulumundan karşılaştırmalı yaş tayini; Polat (1987), Keban Baraj Gölü'ndeki *C. trutta*'nın yaş tespitini; Şen ve diğ. (1987), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'nın sindirim sistemi muhteviyatı; Ünlü (1991), Dicle Nehri'nde yaşayan *C. trutta*'nın biyolojik özellikleri; Duman (1993), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel, 1843), *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) ve *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann, 1840) tür ve alttürlerinin biyo-ekolojik özelliklerinin belirlenmesi; Yılmaz (1993), Dicle Nehri'nde yaşayan *C. trutta* (Heckel, 1843)'nın mide muhteviyatı; Işık (1994), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel, 1843) ve *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın mortalite ve yaşama oranlarının belirlenmesi; Ozan ve diğ. (1994), su kirlenmesinin Elazığ Keban Baraj Gölü'ndeki *C. trutta*'nın farklı organlarındaki arginaz aktivitelerine etkisini; Şevik (1995), Aşağı Fırat Suları'nda yaşayan *C. trutta*'nın büyüme durumu ve üreme özelliklerini; Şevik (1997), Atatürk Barajı ile Suriye arasındaki Fırat sularında yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) ile *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) türlerinin biyoeekolojileri ve et verimleri; Ünlü ve diğ. (1995), Dicle Nehri'ndeki *C. trutta* (Heckel, 1843)'da ağır metal birikimi; Bitmiş ve Şen (1995), *C. trutta*'nın sindirim kanalının histolojisi; Yapalak (1996), Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'nın bazı biyolojik özellikleri; Gül ve diğ. (1996), Fırat Nehri'nin Tohma Çay'ı üzerinde yaşayan *C. trutta*'nın büyüme özellikleri; Öztürk ve diğ. (1997), Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* (Heckel, 1843)'nın yaş tayininde en iyi okunan kemiksi yapılarının belirlenmesi; Yapalak ve diğ. (1997), Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* (Heckel, 1843)'nın üreme özellikleri; Bozkurt (1998), Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Acanthobrama marmid*, *Capoeta trutta* ve *Carasobarbus luteus*'un biyolojik özellikleri; Kalkan (1998), Karakaya Baraj Gölü (Malatya)'nda yaşayan ekonomik öneme sahip dört Cyprinid (*Acanthobrama marmid*, *Capoeta trutta*, *Leuciscus cephalus*, *Chondrostoma regium*) populasyonunun bazı büyüme ve üreme özellikleri; Yılmaz (1998), Keban Baraj Gölü Ova bölgesi balıklarından *Capoeta trutta*'da ağır metal birikimini; Bozkurt ve diğ. (1999a,b), Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. trutta*'nın büyüme ve üreme özellikleri; Yılmaz ve Solak (1999), Dicle Nehri'nde yaşayan *C. trutta*'nın beslenme organizmaları ve bu organizmaların aylara ve yaşlara göre değişimleri; Çalta ve diğ. (2000), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'da bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi; Kalkan ve diğ. (2000), Karakaya Baraj Gölü (Malatya)'nda yaşayan *C. trutta*'nın

biyolojik özelliklerinin incelenmesi; Duman (2001), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'nın büyüme özelliklerinin belirlenmesi; Tuz (2001), Keban Baraj Gölü'nün Koçkale bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da hepatit A, B, C virüslerinin araştırılması; Doğu (2002), Atatürk Baraj Gölü'ndeki (Şanlıurfa) *C. trutta*'nın büyüme özelliklerini; Sağlam ve Sarıeyyüpoğlu (2002), *C. trutta*'da *Neoechinorhynchus rutili*'nin bulunuşunun incelenmesini; Yılmaz (2002), Cyprinidae familyasına ait *Capoeta trutta*, *Capoeta capoeta umbla*, *Leuciscus cephalus orientalis* ve *Acanthobrama marmid*'lerin hemoglobin ve izohemoglobin tiplerinin elektroforetik ve taksonomik yönden incelenmesi; Duman (2004), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'nın üreme biyolojisi; Çökmez (2004), Keban ve Karakaya Baraj Gölleri'ndeki *C. trutta* balık türünün büyüme özelliklerinin karşılaştırılması; Ural (2004), Keban Baraj Gölü'nün Koçkale ve Pertek bölgelerindeki su kalitesinin *C. trutta*'nın ovaryumuna olan etkisinin araştırılması; Düşükcan (2005), Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'ndeki *C. trutta* popülasyonlarının üreme biyolojisi konularını çalışmışlardır.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1.Çalışma Bölgesi

Keban Barajı (Şekil 3.1.1), Elazığ ilinin 45 km kuzeybatısında ve Malatya ilinin 65 km kuzeydoğusunda olup, Karasu ile Murat Nehirleri'nin birleştiği yerden 10 km daha güneybatıda Keban ilçesi civarında 1975 yılında inşa edilmiştir. Yüzey alanı bakımından ülkemizin ikinci büyük baraj gölüdür. Dünyada yükseklik bakımından on sekizinci (dolgu barajların beşincisi), hacim bakımından yapay göller arasında yirmi ikinci, enerji üretim kapasitesi bakımından hidroelektrik tesisler arasında kırkinci ve dolgu hacmi bakımından otuzuncu sırada bulunmaktadır.

Keban Baraj Gölü, Doğu Anadolu Bölgesi'nde $38^{\circ}37'$ ile $39^{\circ}20'$ kuzey enlemleri; $38^{\circ}15'$ ile $39^{\circ}52'$ doğu boylamları arasında yer alır. Baraj Gölü'nün maksimum işletme kotu 845 m, minimum işletme kotu ise 813 m'dir. Maksimum işletme kotunda yüzey alanı 687,31 km² ve depolama hacmi 30,6 milyar m³'tür. Minimum işletme kotunda yüzey alanı 379,3 km² ve depolama hacmi 14,2 milyar m³'tür (DSİ, 1994).

Keban Baraj Gölü işletmeye alındığı ve su tutmaya başladığı 1973 yılı Kasım ayından itibaren oluşmaya başlamıştır. Gölün dolma süresi hariç en düşük su seviyesi 1983 yılı Mart ayında (821,45 m) ölçülmüştür. En yüksek su kotu olan 845,00 m'ye ise sırasıyla 1976 Mayıs, 1981 Temmuz, 1982 Mayıs, 1987 Haziran ve 1988 Temmuz aylarında ulaşmıştır. Gölün su seviyesinin devamlı değişken olması, enerji üretimi amacıyla çekilen su miktarı, sulamaya harcanan su miktarı ve yaz aylarında buharlaşma ile meydana gelen kayıplardan kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra girdi olarak meteorolojik ve hidrolojik koşullar ve özellikle göle girdi sağlayan Murat, Karasu, Peri ve Munzur sularının yıl içerisindeki debilerinin değişim göstermesi, gölün su seviyesinin sürekli değişmesine neden olmaktadır (DSİ, 1994).

Gölün en derin yeri baraj gövdesinin bulunduğu nokta olup, bu noktada maksimum derinlik 163 m'dir. Gölün ana akarsuyu olan Fırat Nehri, yılın çeşitli mevsimlerinde çok farklı bir akım düzeyine sahiptir. Baraj gövdesinin olduğu yerde minimum akım 145 m³/s, maksimum akım 8416 m³/s (saniyede 8416 m³'lük akım, 8 dönüm arazinin 1 saniyede 1 m yüksekliğinde su ile kaplanması demektir) ve ortalama akım 635 m³/s'dir (DSİ,1994).

Bu araştırma, $38^{\circ}38'13''$ kuzey enlemleri ve $39^{\circ}44'23''$ doğu boylamlarında yer alan Örencik bölgesinde (Şekil 3.1.2,)

- Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının göle deşarj olduğu kanal (1. istasyon), (Şekil 3.1.5-3,1,6),

- Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (2. istasyon), (Şekil 3.1.7),

- Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (3. istasyon), (Şekil 3.1.8),

39° 0' 11 12" kuzey enlemleri ve 38° 53 48' 99" doğu boylamlarında yer alan Ağın bölgesinde Şekil 3.1.3)

- Ağın Deri Fabrikası atık sularının göle deşarj olduğu kanal (4. istasyon), (Şekil 3.1.9),

- Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (5. istasyon) (Şekil 3.1.10),

- Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden uzak açık bölge (6. istasyon), (Şekil 3.1.11),

38° 49' 44 77" kuzey enlemleri ve 39° 16' 19 11" doğu boylamlarında yer alan herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karışmadığı alan olarak (referans bölge) Pertek feribot İskelesi'nin bulunduğu bölgede açık bölgede (Aydıncık) yürütülmüştür (Şekil 3.1.4, 3,1,12).



Şekil 3.1.1. Balık örneklerinin alındığı Keban Baraj Gölü (Elazığ)’nın coğrafik konumu (URL1).



Şekil 3.1.2. Balık örneklerinin alındığı Etibank Ferro Krom İşletmesi (Örencik)'nin coğrafik konumu (URL1).



Şekil 3.1.3. Balık örneklerinin alındığı Ağın Deri Fabrikası (Ağın)’nın coğrafik konumu (URL1).



Şekil 3.1.4. Balık örneklerinin alındığı Pertek Feribot İskelesi (Aydıncık)'nin coğrafik konumu (URL1).



Şekil 3.1.5. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu bölge.



Şekil 3.1.6. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden gelen atık sular ve örnekleme bölgesi (1. istasyon).



Şekil 3.1.7. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden gelen atık suların Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (2. istasyon).



Şekil 3.1.8. Örencik bölgesinde örneklemenin yapıldığı açık bölge (3. istasyon).



Şekil 3.1.9. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suların deşarjı (4. istasyon).



Şekil 3.1.10. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge (5. istasyon).



Şekil 3.1.11. Ağın bölgesinde örneklemenin yapıldığı açık bölge (6. istasyon).



Şekil 3.1.12. Referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesi.

Araştırma, Kasım 2005 tarihinde başlayıp, Ekim 2006 tarihinde tamamlanmıştır. Araştırma süresince, üreme biyolojisi için Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden toplam 830 adet *C. trutta* örneği elde edilmiştir. Bunların 215 adedi Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (Ağın), 345 adedi Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden (Örencik) ve 270 adedi de Aydıncık bölgesinden temin edilmiştir. Balıklarda ağır metal düzeylerinin belirlenmesi amacıyla, Ağın bölgesinde 215 adet, Örencik bölgesinde 190 adet ve referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinde 270 adet *C. trutta* balık türü incelenmiştir. Balık örnekleri 28, 30, 32 ve 36 mm göze genişliğindeki galsama ağları ile yakalanmıştır. Keban Baraj Gölü'nün araştırılan bölgelerinde su ve sedimentteki ağır metal analizleri için örnekler su şişeleri ve sediment örnekleyiciler yardımıyla alınmıştır.

3.2. Su Örneklerinde Yapılan Ölçüm ve Analizler

Her üç bölgede belirlenen istasyonlardaki sularda bir yıl süreyle aylık periyotlarla:

- Sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik HANNA HI 8314 Model pHmetre ile ölçülmüştür. Ağın Deri Fabrikası atık sularındaki değerler çok yüksek olduğu için, elektriksel iletkenliği ölçebilmek için atık su, distile su ile seyreltilerek ölçüm yapılmıştır.
- Çözünmüş oksijen YSI 52 Model Oksijenmetre ile ölçülmüştür.

Bu istasyonlardan alınan su örneklerinde aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir:

- Toplam sertlik titrimetrik metotla laboratuarda analiz edilmiştir.
- Sudaki ağır metal analizi için, 50 ml su numunesi alınarak Kjeldahl balonlarına konulmuş, içine nitrik asit ve sülfürik asit (5/10) karışımından 5 ml ilave edilerek mineralizasyon işlemine tabi tutulmuş ve 25 ml'ye deriştirilmiştir (APHA, 1985). Ancak, Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık sularda ağır metal konsantrasyonları yüksek olduğundan, bu bölgeden alınan sular 1/50 oranında saf suyla seyreltilmiştir. Analize hazır duruma getirilen su numunelerindeki bakır (Cu), demir (Fe) ve çinko (Zn) analizleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (Perkin Elmer Model 370), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) analizleri ise ICP (Perkin Elmer Optima 5300 DV) ile, uygun standartları hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Konsantrasyonu ölçülmesi istenen elementin önce bilinen farklı konsantrasyonlardaki standartları hazırlanarak alette ölçülmesi sonucu elde edilen değerlerden kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Daha sonra örneklerden okunan absorbans değerleri standartlardan elde edilen eğri ile karşılaştırılarak örneklerdeki element konsantrasyonları hesaplanmıştır. Bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) değerleri mg/L, arsenik (As) ve civa (Hg) değerleri ise µg/L cinsinden hesaplanmıştır.

3.3. Sedimentte Yapılan Analizler

Sedimentteki ağır metal analizleri için, belirlenen istasyonlardan bir yıl süreyle aylık periyotlarla sediment örneği alınmıştır. Atık sular ve atık suların baraj gölüne karıştığı istasyonlarda yüzeyden 0-5 cm derinlikten çelik spatula ile, açık bölgede ise Ekman Dredge ile 1kg sediment örneği alınarak polietilen torbalar içerisine bırakılarak laboratuara getirilmiştir. Sediment örnekleri analize hazır duruma getirilinceye kadar 4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Sediment örnekleri 60 mesh'lik elekten geçirildikten sonra 1g sediment örneği alınmış ve etüvde 50°C'de 48 saat kurutulmuştur. Daha sonra sediment örneklerine nitrik asit/sülfürik asit karışımından (5/10) 5 ml katılarak, ısı tablası üzerinde renkli buhar çıkışı bitinceye kadar ısıtılarak mineralizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Mineralizasyon işleminden sonra örnekler saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır.(APHA, 1985). Analize hazır duruma getirilen sediment örneklerindeki bakır (Cu), demir (Fe) ve çinko (Zn) analizleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (Perkin Elmer Model 370), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) analizleri ise ICP (Perkin Elmer Optima 5300 DV) ile, uygun standartları hazırlanarak gerçekleştirilmiştir. Sediment örneklerindeki element konsantrasyonları su analizleri bölümünde açıklanan yöntemle göre hesaplanmıştır. Bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) değerleri mg/kg, arsenik (As) ve civa (Hg) değerleri ise µg/kg olarak ifade edilmiştir.

3.4. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre ve İndüktif Eşleşmiş Plazma ICP)'nın Çalışma Prensipleri

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi, su ve atıklarda element tayininde kullanılmaktadır. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde element, elementel hale dönüştürüldükten sonra buharlaştırılır ve kaynaktan gelen ışın demetine maruz bırakılır. Aynı elementin ışın kaynağından gelen ışınları absorplar. Sulu numune alev içinde yükseltgen gaz karışımı ile püskürtülür. Numunenin alev ile yakılması sonucunda açığa çıkan ışığın ölçülmesiyle analiz gerçekleştirilmiş olur. Her bir elementin kendine has ışık spektrosu vardır. Bu spektroda ışık yayan element bilindiğinde numune içerisindeki elementlerin cinsi ve miktarı bulunabilmektedir. Tez kapsamında analizi yapılan elementlerin dalga boyları aşağıda verilmiştir;

Cu= 324,7 nm

Fe= 248,3 nm

Zn=213,9 nm

İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP), iç içe geçmiş üç kuvars borudan (torch) yapılmıştır. Bunların arasından dakikada 10-17 ml argon gazı geçer. En geniş borunun çapı 2,5 cm'dir. Bu borunun üst kısmında suyla soğutulan radyo indüksiyon bobini bulunur. Akan argonun iyonlaşması bir Tesla bobininden kıvılcım ile başlatılır. Oluşan iyon ve elektronlar indüksiyon bobini tarafından oluşturulan manyetik alan salınımları ile etkileşir. Bu etkileşim sonucunda iyonlar ve elektronlar aynı yöne doğru akmaya başlar en içteki kuvars borudan geçen argon gazı akışıyla plazma içerisinde numune taşınır. Numune atomları taşıyıcı argon gazı sayesinde 4000-8000 K sıcaklığındaki bölgeye ulaşır. Burada 2 ms kalırlar. Bu sıcaklıkta atomlaşma olur. Farklı elementlerin sıcak bölgede farklı yüksekliklerde emisyon vermesiyle elementlerin analizi gerçekleştirilmiş olur. Tez kapsamında analizi yapılan elementlerin dalga boyları aşağıda verilmiştir;

Cu=237,393 nm

Fe= 238,204 nm

Zn=206,200nm

Cr=267,716 nm

Ni= 231,604 nm

Cd=228,802 nm

As=188,979 nm

Hg=253,652 nm

3.5. Balıklarda Yapılan Analizler

Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden ve Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suların Keban Baraj Gölü'ne döküldüğü bölgeler ile herhangi bir endüstriyel kuruluşun atık sularının karışmadığı bölge (referans bölge) olarak da Aydıncık bölgesinden yakalanan *Capoeta trutta* balık örnekleri, Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilerek aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

- Balıkların çatal boyu ± 1 mm hassasiyetli ölçme tahtasında ölçülmüştür.
- Balıkların suyu bir kağıt havlu ile kurutulduktan sonra 0,1 g hassasiyetli terazide tartılarak ağırlıkları tespit edilmiştir.
- Ovaryum ve testis ağırlıklarını saptamak için karnı açılan balıkların ovaryum ve testisleri dikkatli bir şekilde çıkarılarak 0,0001 g hassasiyetli terazide tartımları yapılmıştır.
- Balıkların cinsiyetlerini belirlemek için karınları açılarak gonadları incelenmiştir. Süt beyazı ve yüzeyi düzgün olan gonadlar testis, olgunluk derecesine bağlı olarak yeşilimsi sarı ve yüzeyi granüler yapıda olan gonadlar da ovaryum olarak değerlendirilmiştir (Lagler ve diğ., 1977). Üreme döneminden sonra testis ve ovaryumların tekrar

büyümeye başladığı dönemde morfolojik olarak cinsiyet tayini güçleşmektedir. Bu dönemde çıplak gözle cinsiyet tayini zor olan fertlerin gonadları mikroskopta incelenerek cinsiyet tayini yapılmıştır.

- Ovaryumdaki yumurtaların sayısını bulmak için, ovaryumlar dikkatli bir şekilde çıkarıldıktan sonra baştan, ortadan ve sondan birer gram yumurta alınarak gravimetrik metot ile belirlenmiş ve aşağıdaki formüle göre bireysel fekundite tespit edilmiştir (Bagenal ve Braum, 1978).

$$E = (O_w/W) \times e$$

E = Toplam yumurta sayısı (bireysel fekundite)

O_w = Ovaryumun ağırlığı (g)

W = Ovaryumdan alınan örneğin ağırlığı (g)

e = Ovaryumdan alınan örnekteki yumurta sayısı

- Dişi balıkların yumurta çapını belirlemek için ovaryumun ön, orta ve arka kısımlarından alınan örneklerden rasgele 10 adet yumurta alınarak toplam 30 adet yumurta dikkatlice yan yana dizilerek mm cinsinden uzunlukları tespit edilmiştir. Elde edilen toplam uzunluk 30'a bölünerek her bir yumurtanın ortalama çapı bulunmuştur (Özdemir, 1982).
- Eşeyssel olgunluğa erişme yaşını ve üreme periyodunu belirlemek amacıyla örneklerin ovaryum ve testisleri incelenerek eşeyssel olgunluğa erişen bireylerin yaşları saptanmıştır. Yumurta ve spermanın olgunlaşmaya başlaması ile ilk bırakıldığı aylar belirlenerek balıkların üreme periyodu tespit edilmiştir.
- Balıkların yaşını tespit etmek için dorsal yüzgecin ilk ışını alınarak zarf içine yerleştirilmiştir (Lagler, 1956). Dorsal yüzgeçler üzerindeki et ve yağlı kısımlarından temizlenerek yaş tayinine hazır hale getirilerek binoküler mikroskopta yaş tayinleri yapılmıştır (Chugunova, 1963).
- Balıkların üreme zamanını tespit etmek için

$$\text{Gonadosomatik İndeks (GSİ)} = (\text{Gonad ağırlığı} / \text{Vücut ağırlığı}) \times 100$$

formülünden yararlanılmıştır (Timmons ve diğ., 1980).

Dişi ve erkek bireylerin gonadosomatik indeks değerlerinin aylara göre dağılımları tablo ve grafiklerle ifade edilmiştir.

Balıkların kas ve gonad örneklerinde ağır metal analizleri için aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir:

Dissekte edilen balıktan dorsal yüzgecin yaklaşık 2 cm alt kısmından 5 g kas ve 0.2-1 g gonad alınarak tartılmış ve yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Örnekler, ısıya dayanıklı küçük cam şişeler içerisine konularak 5 ml derişik HNO₃ ilave edilerek 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra örnekler, ısı tablası üzerinde çok düşük ısıda, örneklerin renkli buharları kayboluncaya kadar yavaş yavaş ısıtılarak örneklerin tamamen mineralize olması sağlanmıştır. Örneklerin renkli buharları tamamen kaybolduktan sonra 1 ml H₂SO₄ ilave edilmiştir. Çözünen örnekler 50 ml'lik balon jojelere aktarılmış ve distile su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Balon jojelerdeki örnekler, içerisine 1-2 damla HNO₃ ilave edilmiş cam tüplere bırakılarak analize hazır duruma getirilmiştir. Ayrıca yukarıdaki işlemler aynı şekilde uygulanarak kör numunesi de hazırlanmıştır. Analize hazır duruma getirilen örneklerde; bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) analizleri, ICP (Perkin Elmer Optima 5300 DV) ile uygun standartları hazırlanarak gerçekleştirilmiştir (APHA, 1985). Balık örneklerindeki element konsantrasyonları su analizleri bölümünde açıklanan yöntemle göre hesaplanmış ve örneklerdeki element konsantrasyonları mg/kg yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır.

Balıklar 90-199 g (A1), 200-299 g (A2), 300-399 g(A3), 400-499 g (A4) ve ≥ 500 g (A5) şeklinde beş farklı ağırlık grubuna, 90-199 mm (U1), 200-299 mm (U2), 300-399 mm (U3) ve 400-499 mm (U4) olmak üzere üç farklı uzunluk grubuna ayrılarak her bir grup için ağır metal birikimi belirlenmiştir.

3.6. Balıklarla Yapılan Laboratuar (Test) Çalışmaları

Çalışmanın yürütüldüğü istasyonlarda sudaki ağır metal kirliliğinin farklı yaşam evrelerindeki aynalı sazanlar üzerindeki etkilerini tam olarak belirlemek ve arazi çalışması sonucunda elde edilen bulguların doğruluğunu ortaya koyabilmek için laboratuar çalışması da düzenlenmiştir. Laboratuar çalışmasının süresi toksikolojik testlerde uygulanan işlemlere uygun olarak yürütülmüştür. Laboratuar çalışması süresince testlerde kullanılan yumurta, larva, yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlar (*C. carpio*), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü IX. Bölge Müdürlüğü DSİ Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'nden temin edildi. Aynalı sazan yumurta ve larvaları büyük kovalar içerisinde, yavru ve bir yaşındaki balıklar ise içerisine oksijen basılmış büyük naylon torbalara bırakılarak Su Ürünleri Fakültesi laboratuarına getirildi. Testlerde, yeni sağım yapılmış ve döllenmiş yumurtalar kullanıldı.

Laboratuara getirilen yumurtalar, her bir akvaryumda 50 adet yumurta olacak şekilde, arazi çalışmalarının yürütüldüğü istasyonlardan getirilen suların bulunduğu ve uygun havalandırmanın sağlandığı 3 adet akvaryuma bırakıldı. Her gün, gündüz iki saat aralıklarla yumurtalar kontrol edilerek ölen ve deforme olan yumurtaların sayıları ve yumurtalardan çıkan

larvaların sayısı ayrı ayrı belirlendi. Her bir akvaryumda günlük olarak pH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri yapıldı.

Laboratuara getirilen larva, yavru ve bir yaşındaki balıklar, hastalıkların belirlenmesi, toplama ve taşıma streslerinden kurtulmaları için 7 gün boyunca karantinaya alındı. 7 gün boyunca, balıklarda hastalık görülmediğinden ve ilk iki gün içerisinde larvalarda doğal ölüm oranı %1'i geçmediğinden, yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlarda ise doğal ölüm görülmediğinden balıkların testler için uygun olduğuna karar verildi. Standart Metodlar (APHA, 1985)'da belirtildiği gibi larva, yavru ve genç balıklarda testin başlangıcından önceki 48 saat boyunca yemleme yapılmadı. Bir sonraki aşama olarak larva, yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlar, arazi çalışmalarının yürütüldüğü istasyonlardan getirilen suların bulunduğu ve uygun havalandırmanın sağlandığı akvaryumlara bırakıldı. Akvaryumlara bırakılan balıkların yaklaşık olarak aynı büyüklükte (yavru balıkların ağırlığı $3,5\pm0,4$ g; bir yaşındaki balıkların ağırlığı $24,6\pm6,2$ g) olmasına dikkat edildi.

Hayat evrelerine bağlı olarak yürütülen toksisite testlerinde uzun süreli testler uygulanır ve bu testlerde maruz bırakma süresi 7 gün olmakla birlikte, çoğu uygulamalar 21-28 gün arasında değişebilmektedir (APHA, 1985). Bu çalışmada da balıklara 21 günlük test uygulandı. Testlerde kullanılan suların yenilenmesiyle ilgili olarak Kısmi Yenilenebilir Test Tekniği uygulandı (APHA, 1985)).

Larvalarla yapılan testte, her bir akvaryuma 50 adet larva bırakıldı ve çalışma üç tekrarlı olarak yürütüldü. Her gün, gündüz iki saat aralıklarla akvaryumlar kontrol edilerek ölen larvaların sayıları tespit edildi ve ortamdan hemen uzaklaştırıldı. Larvalarda görülen anomaliler kaydedildi ve larvaların fotoğrafları çekildi. Akvaryum sularında günlük olarak pH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri yapıldı.

Yavrularla yapılan testte, her bir akvaryuma 25 adet yavru bırakıldı ve çalışma üç tekrarlı olarak yürütüldü. Akvaryumlar her gün kontrol edilerek ölen yavru balıkların sayıları tespit edilerek ortamdan hemen uzaklaştırıldı. Yavru balıklarda görülen anomaliler kaydedildi ve fotoğrafları çekildi. Akvaryumlarda günlük olarak pH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri yapıldı.

Bir yaşındaki balıklarla yapılan testte, her bir akvaryuma 10 adet balık bırakıldı ve çalışma beş tekrarlı olarak yürütüldü. Test uygulanan balıklara günlük ve düzenli yemleme yapıldı. Akvaryumlar her gün kontrol edilerek ölen balıkların sayıları tespit edildi ve ortamdan hemen uzaklaştırıldı. Balıklarda görülen anomaliler kaydedildi ve fotoğrafları çekildi. Akvaryumlarda günlük olarak pH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri yapıldı.

Çalışmada, her bir yaşam evresi için kontrol grupları oluşturuldu ve bu gruplar için de yukarıda belirtilen işlemler uygulandı.

Testlerde kullanılan yumurta ve larvaların fotoğrafları OPTECH Marka Stereo Mikroskop, yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanların fotoğrafları ise CanonPower Shot A310 Marka dijital fotoğraf makinesi kullanılarak çekildi.

3.7. Zehirlilik Seyrelme Faktörü Tayini (ZSF)

Alıcı su ortamlarına deşarj edilen atık sular o ortamdaki balıkların 48 saat içerisinde ölümüne neden olmamalıdır. Bu nedenle toksikolojik çalışmalarda, Zehirlilik Seyrelme Faktörü (ZSF)'nün belirlenmesi gerekmektedir.

Seyrelme faktörü; kaç hacim atık suyun kaç hacim seyrelme suyu ile seyreltiğini ifade eder. Bir başka ifadeyle seyrelme faktörü, kullanılan birim atık su hacmine bağlı seyreltme suyu hacminin toplamıdır. Bütün balıkların yaşadığı seyrelmenin en küçük değerine Zehirlilik Seyrelme Faktörü (ZSF) adı verilmektedir.

Atık suyun içeriği, balığın yüzgeçlerine yapışarak solungaç epitellerinin şişmesine ve parçalanmasına neden olarak balıklara zarar verir. Toksik etki, atık suyun temiz seyrelme suyu ile seyreltildiği hacimle orantılı olarak da saptanabilir. Buna göre bütün balıkların yaşatılabildiği en küçük seyrelme değeri esas alınarak, atık suyun balıklara toksik etkisi seyrelme faktörü (ZSF) ile ifade edilir.

3.7.1. Test Balıklarının Deney Öncesi Muhafazası

Akvaryumcudan temin edilen *Poecilia reticulata* Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Laboratuvarına getirilerek, havalandırılmış klorsuz içme suyuyla doldurulmuş bir akvaryuma bırakıldı. Balıklar laboratuvara getirildikten sonra hastalıkların belirlenmesi, toplama ve taşıma streslerinden kurtulmaları için 7 gün boyunca karantinaya alındı. Bu süre boyunca balıklarda hastalık ve doğal ölüm görülmediğinden balıkların test için uygun olduğuna karar verildi. Test balıklarının bekletilmesi sırasında düzenli olarak su değişimi sağlandı ve balıklar düzenli olarak kuru yemle beslendi.

3.7.2. Deneyin Yapılışı

ZSF (Zehirlilik Seyreltme Faktörü)'nün belirlenebilmesi için 5 L atık su ve 5 L temiz klorsuz içme suyu karıştırılarak 10 L test suyu hazırlanarak akvaryuma bırakıldı. Test suyunun pH'ı, HCl asit ile 7,1'e ayarlandı ve akvaryuma 5 adet dişi, 5 adet erkek balık olacak şekilde 10 adet *Poecilia reticulata* bırakıldı. Akvaryum suyunun sıcaklığının $20\pm1^{\circ}\text{C}$ ve çözünmüş oksijenin 4 mg/L olduğu belirlendi. Balıklar hazırlanan test suyunda 48 saat bekletilerek ölüm olup olmadığı takip edildi. Aynı şekilde seyreltme suyu olarak kullanılan klorsuz içme suyu 5

adet dişi, 5 adet erkek balık olacak şekilde 10 adet *Poecilia reticulata* bırakılarak ölüm olup olmadığı takip edildi (Sağlam, 2003).

Verilerin değerlendirilmesinde ve grafiklerin çiziminde Microsoft Excel 2003 (Microsoft Corporation Inc.), verilerin istatistiksel analizinde ise SPSS 12.0 (SPSS Inc.) programları kullanılmıştır. Veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanarak Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle 0,05 ($P<0,05$) önem düzeyinde istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın yürütüldüğü referans bölge olarak belirlenen Aydıncık, Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölge olan Örencik ve Ağın Deri İşleme Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge olan Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlarda, suda belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal parametrelere ait değerler, bu bölgelerde su ve sedimentteki bazı ağır metallerin konsantrasyonları ve bu üç bölgeden yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokusu ve gonadında bazı ağır metallerin birikim düzeyleri, *Capoeta trutta*'nın üreme biyolojisi ve gelişimi, balıklarda yapılan laboratuvar çalışmalarına ait bulgular ve Zehirlilik Seyrelme Faktörü sırasıyla açıklanmıştır.

4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinde Suda Belirlenen Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Karşılaştırması

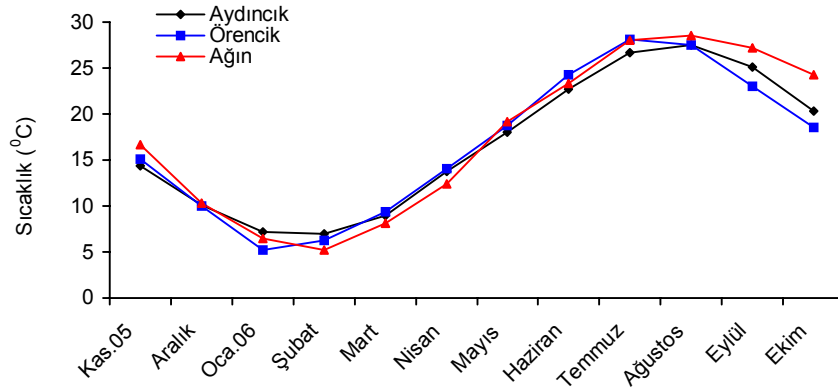
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde suda belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin karşılaştırması, atık su, atık suların baraj gölüne karıştığı bölge ve açık bölge olmak üzere ayrı başlıklar altında yapılmıştır.

4.1.1. Aydıncık Bölgesi ve Atık Suların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Etibank Ferro Krom İşletmesi ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, referans bölge olarak belirlenen Aydıncık bölgesiyle birlikte değerlendirilmiştir.

Su Sıcaklığı

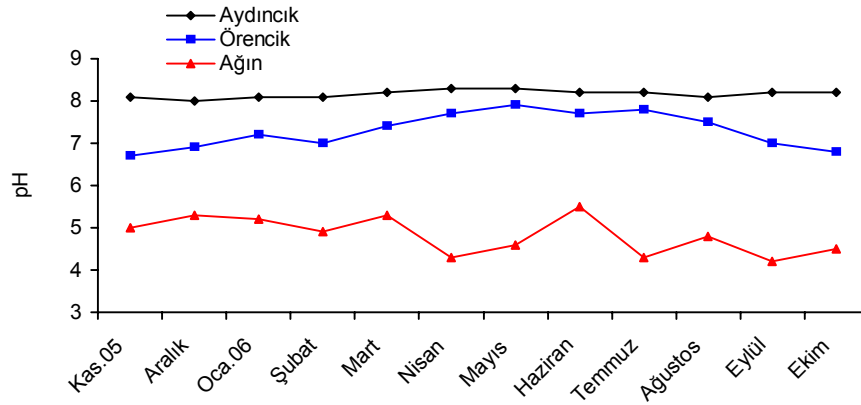
Araştırma süresince Aydıncık, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında ölçülen su sıcaklıklarının aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, hem en düşük hem de en yüksek sıcaklıklar deri fabrikası atık sularında kaydedilmiştir. En düşük su sıcaklıkları Aydıncık bölgesinde ve deri fabrikası atık sularında şubat ayında, Ferro Krom İşletmesi atık sularında ise ocak ayında ölçülmüştür. En yüksek sıcaklık değerleri ise Aydıncık bölgesinde ve deri fabrikası atık sularında ağustos ayında, Ferro Krom İşletmesi atık sularında ise temmuz ayında belirlenmiştir (Şekil 4.1.1.1). Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında, Aydıncık bölgesinde (16,8°C) ve Ferro Krom İşletmesi atık sularındaki (16,6°C) değerler birbirine yakın olurken, deri fabrikası atık sularındaki ortalama sıcaklık biraz daha yüksek (17,5°C) olmuştur.



Şekil 4.1.1.1. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında su sıcaklığının aylara göre değişimi.

pH

Aydıncık, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimi Şekil 4.1.1.2’de verilmiştir. En düşük pH değerleri deri fabrikası atık sularında belirlenmiş olup, araştırma süresince bu bölgedeki pH değeri 6’nın altındaki değerlerde kaydedilmiştir. Ferro Krom İşletmesi atık sularındaki pH değerleri 6,7-7,9 arasında, Aydıncık bölgesinde ise 8,0-8,3 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1.1.2). Yıllık ortalama pH değerleri Aydıncık bölgesinde 8,1, Örencik bölgesinde 7,3 ve Ağın bölgesinde 4,8 olarak hesaplanmıştır.

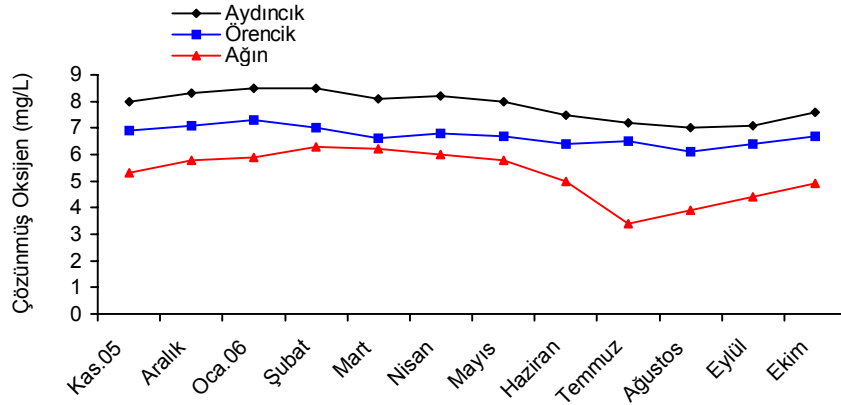


Şekil 4.1.1.2. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında pH değerlerinin aylara göre değişimi.

Çözünmüş Oksijen

Araştırma süresince Aydıncık bölgesi, Ferro Krom atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylık değişimlerine bakıldığında, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonları deri fabrikası atık sularında belirlenmiş olup, çözünmüş

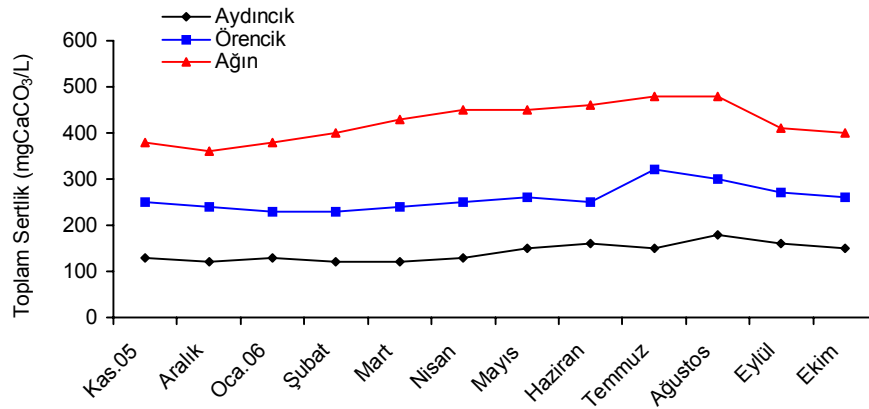
oksijen konsantrasyonu 3,4-6,3 mg/L arasında değişim göstermiştir. Ferro Krom İşletmesi atık sularında ölçülen oksijen konsantrasyonlarının Aydıncık bölgesine göre düşük olduğu ve yıl boyunca 6,1-7,3 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinde ise çözülmüş oksijen konsantrasyonları 7,0-8,5 mg/L aralıklarında kaydedilmiştir (Şekil 4.1.1.3). Yıllık ortalama çözülmüş oksijen konsantrasyonları Aydıncık bölgesinde 7,8 mg/L, Örencik bölgesinde 6,7 mg/L, Ağın bölgesinde ise 5,2 mg/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.1.3. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında çözülmüş oksijen konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Toplam Sertlik

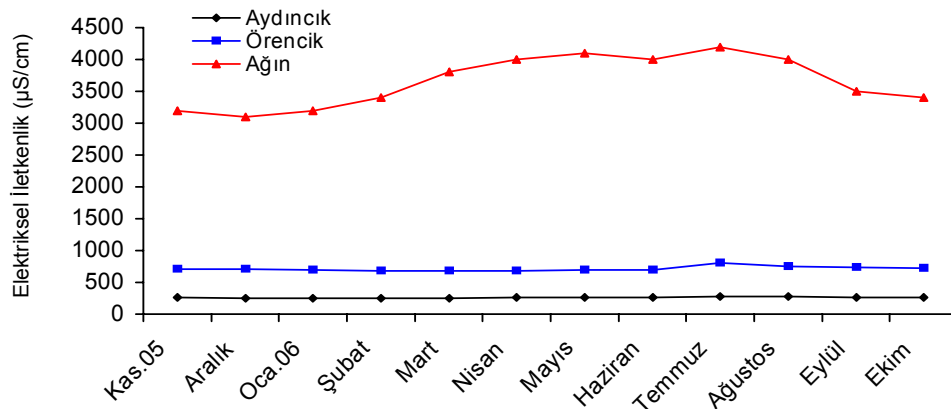
Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında ve Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde tayin edilen toplam sertlik miktarlarının aylara göre değişimi Şekil 4.1.1.4’de verilmiştir. En düşük toplam sertlik miktarı Aydıncık bölgesinde, en yüksek değerler ise deri fabrikası atık sularında tespit edilmiştir. Her üç bölgede de en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sularda tayin edilen değerlerin, Aydıncık bölgesindeki değerlerin yaklaşık dört katı kadar olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki toplam sertlik değerlerinin 120-180 mg-CaCO₃/L, Örencik bölgesinde 230-320 mg-CaCO₃/L ve Ağın bölgesinde 360-480 mg-CaCO₃/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.1.1.4). Yıllık ortalama toplam sertlik miktarları ise Aydıncık bölgesinde 141,7 mg-CaCO₃/L, Örencik bölgesinde 258,3 mg-CaCO₃/L ve Ağın bölgesinde 423,3 mg-CaCO₃/L olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1.1.4. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi.

Elektriksel İletkenlik

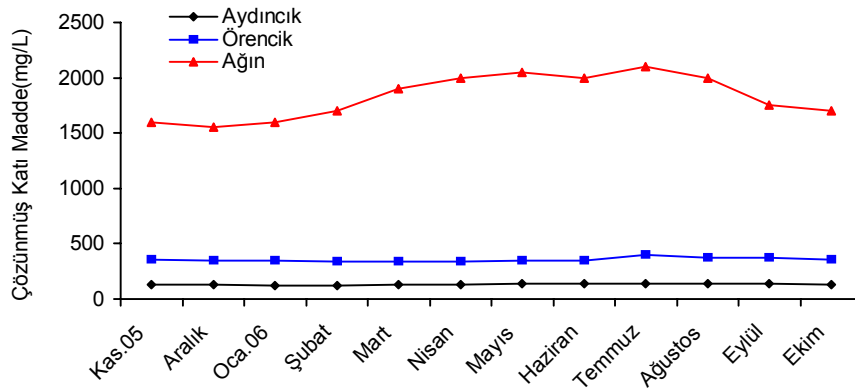
Çalışma süresince Aydıncık bölgesinde, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında, deri fabrikası atık sularının elektriksel iletkenlik değerinin diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Aydıncık ve Örencik bölgelerinde ise elektriksel iletkenlik değerlerinin aylık değişimlerinin fazla olmadığı tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri, Aydıncık bölgesinde 250-280 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Örencik bölgesinde 680-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve Ağın bölgesinde 3100-4200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralıklarında kaydedilmiştir (Şekil 4.1.1.5). Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik ise Aydıncık bölgesinde 263 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Örencik bölgesinde 713 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve Ağın bölgesinde 3658 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.1.5. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.

Çözünmüş Katı Madde

Aydıncık bölgesinde, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında ölçülen çözünmüş katı madde konsantrasyonları dikkate alındığında, deri fabrikası atık sularındaki çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık ve Örencik bölgelerinde ise çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının aylık değişimlerinin fazla olmadığı belirlenmiştir. Çözünmüş katı madde miktarları, Aydıncık bölgesinde 125-140 mg/L, Örencik bölgesinde 340-400 mg/L ve Ağın bölgesinde 1550-2100 mg/L arasında değişim gösterdiği bulunmuştur (Şekil 4.1.1.6). Yıllık ortalama çözünmüş katı madde değerleri ise Aydıncık bölgesinde 132 mg/L, Örencik bölgesinde 357 mg/L ve Ağın bölgesinde 1829 mg/L olarak hesaplanmıştır.

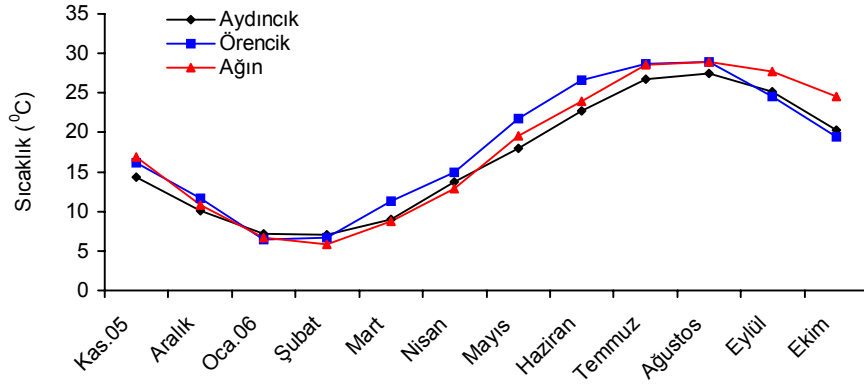


Şekil 4.1.1.6. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

4.1.2. Aydıncık Bölgesi ve Karışım Bölgesinde Suyun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

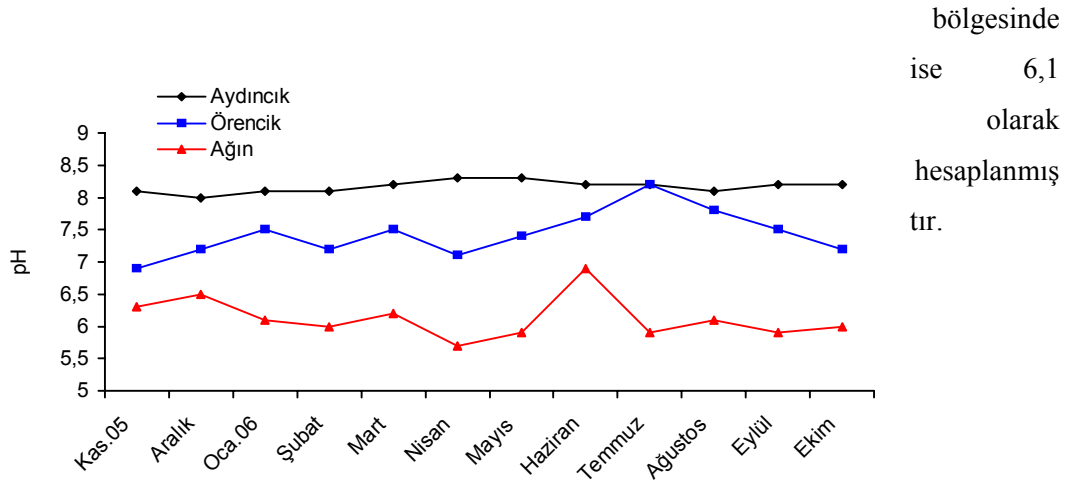
Referans istasyon olarak seçilen Aydıncık, Ferro Krom ve deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede ölçülen su sıcaklıklarının aylara göre değişimi dikkate alındığında, hem en düşük hem de en yüksek sıcaklıklar deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede belirlenmiştir. En düşük sıcaklıklar Aydıncık ve Ağın bölgesinde şubat ayında, Örencik bölgesinde ise ocak ayında ölçülmüştür. En yüksek sıcaklık değerleri ise her üç bölgede de ağustos ayında tespit edilmiştir. Su sıcaklıklarının Aydıncık bölgesinde 7,0-27,5°C, Örencik bölgesinde 6,5-28,9°C ve Ağın bölgesinde 5,8-28,9°C arasında değişim gösterdiği bulunmuştur (Şekil 4.1.2.1). Yıllık ortalama su sıcaklıkları dikkate alındığında, Aydıncık bölgesinde 16,8°C, Örencik bölgesinde 18,1°C, Ağın bölgesinde 17,9°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.1.2.1. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde su sıcaklığının aylara göre değişimi.

pH

Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, en düşük pH değerleri Ağın bölgesinde belirlenmiş olup, araştırma süresince bu bölgedeki pH değerlerinin 5,7-6,9 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örencik bölgesindeki pH değerleri 6,9-8,2 arasında, Aydıncık bölgesinde ise 8,0-8,3 arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1.2.2). Yıllık ortalama pH değerleri Aydıncık bölgesinde 8,1, Örencik bölgesinde 7,4, Ağın

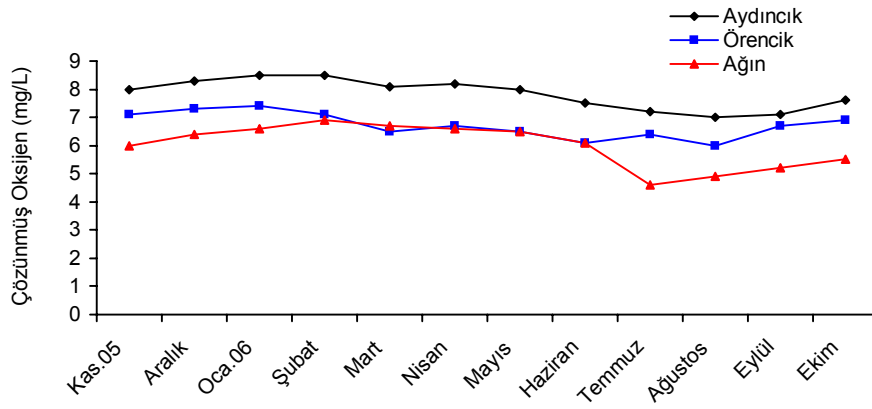


bölgesinde
ise 6,1
olarak
hesaplanmış
tır.

Şekil 4.1.2.2. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde pH değerlerinin aylara göre değişimi.

Çözünmüş Oksijen

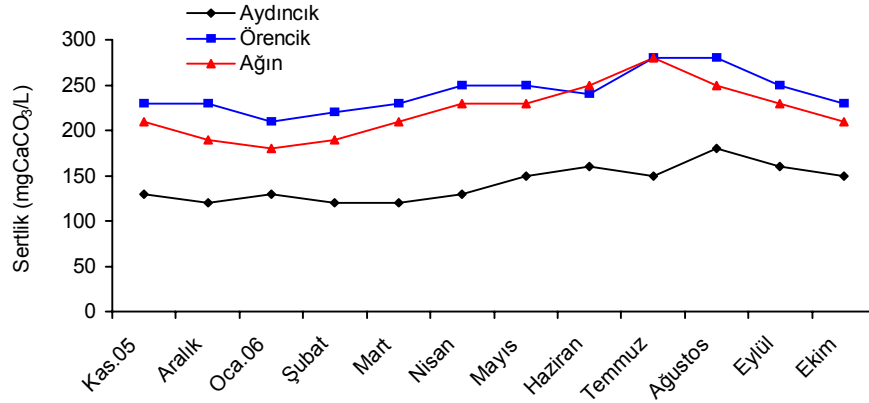
Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylık değişimi dikkate alındığında, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonu Ağın bölgesinde belirlenmiş olup, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 4,6-6,9 mg/L arasında değişim göstermiştir. Örencik bölgesinde ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonları Aydıncık bölgesine göre düşük olup, yıl boyunca 6,0-7,4 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinde ise çözünmüş oksijen konsantrasyonu 7,0-8,5 mg/L arasında kaydedilmiştir (Şekil 4.1.2.3). Yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları Aydıncık bölgesinde 7,8 mg/L, Örencik bölgesinde 6,7 mg/L, Ağın bölgesinde ise 6,0 mg/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.2.3. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

Toplam Sertlik

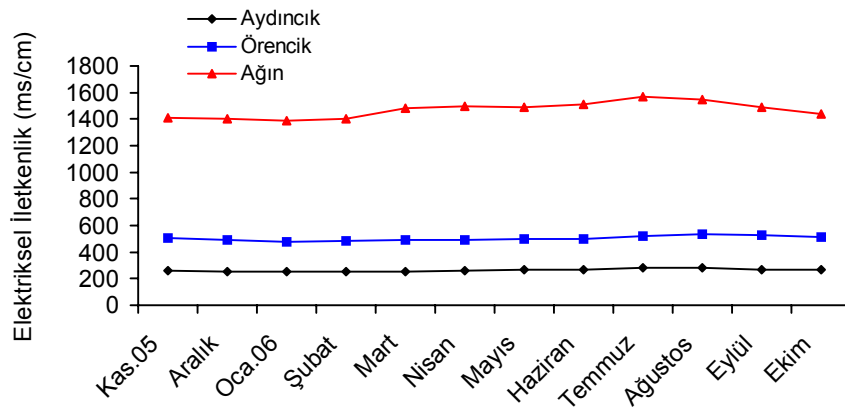
Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde tayin edilen toplam sertlik miktarlarının aylara göre değişimleri Şekil 4.1.2.4’de verilmiştir. En düşük toplam sertlik değerleri Aydıncık bölgesinde, en yüksek değerler ise Örencik bölgesinde tespit edilmiştir. Her üç bölgede de en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir Aydıncık bölgesinden alınana su örneklerindeki toplam sertlik değerlerinin 120-180 mg-CaCO₃/L, Örencik bölgesinde 210-280 mg-CaCO₃/L ve Ağın bölgesinde 180-280 mg-CaCO₃/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.1.2.4). Yıllık ortalama toplam sertlik miktarları ise Aydıncık bölgesinde 141,7 mg-CaCO₃/L, Örencik bölgesinde 241,7 mg-CaCO₃/L ve Ağın bölgesinde 221,7 mg-CaCO₃/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.2.4. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi.

Elektriksel İletkenlik

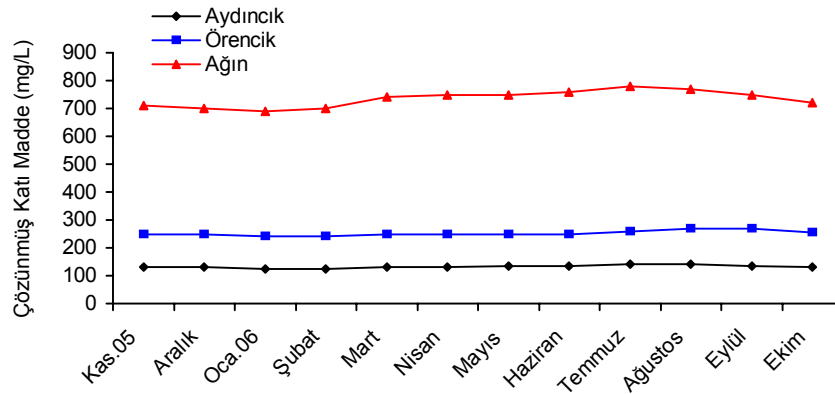
Çalışma süresince Aydıncık bölgesinde, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede suda ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında, Ağın bölgesindeki elektriksel iletkenlik değerlerinin diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Aydıncık ve Örencik bölgelerinde ise elektriksel iletkenlik değerlerinin aylık değişimlerinin fazla olmadığı tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri, Aydıncık bölgesinde 250-280 $\mu\text{S/cm}$, Örencik bölgesinde 480-535 $\mu\text{S/cm}$ ve Ağın bölgesinde 1390-1570 $\mu\text{S/cm}$ aralıklarında kaydedilmiştir (Şekil 4.1.2.5). Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik ise Aydıncık bölgesinde 263 $\mu\text{S/cm}$, Örencik bölgesinde 503 $\mu\text{S/cm}$ ve Ağın bölgesinde 1469 $\mu\text{S/cm}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.2.5. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.

Çözünmüş Katı Madde

Aydıncık bölgesinde, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve deri fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede ölçülen çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının aylık değişimi Şekil 4.1.2.6’da verilmiştir. Çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının bölgelere göre değişimi dikkate alındığında, Ağın bölgesinde çözünmüş katı madde konsantrasyonunun diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ağın bölgesinde belirlenen değerler referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesinde kaydedilen değerlerin yaklaşık 6 katı kadar olmuştur. Aydıncık ve Örencik bölgelerinde ise çözünmüş katı madde değerlerinin aylık değişimlerinin fazla olmadığı belirlenmiştir. Çözünmüş katı madde miktarlarının, Aydıncık bölgesinde 125-140 mg/L, Örencik bölgesinde 240-270 mg/L ve Ağın bölgesinde 690-780 mg/L arasında değişim gösterdiği bulunmuştur (Şekil 4.1.2.6). Yıllık ortalama çözünmüş katı madde değerleri ise Aydıncık bölgesinde 132 mg/L, Örencik bölgesinde 252 mg/L ve Ağın bölgesinde 735 mg/L olarak belirlenmiştir.



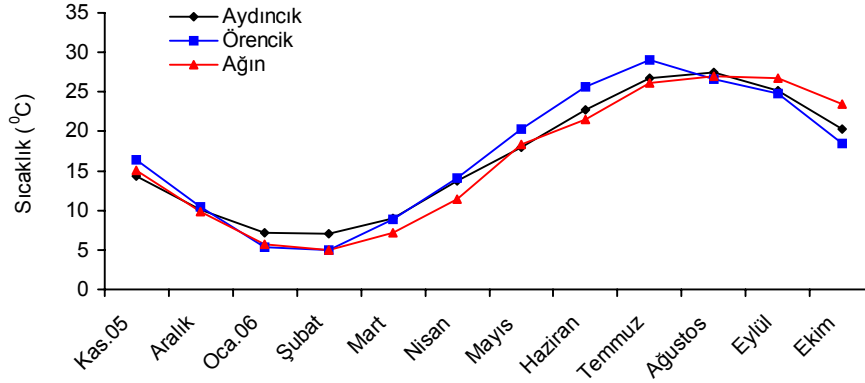
Şekil 4.1.2.6. Aydıncık bölgesi, Ferro Krom İşletmesi atık sularının ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgelerde çözünmüş madde konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

4.1.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın’da Açık Bölgede Suyun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırması

Su Sıcaklığı

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde açık bölgede ölçülen su sıcaklıklarının aylara göre değişimi Şekil 4.1.3.1’de verilmiştir. Araştırma süresince hem en düşük hem de en yüksek sıcaklıklar Örencik bölgesinde kaydedilmiştir. En düşük sıcaklıklar her üç bölgede de ocak ayında, en yüksek sıcaklık değerleri ise Aydıncık ve Ağın bölgesinde ağustos ayında, Örencik bölgesinde ise temmuz ayında ölçülmüştür. Su sıcaklıklarının Aydıncık bölgesinde 7,0-27,5°C,

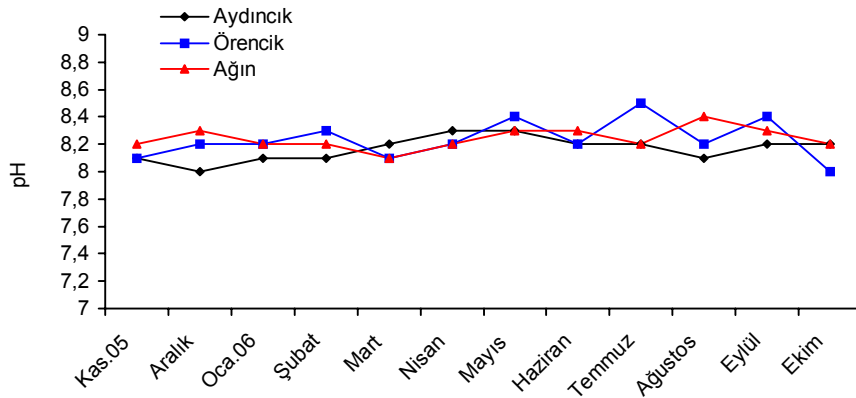
Örencik bölgesinde 5,0-29,0°C ve Ağın bölgesinde 5,0-27,0°C arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1.3.1). Yıllık ortalama su sıcaklıkları, Aydıncık bölgesinde 16,8°C, Örencik bölgesinde 17,1°C, Ağın bölgesinde ise 16,4°C olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde su sıcaklığının aylara göre değişimi.

pH

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde açık bölgede ölçülen pH değerlerinin aylara göre değişimi Şekil 4.1.3.2’de verilmiştir. Araştırma süresince Ağın bölgesindeki pH değeri. 8,1-8,4, Örencik bölgesinde 8,0-8,5, Aydıncık bölgesinde ise 8,0-8,3 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1.14). Yıllık ortalama pH değerleri Aydıncık bölgesinde 8,1 olarak kaydedilirken, Örencik ve Ağın bölgelerinde birbirine eşit olup 8,2 olarak belirlenmiştir.

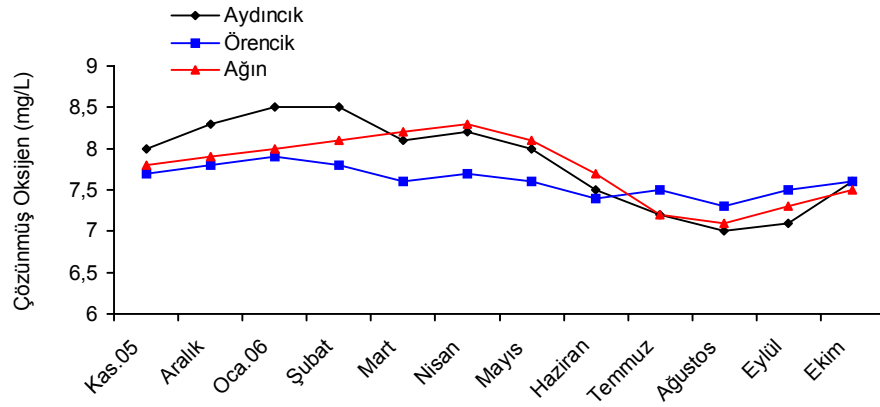


Şekil 4.1.3.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde pH değerlerinin aylara göre değişimi.

Çözünmüş Oksijen

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde açık bölgede ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylık değişimine bakıldığında, Ağın bölgesinde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 3,4-6,3 mg/L arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Örencik bölgesinde

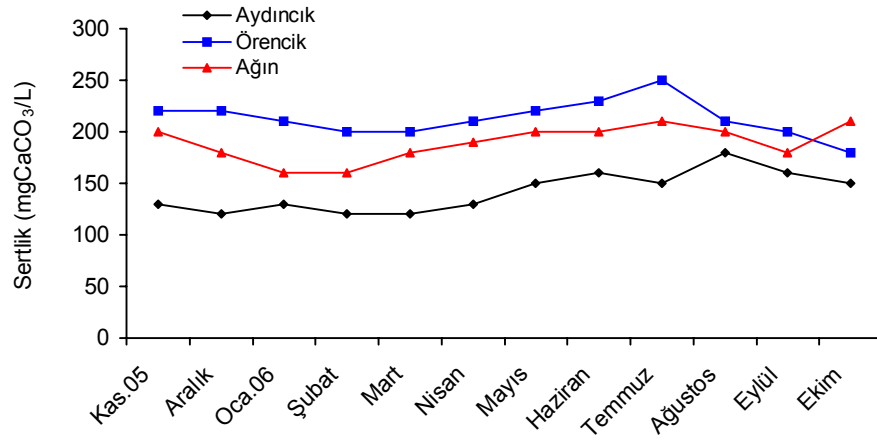
ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonları Aydıncık bölgesine göre düşük olup, yıl boyunca 7,1-8,2 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinde ise çözünmüş oksijen konsantrasyonları 7,0-8,5 mg/L aralıklarında kaydedilmiştir (Şekil 4.1.3.3). Çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki en düşük değerler, sıcaklıkların yüksek olduğu yaz aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise sıcaklığın azaldığı kış aylarında kaydedilmiştir. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları Aydıncık bölgesinde 7,8 mg/L, Örencik bölgesinde 6,7 mg/L ve Ağın bölgesinde ise 5,2 mg/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.3.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Toplam Sertlik

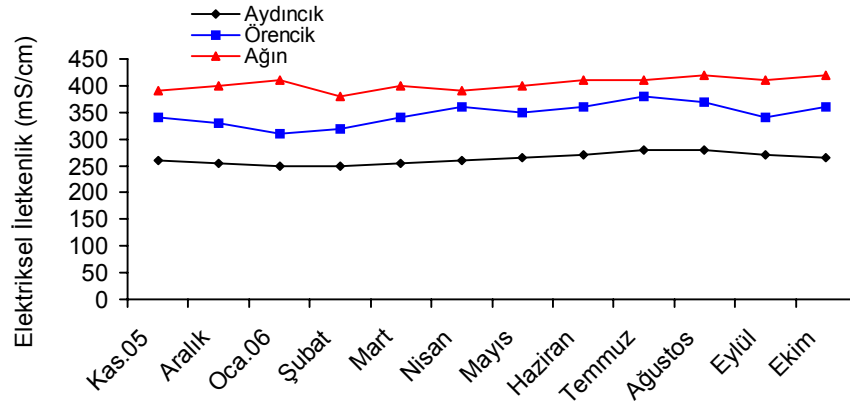
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan su örneklerinde tayin edilen toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi Şekil 4.1.3.4'de verilmiştir. En düşük toplam sertlik değeri Aydıncık bölgesinde, en yüksek değerler ise Örencik bölgesinde tespit edilmiştir. Her üç bölgede de en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir. Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki toplam sertlik değerlerinin 120-180 mg-CaCO₃/L, Örencik bölgesinde 180-250 mg-CaCO₃/L ve Ağın bölgesinde 160-210 mg-CaCO₃/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.1.3.4). Yıllık ortalama toplam sertlik miktarları ise Aydıncık bölgesinde 141,7 mg-CaCO₃/L, Örencik bölgesinde 212,5 mg-CaCO₃/L ve Ağın bölgesinde 189,2 mg-CaCO₃/L olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.1.3.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde toplam sertlik değerlerinin aylara göre değişimi.

Elektriksel İletkenlik

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde açık bölgede suda ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında, Ağın bölgesinde ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük değerler ise Aydıncık bölgesinde kaydedilmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri, Aydıncık bölgesinde 250-280 $\mu\text{S/cm}$, Örencik bölgesinde 310-380 $\mu\text{S/cm}$ ve Ağın bölgesinde 380-420 $\mu\text{S/cm}$ aralıklarında kaydedilmiştir (Şekil 4.1.3.5). Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik ise Aydıncık bölgesinde 263 $\mu\text{S/cm}$, Örencik bölgesinde 346 $\mu\text{S/cm}$ ve Ağın bölgesinde 403 $\mu\text{S/cm}$ olarak hesaplanmıştır.

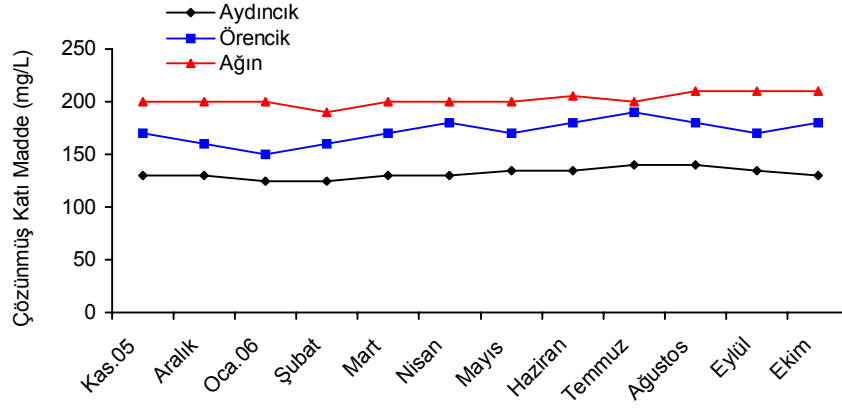


Şekil 4.1.3.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin aylara göre değişimi.

Çözünmüş Katı Madde

Araştırma süresince her üç bölgede de ölçülen çözünmüş katı madde değerleri dikkate alındığında, Ağın bölgesindeki çözünmüş katı madde değerlerinin diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çözünmüş katı madde miktarlarının, Aydıncık bölgesinde 125-

140 mg/L, Örencik bölgesinde 150-190 mg/L ve Ağın bölgesinde 190-210 mg/L arasında değişim gösterdiği bulunmuştur (Şekil 4.1.3.6). Yıllık ortalama çözünmüş katı madde değerleri ise Aydıncık bölgesinde 132 mg/L, Örencik bölgesinde 172 mg/L ve Ağın bölgesinde 202 mg/L olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1.3.6. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde çözünmüş katı madde konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

4.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinde Suda Ağır Metal Konsantrasyonları

Tez çalışmasında, bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin Keban Baraj Gölü'nün Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri ve bölgeler arası karşılaştırmalar incelenmiştir. Ağır metal konsantrasyonlarında kaydedilen değişimlerle ilgili açıklamalar ve yorumlar her bir bölge için ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

4.2.1. Aydıncık Bölgesinden Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe) ve çinko (Zn) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş, krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) konsantrasyonları ise cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Bakır (Cu)

Araştırma süresince Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki Cu elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, en düşük konsantrasyon şubat ayında (0,052 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise haziran ve temmuz aylarında (0,091 mg/L) kaydedilmiştir (Şekil

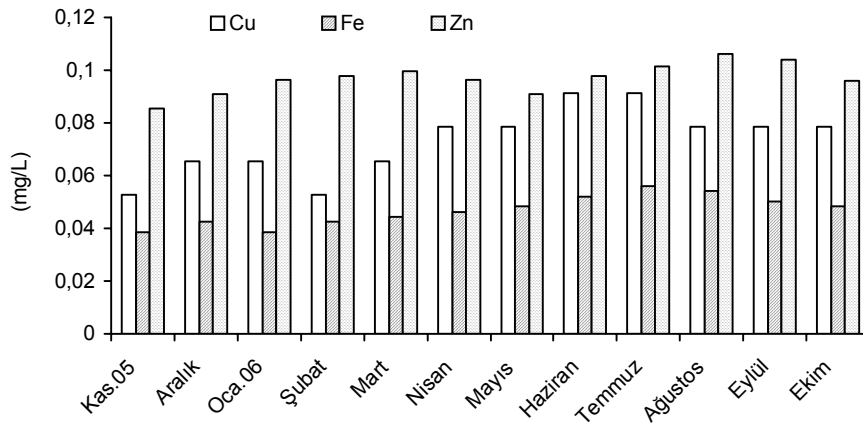
4.2.1.1). Cu değerlerinin aylık olarak düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği belirlenmiştir. En düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında tespit edilmiştir.

Demir (Fe)

Su örneklerindeki Fe değerlerinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, ocak-temmuz ayları arasında düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. En düşük Fe konsantrasyonu ocak ayında (0,038 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (0,056 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.2.1.1). En düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir.

Çinko (Zn)

Zn elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. En düşük Zn değeri mayıs ayında (0,090 mg/L), en yüksek değeri ise ağustos ayında (0,106 mg/L) belirlenmiştir (Şekil 4.2.1.1). En düşük konsantrasyonlar sonbahar aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında tespit edilmiştir.



Şekil 4.2.1.1. Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

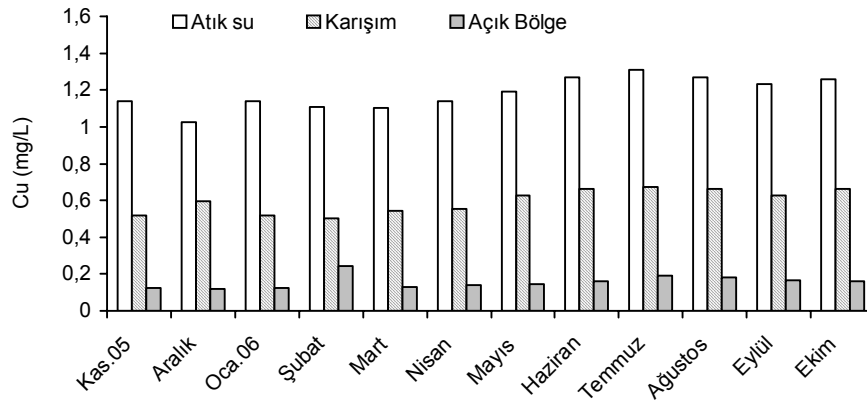
4.2.2. Örencik Bölgesinde Belirlenen İstasyonlardan Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde Cu, Fe, Zn ve Cr elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş, Ni, Cd, As ve Hg elementlerinin konsantrasyonları cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir. Ferro

Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge I. istasyon, atık suların baraj gölüne karıştığı bölge II. istasyon ve açık bölge III. istasyon olarak ifade edilmiştir.

Bakır (Cu)

Cu elementinin I., II. ve III. istasyondan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları karşılaştırıldığında, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar I. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise III. istasyonda kaydedilmiştir. I. istasyondaki en düşük Cu değeri aralık ayında (1,02 mg/L), en yüksek Cu değeri ise temmuz ayında (1,31 mg/L) tespit edilmiştir. II. istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyon şubat ayında (0,503 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (0,671 mg/L) belirlenmiştir. III. istasyonda Cu elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında ise, en düşük konsantrasyon aralık ayında (0,117 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (0,191 mg/L) bulunmuştur. Örencik bölgesindeki her üç istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar genel olarak kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.2.1).

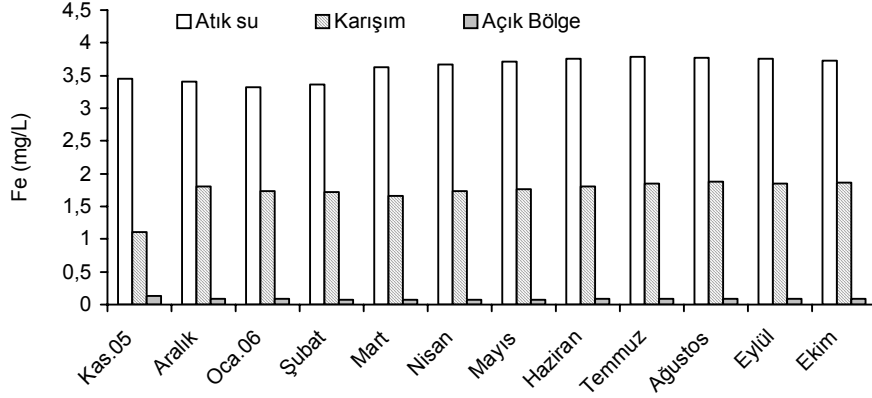


Şekil 4.2.2.1. Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

Fe elementinin araştırma süresince her üç istasyondan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar I. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise III. istasyonda belirlenmiştir. I. istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük Fe değeri ocak ayında (3,32 mg/L), en yüksek Fe değeri ise temmuz ayında (3,79 mg/L) kaydedilmiştir. II. istasyondaki su örneklerindeki en düşük konsantrasyon kasım ayında (1,10 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise ağustos ayında (1,88 mg/L) tespit edilmiştir. III. istasyondan alınan su örnekleri içerisindeki Fe elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında ise bütün aylarda birbirine yakın değerlerde olduğu

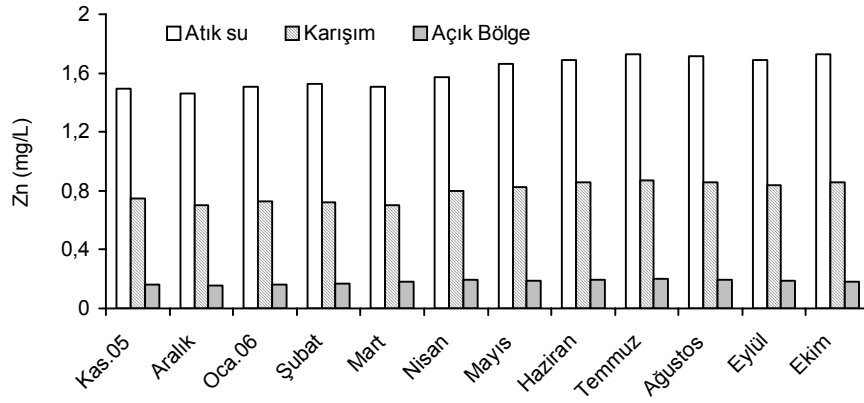
belirlenmiştir. Örencik bölgesindeki her üç istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar genel olarak kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında bulunmuştur (Şekil 4.2.2.2).



Şekil 4.2.2.2. Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

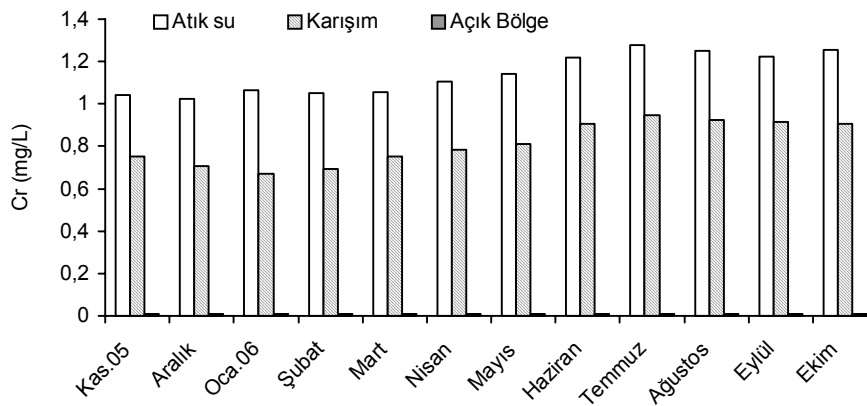
Zn elementinin Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar I. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise III. istasyonda tespit edilmiştir. I. istasyondaki en düşük Zn konsantrasyonu aralık ayında (1,46 mg/L), en yüksek konsantrasyonu ise temmuz ayında (1,72 mg/L) bulunmuştur. II. istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük Zn değerleri aralık ve mart aylarında (0,70 mg/L), en yüksek değeri ise temmuz ayında (0,87 mg/L) kaydedilmiştir. III. istasyondan alınan su örneklerindeki Zn elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında ise bütün aylarda birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Örencik bölgesindeki her üç istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar genel olarak kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında belirlenmiştir (Şekil 4.2.2.3).



Şekil 4.2.2.3. Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

Cr elementinin istasyonlar arasındaki konsantrasyonları karşılaştırıldığında, Cu, Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar I. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise III. istasyonda belirlenmiştir. I. istasyondaki en düşük Cr konsantrasyonu aralık ayında (1,02 mg/L), en yüksek konsantrasyonu ise temmuz ayında (1,27 mg/L) bulunmuştur. II. istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük Cr değeri ocak ayında (0,77 mg/L), en yüksek değeri ise temmuz ayında (0,94 mg/L) tespit edilmiştir. III. istasyondaki su örneklerindeki Cr elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında ise bütün aylarda birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Her üç istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.2.4).



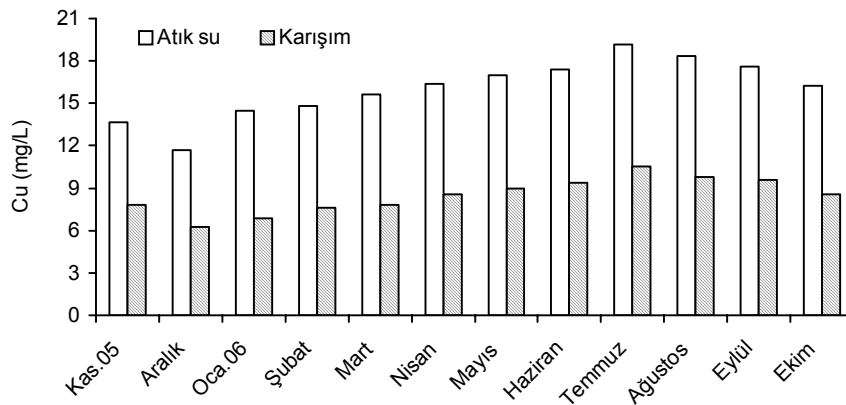
Şekil 4.2.2.4 Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

4.2.3. Ağın Bölgesinde Belirlenen İstasyonlardan Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

Ağın Deri Fabrikası atık suları ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan su örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş, ancak açık bölgeden alınan su örneklerinde arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir. Açık bölgeden alınan su örneklerindeki element konsantrasyonları, atık su ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan su örneklerindeki konsantrasyonlarına göre daha düşük olduğu için açık bölgeden alınan su örneklerindeki ağır metallerin aylara göre değişimleri ayrı grafikler halinde değerlendirilmiştir. Ağın Deri Fabrikası atık sularının bulunduğu bölge IV. istasyon, atık suların baraj gölüne karıştığı bölge V. istasyon ve açık bölge VI. istasyon olarak ifade edilmiştir.

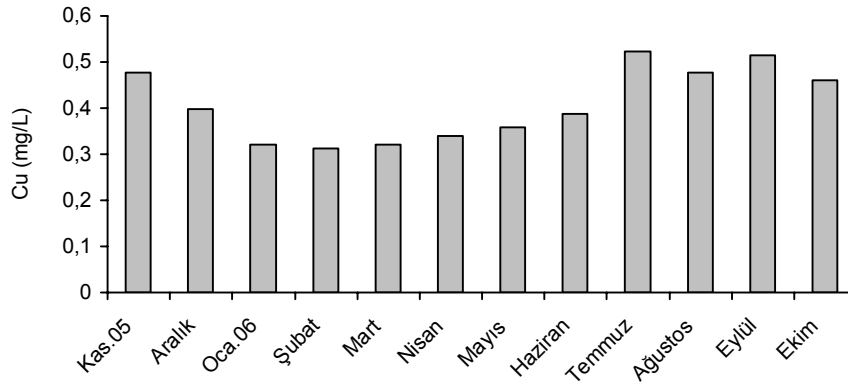
Bakır (Cu)

Cu elementinin Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları karşılaştırıldığında, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise VI. istasyonda tespit edilmiştir. IV. istasyondaki en düşük Cu değeri aralık ayında (11,71 mg/L), en yüksek Cu değeri ise temmuz ayında (19,14 mg/L) bulunmuştur. V. istasyonda ise en düşük konsantrasyon aralık ayında (6,25 mg/L), en yüksek konsantrasyon temmuz ayında (9,74 mg/L) belirlenmiştir. Her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.1).



Şekil 4.2.3.1. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

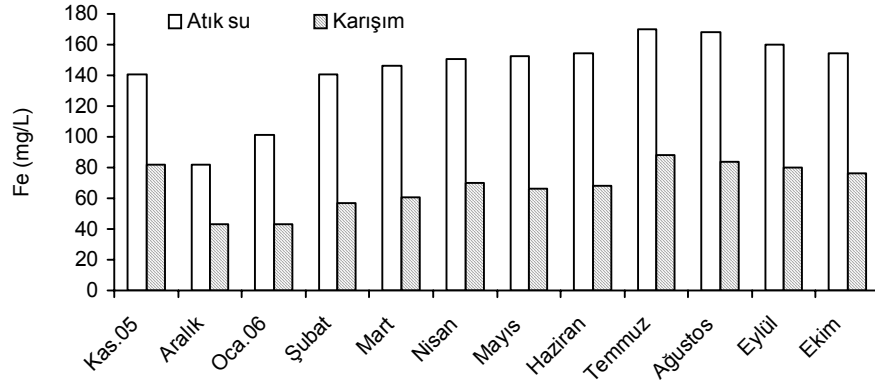
Çalışma süresince VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cu elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, en düşük konsantrasyon şubat ayında (0,31 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (0,52 mg/L) bulunmuştur. Bu istasyonda da en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.2.3.2).



Şekil 4.2.3.2. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

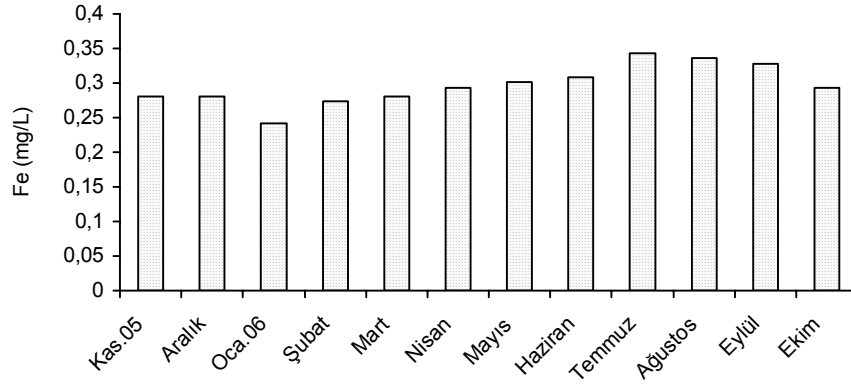
Demir (Fe)

Fe elementinin Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise V. istasyonda kaydedilmiştir. IV. istasyondaki en düşük Fe değeri aralık ayında (82,03 mg/L), en yüksek Fe değeri ise temmuz ayında (169,92 mg/L) belirlenmiştir. V. istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kasım ve ocak aylarında (42,96 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise ağustos ayında (87,89 mg/L) tespit edilmiştir. Araştırma süresince her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.3).



Şekil 4.2.3.3. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

VI. istasyondan alınan su örnekleri içerisinde Fe elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında ise şubat-temmuz aylarında arttığı belirlenmiştir. En düşük Fe konsantrasyonu ocak ayında (0,24 mg/L), en yüksek Fe konsantrasyonu ise temmuz ayında (0,34 mg/L) kaydedilmiştir. Araştırma süresince VI. istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.4).

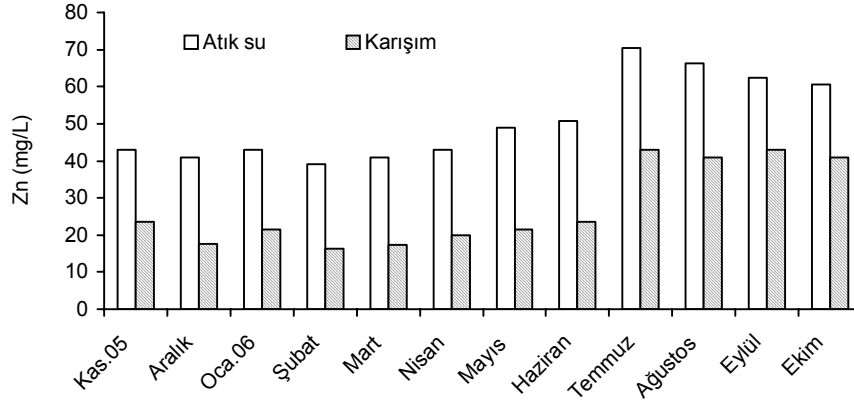


Şekil 4.2.3.4. Ağın bölgesinde açık bölgeden alınan su örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

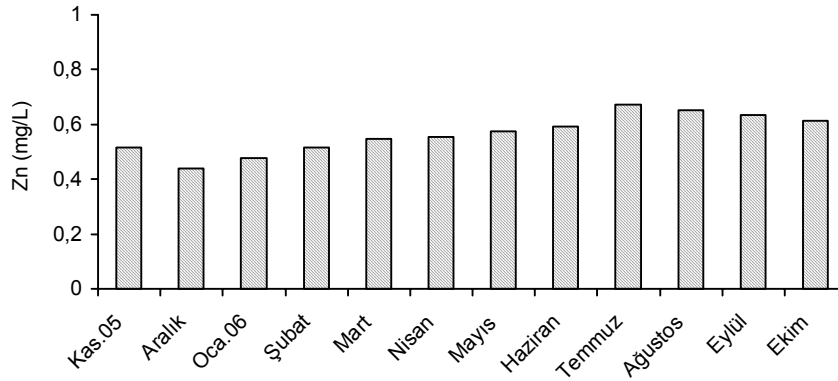
Zn elementinin Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları dikkate alındığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise VI. istasyonda tespit edilmiştir. IV. istasyondaki en düşük Zn konsantrasyonu ocak ayında (39,06 mg/L), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (70,31 mg/L) kaydedilmiştir. V. istasyonda ise en düşük Zn değeri şubat ayında (16,21 mg/L), en yüksek değeri ise temmuz ayında (42,96 mg/L)

belirlenmiştir. Araştırma süresince her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında bulunmuştur (Şekil 4.2.3.5).



Şekil 4.2.3.5. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Araştırma süresince VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Zn elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, aralık-temmuz ayları arasında arttığı bulunmuştur. En düşük Zn değeri aralık ayında (0,43 mg/L), en yüksek değeri ise temmuz ayında (0,67 mg/L) kaydedilmiştir. Bu istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında belirlenmiştir (Şekil 4.2.1.3.6).

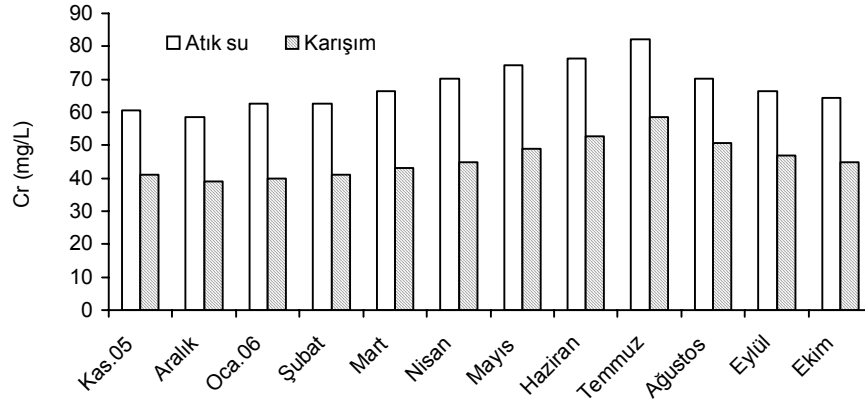


Şekil 4.2.3.6. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

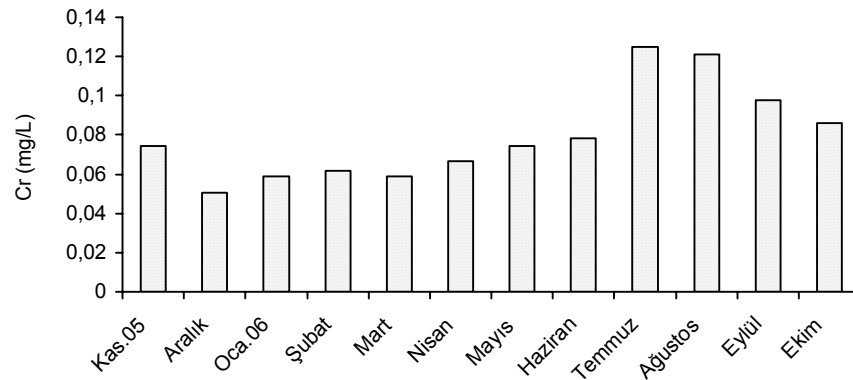
Cr elementinin Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki konsantrasyonları dikkate alındığında, Cu, Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise VI. istasyonda kaydedilmiştir. IV. ve V. istasyondaki en düşük ve en yüksek Cr konsantrasyonları aynı ayda

belirlenmiştir. Her iki istasyonda da en düşük Cr konsantrasyonları aralık ayında (IV. istasyonda 58,59 mg/L; V. istasyonda 39,06 mg/L), en yüksek konsantrasyonlar ise temmuz ayında (IV. istasyonda 82,03 mg/L; V. istasyonda 58,59 mg/L), tespit edilmiştir. Araştırma süresince her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.7).



Şekil 4.2.3.7. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Araştırma süresince V.istasyondan alınan su örnekleri içerisindeki Cr elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, bütün aylarda birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. En düşük Cr değeri aralık ayında (0,05 mg/L), en yüksek değeri ise temmuz ayında (1,12 mg/L) kaydedilmiştir. Bu istasyonda da en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında bulunmuştur (Şekil 4.2.3.8).

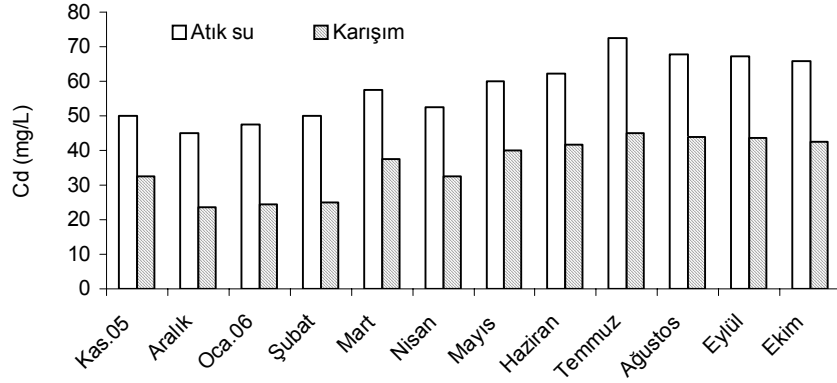


Şekil 4.2.3.8. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

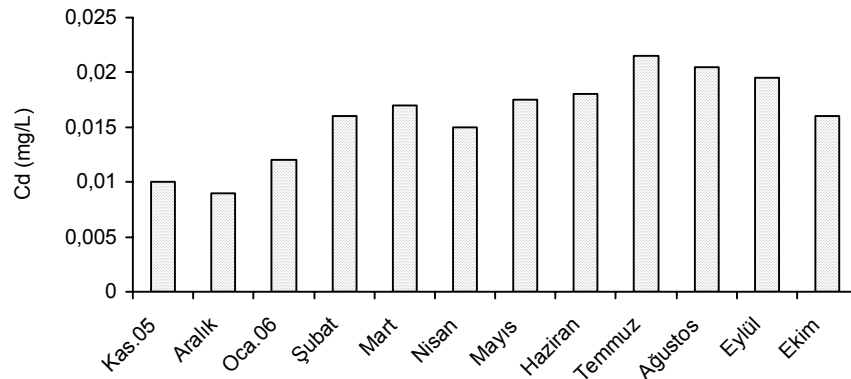
Ağın bölgesinden alınan su örneklerindeki Cd elementinin konsantrasyonları karşılaştırıldığında, diğer elementlerde olduğu gibi bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar

IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise VI. istasyonda tespit edilmiştir. IV. ve V. istasyonlardaki en düşük ve en yüksek konsantrasyonlar aynı ay içerisinde bulunmuştur. Bu istasyonlardaki en düşük Cd değeri aralık ayında (IV. istasyonda 45 mg/L; V. istasyonda 23,75 mg/L), en yüksek Cd değeri ise temmuz ayında (IV. istasyonda 72,5 mg/L; V. istasyonda 45 mg/L) belirlenmiştir. Her iki istasyonda da en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.9).



Şekil 4.2.3.9. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

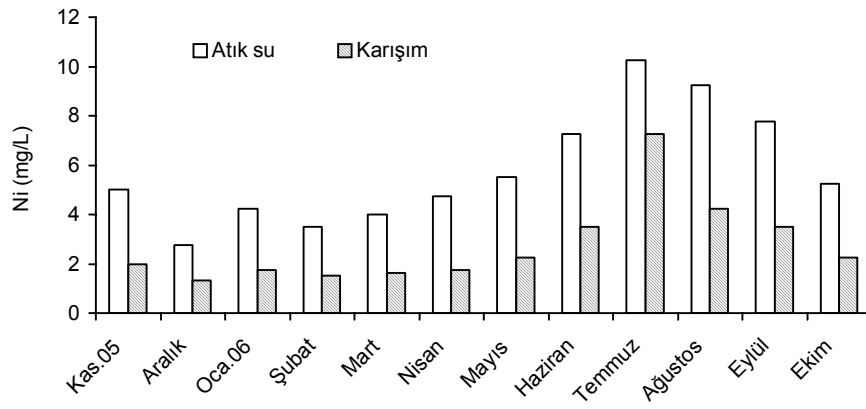
Araştırma süresince VI. istasyondan alınan su örnekleri içerisindeki Cd elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En düşük Cd değeri aralık ayında (0,009 mg/L), en yüksek değer ise temmuz ayında (0,02 mg/L) tespit edilmiştir. Bu istasyonda da diğer istasyon ve elementlerde olduğu gibi, en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.10).



Şekil 4.2.3.10. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

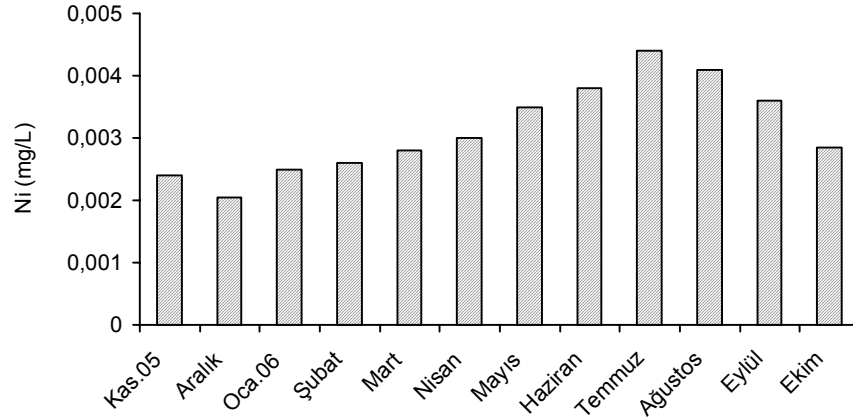
Nikel (Ni)

Diğer elementlerde olduğu gibi Ni elementinde de en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise VI. istasyonda tespit edilmiştir. Hem IV. istasyon hem de V. istasyonda en düşük ve en yüksek konsantrasyonların aynı aylarda olduğu belirlenmiştir. En düşük Ni konsantrasyonları aralık ayında (IV: istasyonda 2,75 mg/L; V. istasyonda 1,32 mg/L), en yüksek Ni konsantrasyonları ise temmuz ayında (IV. istasyonda 10,25 mg/L; V. istasyonda 7,25 mg/L) kaydedilmiştir. Araştırma süresince her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında bulunmuştur (Şekil 4.2.3.11).



Şekil 4.2.3.11. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

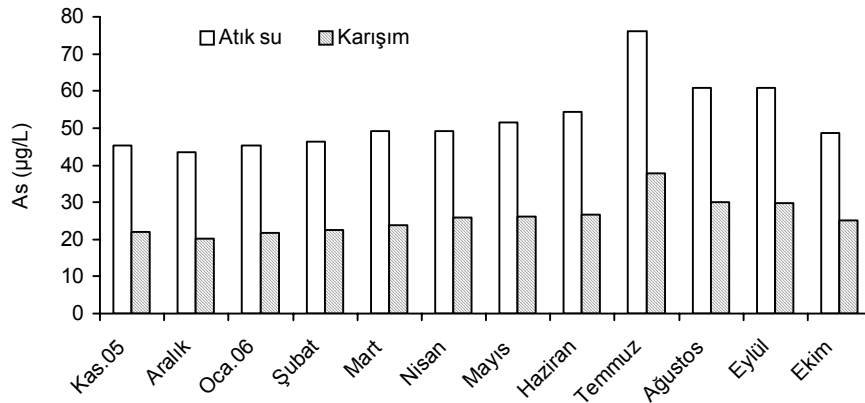
Araştırma süresince VI. istasyondan alınan su örnekleri içerisinde Ni elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında ocak-temmuz arasında düzenli olarak arttığı, ağustos ayından itibaren ise azalmaya başladığı tespit edilmiştir. En düşük Ni değeri aralık ayında (0,002 mg/L), en yüksek değeri ise temmuz ayında (0,004 mg/L) belirlenmiştir. Bu istasyonda da en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.2.3.12).



Şekil 4.2.3.12. Ağın bölgesinde VI. istasyondan alınan su örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Arsenik (As)

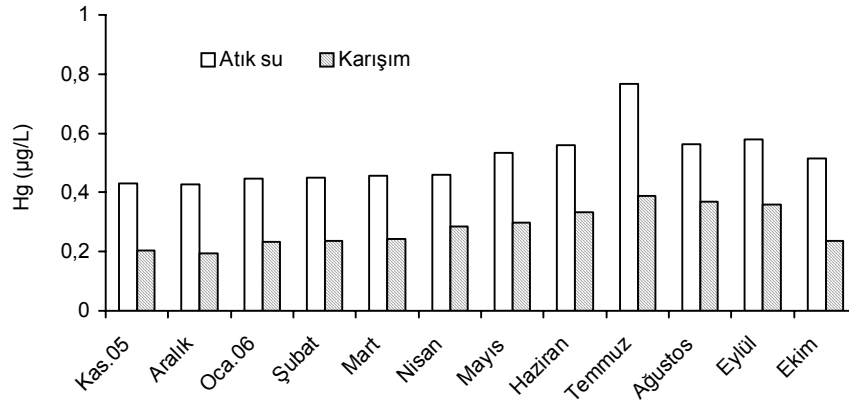
Ağın bölgesinden alınan su örneklerindeki As elementinin konsantrasyonları karşılaştırıldığında, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise V. istasyonda tespit edilmiştir. VI. istasyondan alınan su örneklerinde ise As konsantrasyonu cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. Hem IV. hem de V. istasyonda en düşük ve en yüksek konsantrasyonlar aynı aylarda kaydedilmiştir. Bu istasyonlardaki en düşük As konsantrasyonu aralık ayında (IV. istasyonda 43,57 $\mu\text{g/L}$; V. istasyonda 20,32 $\mu\text{g/L}$), en yüksek As konsantrasyonu ise temmuz ayında (IV. istasyonda 76 $\mu\text{g/L}$; V. istasyonda 37,92 $\mu\text{g/L}$) bulunmuştur. Araştırma süresince her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.2.3.13).



Şekil 4.2.3.13. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki As konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Civa (Hg)

Ağın bölgesinden alınan su örneklerindeki Hg elementinin konsantrasyonları dikkate alındığında, As elementinde olduğu gibi bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar IV. istasyonda, en düşük konsantrasyonlar ise V. istasyonda tespit edilmiştir. VI. istasyondan alınan su örneklerinde ise Hg konsantrasyonu cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. Araştırma süresince hem IV. hem de V. istasyonda en düşük ve en yüksek konsantrasyonlar aynı aylarda kaydedilmiştir. Her iki istasyonda en düşük Hg konsantrasyonu aralık ayında (IV. istasyonda 0,43 µg/L; V. istasyonda 0,19 µg/L), en yüksek Hg konsantrasyonu ise temmuz ayında (IV. istasyonda 0,76 µg/L; V. istasyonda 0,39 µg/L) bulunmuştur. Araştırma süresince her iki istasyondan alınan su örneklerindeki en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında belirlenmiştir (Şekil 4.2.3.14).



Şekil 4.2.3.14. Ağın bölgesinde IV. ve V. istasyonlardan alınan su örneklerindeki Hg konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

4.2.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Alınan Su Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırması

Araştırma süresince Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, her bir element için ayrı başlıklar halinde karşılaştırılmıştır.

Bakır (Cu)

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, en yüksek değerler Ağın bölgesinden alınan su örneklerinde, en düşük değerler ise referans istasyon olarak belirlenen Aydıncık bölgesinde tespit edilmiştir. Ağın Deri Fabrikası atık sularındaki Cu konsantrasyonu, Etibank Ferro Krom

atık sularında belirlenen değerin yaklaşık 100 katı, Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde tespit edilen değerin ise yaklaşık 270 katı olduğu belirlenmiştir. Su örneklerinin alındığı bütün istasyonlarda en düşük Cu değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Tablo 4.2.4.1).

Demir (Fe)

Her üç bölgeden alınan su örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi en yüksek değerler Ağın bölgesinden alınan su örneklerinde, en düşük değerler ise Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde belirlenmiştir. Ağın bölgesinde açık bölgeden alınan su örneklerindeki Fe değerlerinin hem Örencik hem de Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerindeki Fe değerlerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ağın Deri Fabrikası atık sularındaki Fe konsantrasyonu hem Örencik hem de Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde kaydedilen değerlerden çok fazla olup, Etibank Ferro Krom atık sularındaki değerden yaklaşık 40 kat, Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki değerden ise yaklaşık 3600 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Su örneklerinin alındığı bütün istasyonlarda en düşük Fe değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Tablo 4.2.4.2).

Çinko (Zn)

Her üç bölgeden alınan su örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi en yüksek konsantrasyonlar Ağın bölgesinden alınan su örneklerinde, en düşük konsantrasyonlar ise Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde kaydedilmiştir. Ağın Deri Fabrikası atık sularında ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan su örneklerindeki Zn değerleri yaz aylarında en yüksek değerine ulaşırken, diğer bölgelerden alınan su örneklerindeki Zn değerleri çok az değişim göstermiştir. Ağın bölgesinde açık bölgeden alınan su örneklerindeki Zn değerlerinin hem Örencik hem de Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerindeki Zn değerlerinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Ağın Deri Fabrikası atık sularındaki Zn konsantrasyonu, Etibank Ferro Krom atık sularındaki değerin yaklaşık 28 katı kadar olurken, Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki değerin ise yaklaşık 470 katı olduğu belirlenmiştir. Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi, en düşük Zn değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Tablo 4.2.4.3).

Krom (Cr)

Araştırma süresince her üç bölgeden alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu, Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi en yüksek konsantrasyonlar Ağın bölgesinden alınan su örneklerinde, en düşük konsantrasyonlar ise Örencik bölgesinde açık bölgeden alınan su örneklerinde tespit edilmiştir. Referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki Cr konsantrasyonu ise cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. Ağın Deri Fabrikası atık sularında ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan su örneklerindeki Cr değerleri yaz aylarında en yüksek değerine ulaşırken, Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki Cr değerleri çok az değişim göstermiştir. Ağın Deri Fabrikası atık sularındaki Cr değerinin, Etibank Ferro Krom atık sularındaki değerden yaklaşık 60 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Araştırma süresince en düşük Cr konsantrasyonu kış aylarında, en yüksek konsantrasyon ise yaz aylarında belirlenmiştir (Tablo 4.2.4.4).

Kadmiyum (Cd), Nikel (Ni), Arsenik (As) ve Civa (Hg)

Cd, Ni, As ve Hg sadece Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde tespit edilirken, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerindeki konsantrasyonları ise cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir. Araştırma süresince, Ağın bölgesinde belirlenen istasyonda bu elementlerin en düşük konsantrasyonları kış aylarında, en yüksek konsantrasyonları ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Tablo 4.2.4.4.5-4.2.4.4.8).

Tablo 4.2.4.1. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	13,67	11,71	14,45	14,84	15,62	16,40	16,99	17,38	19,14	18,36	17,58	16,21
Karışım Bölgesi	7,81	6,25	6,84	7,62	7,82	8,59	8,98	9,38	10,54	9,77	9,57	8,59
Açık Bölge	0,47	0,40	0,32	0,31	0,32	0,34	0,36	0,39	0,52	0,48	0,52	0,46
Örencik												
Atık Su	1,14	1,02	1,14	1,11	1,10	1,14	1,19	1,27	1,31	1,27	1,23	1,26
Karışım Bölgesi	0,52	0,59	0,52	0,50	0,54	0,55	0,63	0,66	0,67	0,66	0,63	0,66
Açık Bölge	0,13	0,12	0,13	0,24	0,13	0,14	0,14	0,16	0,19	0,18	0,16	0,16
Aydıncık												
Referans Bölge	0,05	0,06	0,07	0,05	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08

Tablo 4.2.4.2. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	140,63	82,03	101,56	140,63	146,48	150,39	152,34	154,3	169,92	167,97	160,16	154,3
Karışım Bölgesi	82,03	42,97	42,97	56,641	60,54	70,31	66,41	68,36	87,89	83,98	80,08	76,17
Açık Bölge	0,28	0,28	0,24	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,34	0,34	0,33	0,29
Örencik												
Atık Su	3,45	3,41	3,32	3,35	3,62	3,66	3,72	3,75	3,79	3,77	3,76	3,73
Karışım Bölgesi	1,10	1,80	1,73	1,71	1,66	1,73	1,76	1,80	1,84	1,88	1,85	1,86
Açık Bölge	0,13	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
Aydıncık												
Referans Bölge	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05

Tablo 4.2.4.3. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	42,97	41,02	42,97	39,06	41,01	42,97	48,83	50,78	70,31	66,41	62,50	60,54
Karışım Bölgesi	23,43	17,58	21,48	16,21	17,38	19,92	21,48	23,44	42,97	41,01	42,97	41,02
Açık Bölge	0,44	0,44	0,48	0,52	0,55	0,55	0,57	0,59	0,67	0,65	0,63	0,61
Örencik												
Atık Su	1,49	1,46	1,50	1,52	1,50	1,57	1,66	1,69	1,73	1,71	1,69	1,73
Karışım Bölgesi	0,75	0,70	0,73	0,72	0,70	0,80	0,82	0,86	0,87	0,86	0,84	0,86
Açık Bölge	0,16	0,16	0,16	0,17	0,18	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,19	0,18
Aydıncık												
Referans Bölge	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,10	0,096

Tablo 4.2.4.4. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	60,54	58,59	62,50	62,50	66,41	70,31	74,21	76,17	82,03	70,31	66,40	64,45
Karışım Bölgesi	41,01	39,06	40,04	41,01	42,97	44,92	48,83	52,73	58,59	50,78	46,88	44,92
Açık Bölge	0,07	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,13	0,12	0,07	0,08
Örencik												
Atık Su	1,04	1,02	1,07	1,05	1,05	1,11	1,14	1,22	1,28	1,25	1,22	1,25
Karışım Bölgesi	0,75	0,71	0,67	0,69	0,75	0,79	0,81	0,91	0,95	0,93	0,91	0,91
Açık Bölge	0,009	0,009	0,01	0,01	0,009	0,009	0,009	0,009	0,01	0,01	0,009	0,01
Aydıncık												
Referans Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

Tablo 4.2.4.5. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	50,0	45,0	47,50	50,0	57,50	52,50	60,0	62,25	72,50	67,75	67,25	65,75
Karışım Bölgesi	32,5	23,75	27,50	25,0	37,50	32,50	40,0	41,75	45,0	44,0	43,75	42,5
Açık Bölge	0,01	0,009	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Örencik												
Atık Su	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Karışım Bölgesi	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Açık Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aydıncık												
Referans Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tablo 4.2.4.6. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	5,0	2,75	4,25	3,50	4,0	4,75	5,50	7,25	10,25	9,25	7,75	5,25
Karışım Bölgesi	2,0	1,33	1,75	1,53	1,63	1,75	2,25	3,50	7,25	4,25	3,50	2,25
Açık Bölge	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	*
Örencik												
Atık Su	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Karışım Bölgesi	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Açık Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aydıncık												
Referans Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

Tablo 4.2.4.7. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde As konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	45,23	43,57	45,32	46,31	49,26	49,30	51,62	54,39	76,0	60,94	60,88	48,57
Karışım Bölgesi	22,1	20,32	21,76	22,40	23,86	25,89	26,24	26,54	37,80	30,0	29,73	25,21
Açık Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Örencik												
Atık Su	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Karışım Bölgesi	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Açık Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aydıncık												
Referans Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tablo 4.2.4.8. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerinde Hg konsantrasyonlarının aylara göre değişimi (mg/L).

İstasyonlar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ağın												
Atık Su	0,43	0,43	0,45	0,45	0,24	0,46	0,30	0,56	0,77	0,37	0,58	0,51
Karışım Bölgesi	0,21	0,19	0,23	0,24	0,46	0,29	0,54	0,33	0,39	0,56	0,36	0,24
Açık Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Örencik												
Atık Su	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Karışım Bölgesi	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Açık Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aydıncık												
Referans Bölge	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

4.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinde Belirlenen İstasyonlardan Alınan Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

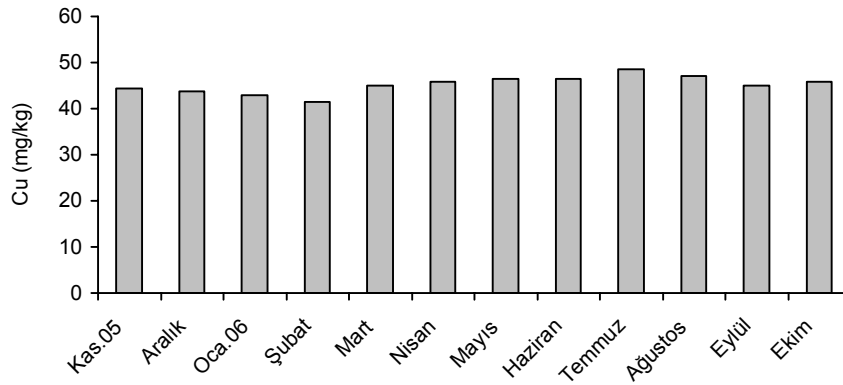
Araştırma süresince her üç bölgede belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri her bir bölge için ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

4.3.1. Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn) krom (Cr), nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş, ancak arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Bakır (Cu)

Araştırma süresince Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, en düşük konsantrasyon şubat ayında (41,55 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (48,59 mg/kg) kaydedilmiştir. Cu değerlerinin aylar itibarıyla genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma süresince en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.1.1).

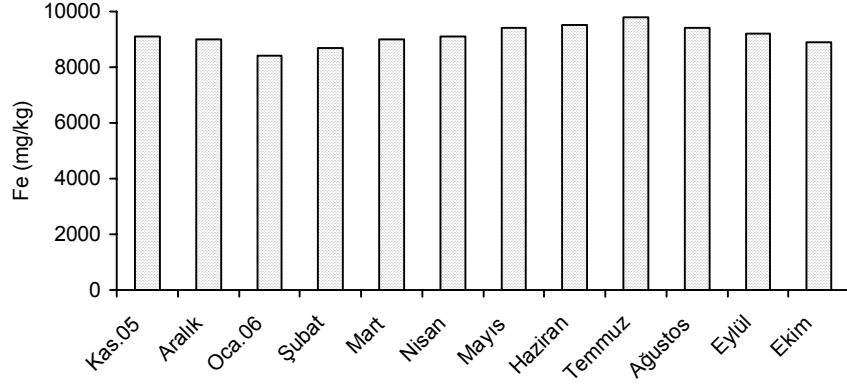


Şekil 4.3.1.1 Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

Fe elementinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, en düşük değerler ocak ayında (8401,6 mg/kg), en yüksek değerler ise Cu elementinde olduğu gibi temmuz ayında (9801,6

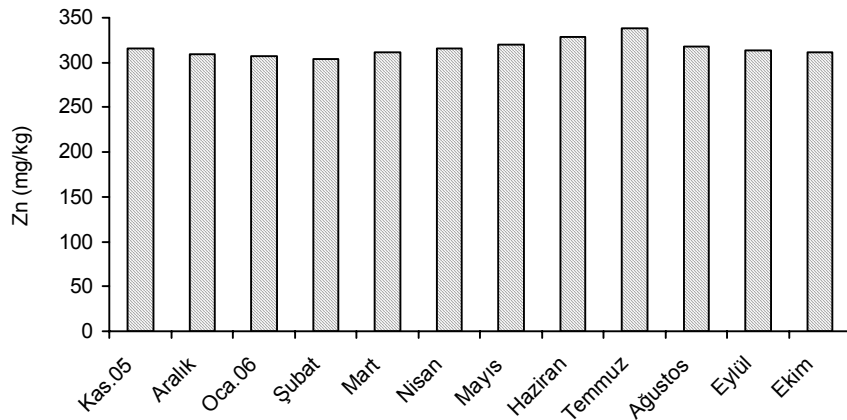
mg/kg) tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonunun aylar itibariyle çok fazla değişim göstermediği belirlenmiştir. En düşük Fe konsantrasyonları kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.3.1.2).



Şekil 4.3.1.2. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

Zn elementinin aylar itibariyle genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. En düşük Zn konsantrasyonu şubat ayında (303,52 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi temmuz ayında (338,73 mg/kg) belirlenmiştir. Araştırma süresince en düşük Zn konsantrasyonları kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.1.3).

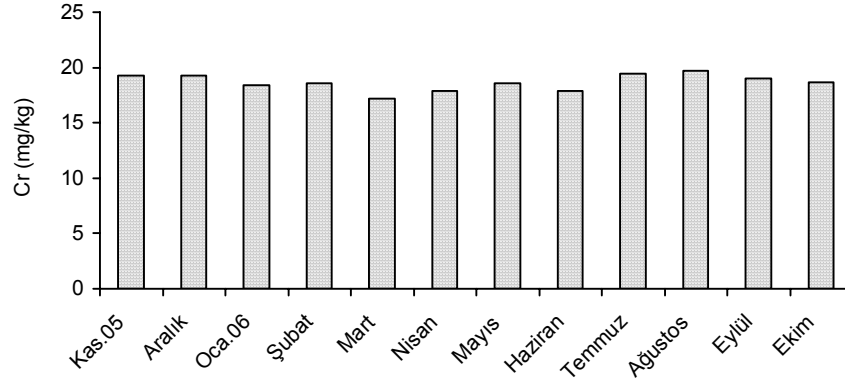


Şekil 4.3.1.3. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

Araştırma süresince Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, genel olarak birbirine yakın

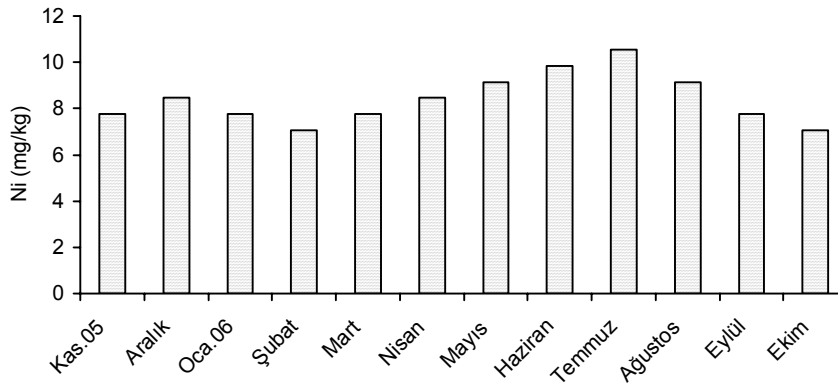
değerlerde olduğu belirlenmiştir. En düşük Cr konsantrasyonu mart ayında (17,18 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise ağustos ayında (19,70 mg/kg) tespit edilmiştir. Araştırma süresince en düşük konsantrasyonlar diğer elementlerden farklı olarak ilkbahar aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.1.4).



Şekil 4.3.1.4. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Nikel (Ni)

Sediment örneklerindeki Ni elementinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, düzensiz artış ve azalmalar olduğu tespit edilmiştir. En düşük Ni konsantrasyonu şubat ayında (7,04 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (10,56 mg/kg) belirlenmiştir. Araştırma süresince en düşük konsantrasyonlar diğer elementlerin aksine sonbahar aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.1.5).

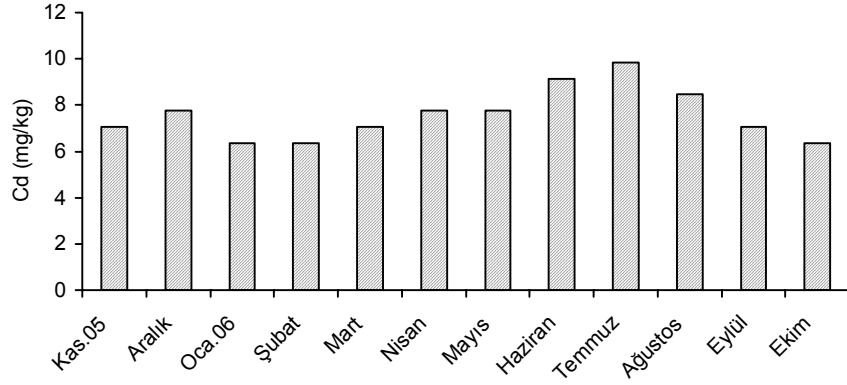


Şekil 4.3.1.5. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Ni elementinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmalar olduğu belirlenmiştir. Araştırma süresince en düşük Cd

değerleri ocak ve şubat aylarında (6,34 mg/kg), en yüksek değerler ise diğer elementlerde olduğu gibi temmuz ayında (9,86 mg/kg) tespit edilmiştir. Araştırma süresince en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.1.6).



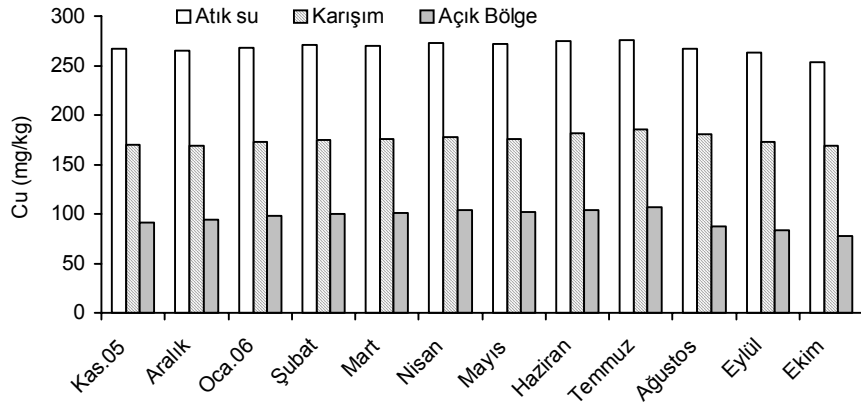
Şekil 4.3.1.6. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

4.3.2. Örencik Bölgesinde Belirlenen İstasyonlardan Alınan Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni) ve kadmiyum (Cd) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş, ancak arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları cihazın okuma duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir.

Bakır (Cu)

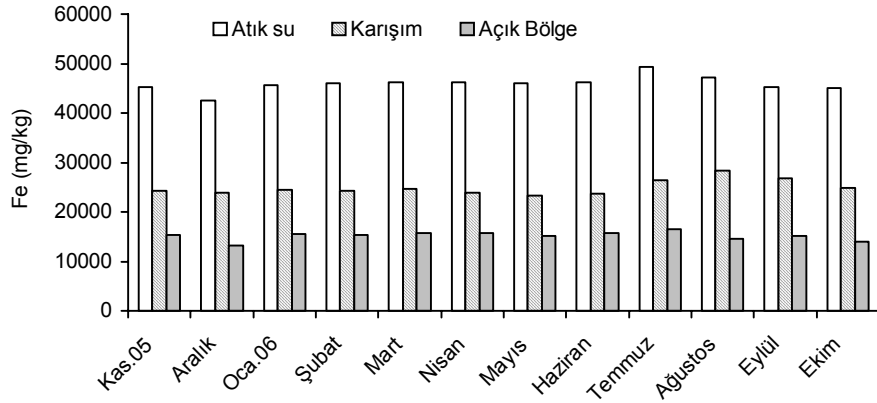
Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cu değerlerinin istasyonlara göre değişimi dikkate alındığında, en yüksek değerler I. istasyonda, en düşük değerler ise III. istasyonda bulunmuştur. Araştırma süresince hem I. istasyon hem de II. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cu değerleri aylar itibarıyla genel olarak birbirine yakın değerlerde olup, en düşük konsantrasyonlar aralık ayında II. istasyonda (169,01 mg/kg), en yüksek konsantrasyonlar ise temmuz ayında I. istasyonda (275,35 mg/kg) kaydedilmiştir. III. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cu değerlerinin temmuz ayından sonra azalmaya başladığı tespit edilmiş olup, en düşük değerler ekim (77,47 mg/kg), en yüksek değerler ise temmuz ayında (107,04 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.3.2.1).



Şekil 4.3.2.1. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

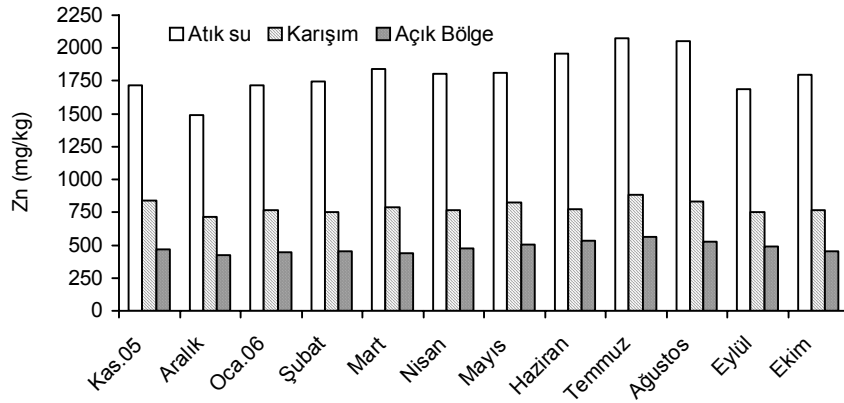
Araştırma süresince Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Fe değerlerinin istasyonlara göre değişimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi en yüksek değerler I. istasyonda, en düşük değerler ise III. istasyonda belirlenmiştir. I. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Fe elementinin aylar itibariyle düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği belirlenmiş olup, en düşük Fe konsantrasyonu aralık ayında (42602 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (49402 mg/kg) tespit edilmiştir. II. istasyondan alınan sediment örneklerinde ise Fe konsantrasyonunun ağustos ayına kadar arttığı ve bu ayda en yüksek değerine ulaştığı (28302 mg/kg) belirlenmiştir. Bu istasyondan alınan sediment örneklerindeki en düşük Fe konsantrasyonu ise aralık ayında (24202 mg/kg) kaydedilmiştir. III. istasyonda ise en düşük Fe konsantrasyonu aralık ayında (13202 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (16502 mg/kg) belirlenmiştir. Bu istasyondan alınan sediment örneklerindeki Fe değerlerinin aylar itibariyle düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3.2.2).



Şekil 4.3.2.2. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

Araştırma süresince istasyonlar arasında en yüksek Zn değerleri, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi I. istasyonda, en düşük değerler ise III. istasyonda bulunmuştur. Her üç istasyondan alınan sediment örneklerindeki Zn elementinin aylar itibariyle düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra her üç istasyonda da en düşük ve en yüksek konsantrasyonlar aynı aylarda belirlenmiştir. En düşük Zn konsantrasyonları aralık ayında (I. istasyonda 1493 mg/kg; II. istasyonda 718,31 mg/kg; III. istasyonda 422,54 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (I. istasyonda 2077,5 mg/kg; II. istasyonda 887,32 mg/kg; III. istasyonda 563,38 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.3.2.3).

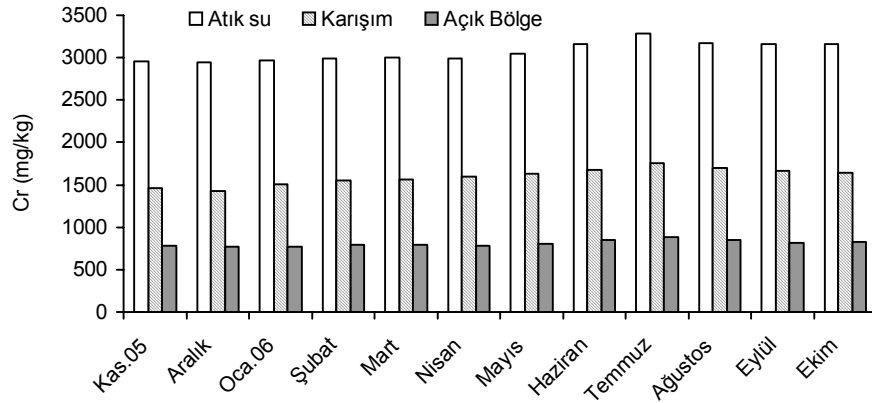


Şekil 4.3.2.3. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

Bu bölgede en fazla Cr birikimi, I. istasyondan alınan sediment örneklerinde, en az birikim ise III. istasyondan alınan sediment örneklerinde bulunmuştur. Araştırma süresince her

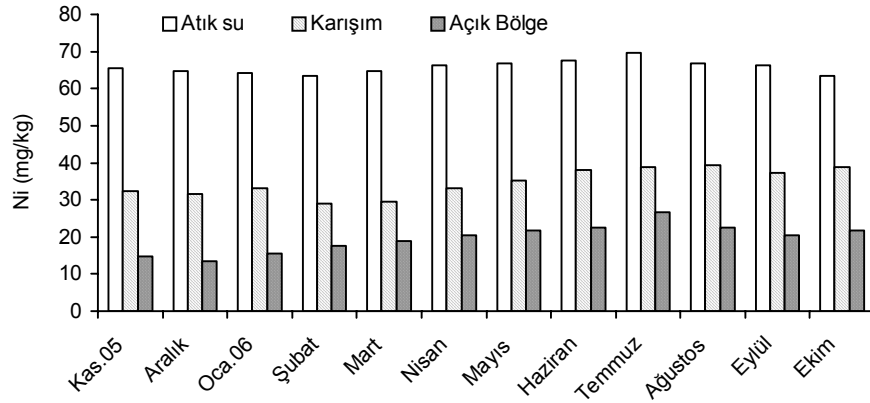
üç istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cr değerleri genel olarak birbirine yakın değerlerde olup, her üç istasyonda da en düşük ve en yüksek konsantrasyonlar aynı aylarda belirlenmiştir. Bu istasyonlardaki en az Cr birikimi aralık ayında (I. istasyonda 3281,7 mg/kg; II. istasyonda 1429,6 mg/kg; III. istasyonda 767,71 mg/kg), en fazla birikim ise temmuz ayında (I. istasyonda 2943,7 mg/kg; II. istasyonda 1760,6 mg/kg; III. istasyonda 880,28 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.3.2.4).



Şekil 4.3.2.4. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Nikel (Ni)

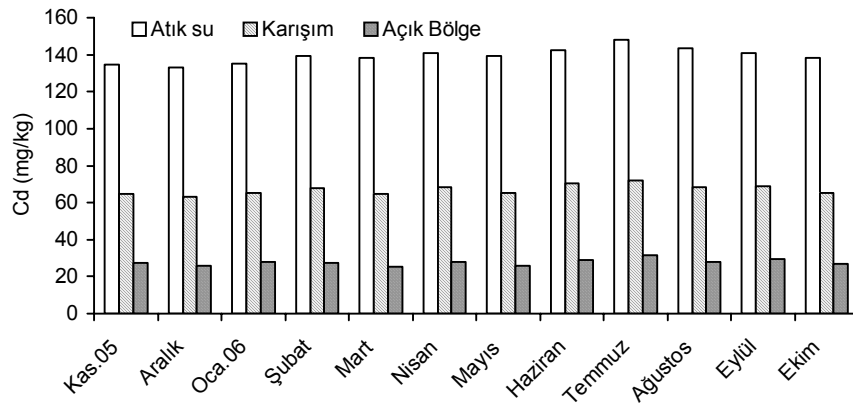
Araştırma süresince Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinde en fazla Ni birikimi, diğer elementlerde olduğu gibi I. istasyonda, en az birikim ise III. istasyonda belirlenmiştir. I. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Ni değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, temmuz ayında en yüksek değerine (69,72 mg/kg) ulaştığı bulunmuştur. Bu bölgedeki en düşük Ni değerleri şubat ve ekim aylarında (63,38 mg/kg) tespit edilmiştir. II. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Ni değerlerinde ise düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiş olup, en düşük Ni konsantrasyonu şubat ayında (28,87 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise ağustos ayında (39,44 mg/kg) belirlenmiştir. III. istasyonda ise Ni konsantrasyonunun temmuz ayına kadar arttığı ve bu ayda en yüksek değerine (26,76 mg/kg) ulaştığı bulunmuştur. Bu istasyondaki en düşük Ni değerleri ise aralık ayında (13,38 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.3.2.5).



Şekil 4.3.2.5. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cd birikimi karşılaştırıldığında, en fazla Cd birikimi diğer elementlerde olduğu gibi I. istasyonda, en az birikim ise III. istasyondan alınan sediment örneklerinde bulunmuştur. I. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cd değerlerinde düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir. Araştırma süresince hem I. istasyon hem de II. istasyonda en az ve en fazla Cd birikiminin aynı aylarda olduğu belirlenmiştir. Bu istasyonlarda en az birikim aralık ayında (I. istasyonda 133,10 mg/kg; II. istasyonda 63,38 mg/kg), en fazla birikim ise temmuz ayında (I. istasyonda 147,89 mg/kg; II. istasyonda 71,83 mg/kg) kaydedilmiştir. III. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun temmuz ayına kadar arttığı ve bu ayda en yüksek değerine (31,69 mg/kg) ulaştığı bulunmuştur. Bu bölgedeki en düşük Cd değerleri ise mart ayında (25,35 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.3.2.6).



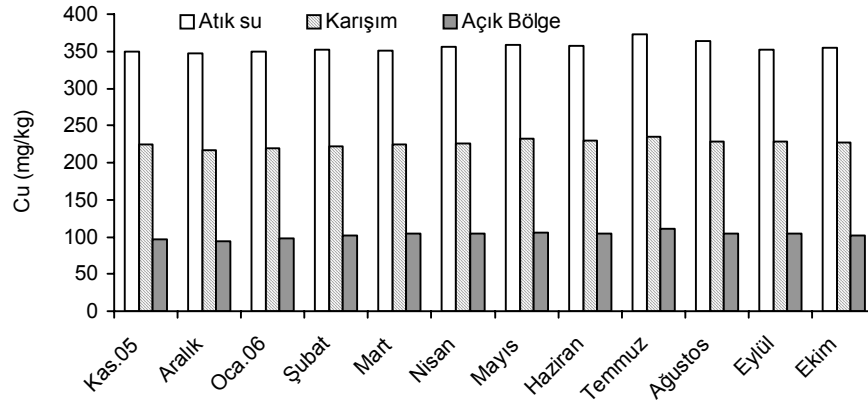
Şekil 4.3.2.6. Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

4.3.3. Ağın Bölgesinde Belirlenen İstasyonlardan Alınan Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Aylara Göre Değişimleri

Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinde bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd), arsenik (As) ve civa (Hg) elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş ve her bir ağır metal ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

Bakır (Cu)

Araştırma süresince Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cu değerlerinin istasyonlara göre değişimi dikkate alındığında, en yüksek değerler IV. istasyonda, en düşük değerler ise VI. istasyonda tespit edilmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cu elementinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, birbirine yakın değerlerde olup, en az birikimin aralık ayında (346,40 mg/kg), en fazla birikimin ise temmuz ayında (372,54 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. V. istasyondan alınan sediment örneklerinde ise en düşük Cu konsantrasyonu aralık ayında (216,90 mg/kg), en yüksek konsantrasyon temmuz ayında (235,21 mg/kg) tespit edilmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cu değerleri birbirine yakın olup, en düşük değerler ekim ayında (94,37 mg/kg), en yüksek değerler ise temmuz ayında (110,56 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.3.3.1).

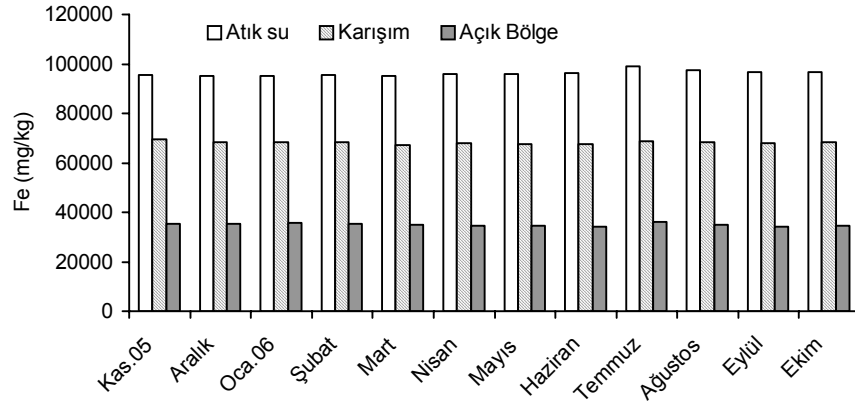


Şekil 4.3.3.1. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Fe birikimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi en fazla birikim IV. istasyonda, en az birikim ise VI. istasyonda belirlenmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonu aylar itibarıyla birbirine yakın değerlerde olup, en düşük Fe konsantrasyonu

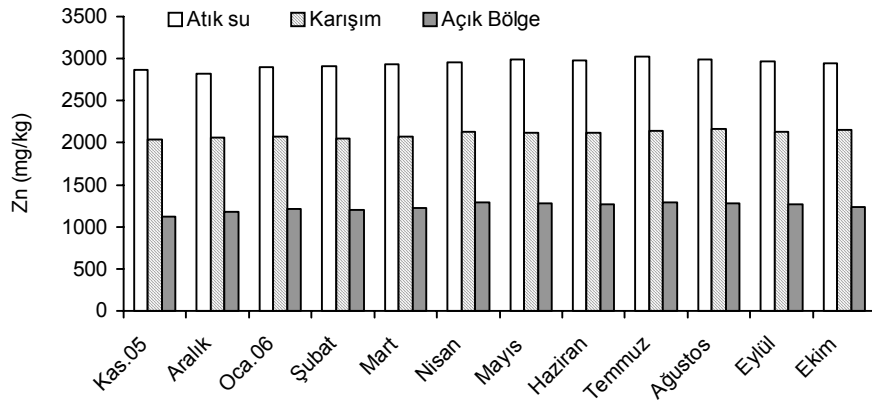
ocak ayında (95002 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (98902 mg/kg) tespit edilmiştir. V. istasyonda ise en az birikim mart ayında (67102 mg/kg), en fazla birikim ise temmuz ayında (68902 mg/kg) kaydedilmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiş olup, en düşük Fe konsantrasyonu eylül ayında (34002 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (36102 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.3.3.2).



Şekil 4.3.3.2. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

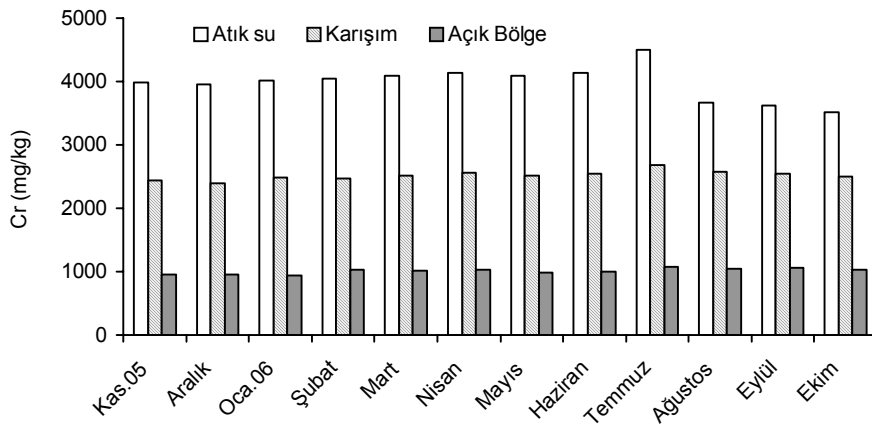
Araştırma süresince Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlar arasında en yüksek Zn değerleri, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi IV. istasyondan alınan sediment örneklerinde, en düşük değerler ise VI. istasyondan alınan sediment örneklerinde belirlenmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Zn elementi aylar itibariyle birbirine yakın değerlerde olup, en düşük Zn konsantrasyonu aralık ayında (2816,90 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (3028,2 mg/kg) kaydedilmiştir. V. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonunun, IV. istasyondan alınan sediment örneklerinde olduğu gibi aylar itibariyle birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Bu bölgede en düşük Zn değerleri aralık ayında (2035,20 mg/kg), en yüksek değerler ise ağustos ayında (2169 mg/kg) tespit edilmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki en düşük Zn değerleri kasım ayında (1119,70 mg/kg), en yüksek değerler ise temmuz ayında (1295,77 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.3.3.3).



Şekil 4.3.3.3. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

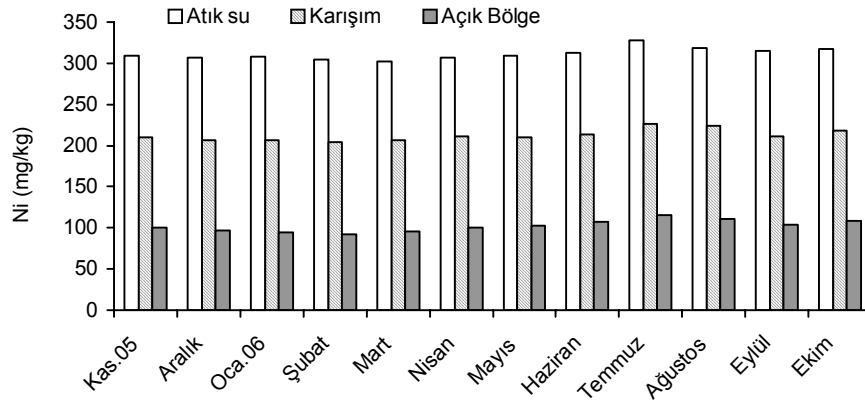
Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan araştırma süresince alınan sediment örneklerinde en fazla Cr birikimi diğer elementlerde olduğu gibi IV. istasyondan alınan sediment örneklerinde, en az birikim ise VI. istasyondan alınan sediment örneklerinde bulunmuştur. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cr değerlerinin aylık değişimi dikkate alındığında düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. Bu bölgede sedimentteki Cr konsantrasyonu temmuz ayında en yüksek değerine (4507 mg/kg) ulaşırken, en en düşük değerler ekim ayında (3521,10 mg/kg) kaydedilmiştir. V. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonu aylar itibariyle genel olarak birbirine yakın değerlerde olup, en düşük Cr konsantrasyonu aralık ayında (2387,30 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (2676,60 mg/kg) bulunmuştur. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonları da birbirine yakın olurken, en düşük Cr değerleri ocak ayında (943,66 mg/kg), en yüksek değerler ise temmuz ayında (1070,40 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.3.3.4).



Şekil 4.3.3.4. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Nikel (Ni)

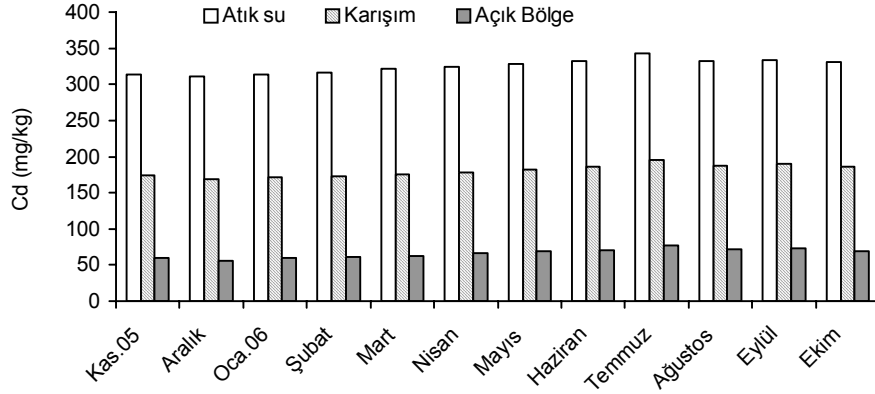
Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinde en fazla Ni birikimi, diğer elementlerde olduğu gibi IV. istasyondan alınan sediment örneklerinde, en az birikim ise VI. istasyondan alınan sediment örneklerinde belirlenmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Ni değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, temmuz ayında en yüksek değerine (328,17 mg/kg) ulaştığı bulunmuştur. Bu bölgedeki en düşük Ni değerleri mart ayında (302,11 mg/kg) tespit edilmiştir. V. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Ni değerleri de aylar itibariyle birbirine yakın değerlerde olup, en düşük Ni konsantrasyonu şubat ayında (204,23 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise ağustos ayında (226,76 mg/kg) kaydedilmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonunun temmuz ayına kadar arttığı ve bu ayda en yüksek değerine (115,49 mg/kg) ulaştığı belirlenmiştir. Bu bölgedeki en düşük Ni değerleri ise şubat ayında (92,25 mg/kg) bulunmuştur (Şekil 4.3.3.5).



Şekil 4.3.3.5. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

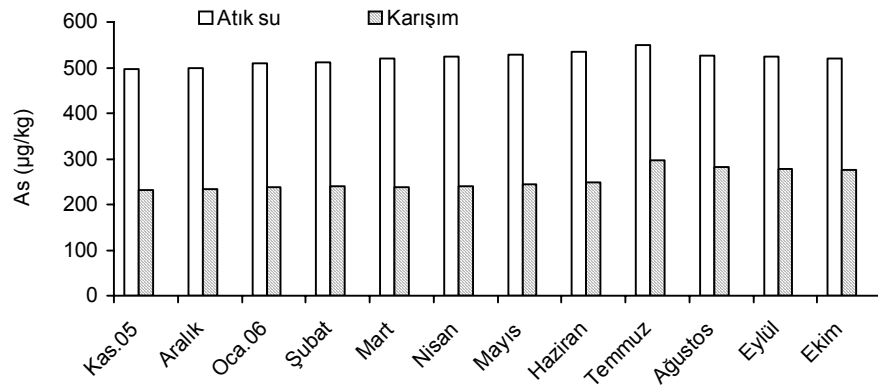
Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd birikimi karşılaştırıldığında, en fazla Cd birikimi diğer elementlerde olduğu gibi IV. istasyonda, en az birikim ise VI. istasyondan alınan sediment örneklerinde tespit edilmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun temmuz ayına kadar arttığı ve bu ayda en yüksek değerine (342,96 mg/kg) ulaştığı belirlenmiştir. Bu bölgedeki sediment örneklerindeki en az birikim ise aralık ayında (310,56 mg/kg) kaydedilmiştir. V. istasyonda ise Cd değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, en düşük Ni değerleri aralık ayında (168,31 mg/kg), en yüksek değerler ise temmuz ayında (195,77 mg/kg) belirlenmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonunun temmuz ayına kadar arttığı ve bu ayda en yüksek değerine (76,76 mg/kg) ulaştığı bulunmuştur. Bu istasyondaki en düşük Cd değerleri ise aralık ayında (55,63 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.3.3.6).



Şekil 4.3.3.6. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Arsenik (As)

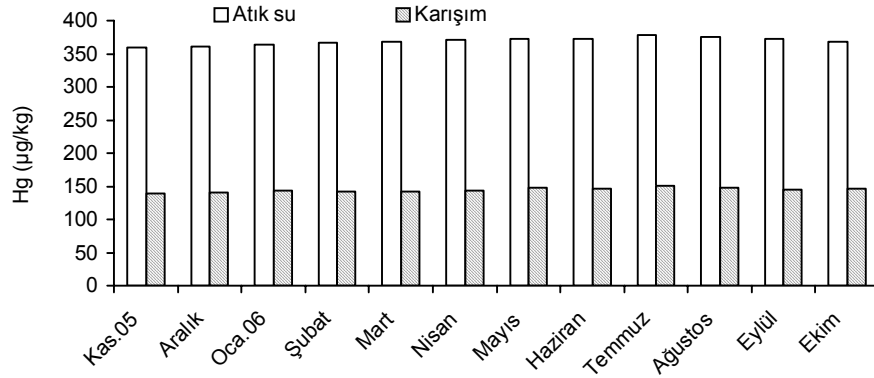
Araştırma süresince Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki As birikimi karşılaştırıldığında, en fazla As birikimi IV. istasyonda, en az birikim ise V. istasyondan alınan sediment örneklerinde tespit edilmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki As değerlerinin aylık değişimi dikkate alındığında, genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte bu bölgedeki sediment örneklerinde en az birikim kasım ayında ($497 \mu\text{g/kg}$), en fazla birikim ise temmuz ayında ($550 \mu\text{g/kg}$) belirlenmiştir. V. istasyonda ise As değerlerinin Kasım 2005- Haziran 2006 ayları arasında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu ve temmuz ayında en yüksek değerine ($297 \mu\text{g/kg}$) ulaştığı bulunmuştur. Bu bölgedeki sediment örneklerinde en az Ni birikimi kasım ayında ($231 \mu\text{g/kg}$) belirlenmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki As konsantrasyonu ise cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir (Şekil 4.3.3.7).



Şekil 4.3.3.7. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde As konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Civa (Hg)

Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Hg birikimi karşılaştırıldığında, en fazla birikim IV. istasyonda, en az birikim ise V. istasyondan alınan sediment örneklerinde belirlenmiştir. IV. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Hg konsantrasyonu birbirine yakın değerlerde olup, en az birikim kasım ayında ($359 \mu\text{g/kg}$), en fazla birikim ise temmuz ayında ($378 \mu\text{g/kg}$) kaydedilmiştir. V. istasyonda ise Hg değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, en düşük Hg değerleri kasım ayında ($139,20 \mu\text{g/kg}$), en yüksek değerler ise temmuz ayında ($151 \mu\text{g/kg}$) belirlenmiştir. VI. istasyondan alınan sediment örneklerindeki Hg konsantrasyonu ise cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir (Şekil 4.3.3.8).



Şekil 4.3.3.8. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde Hg konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

4.3.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Alınan Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Miktarlarının Karşılaştırması

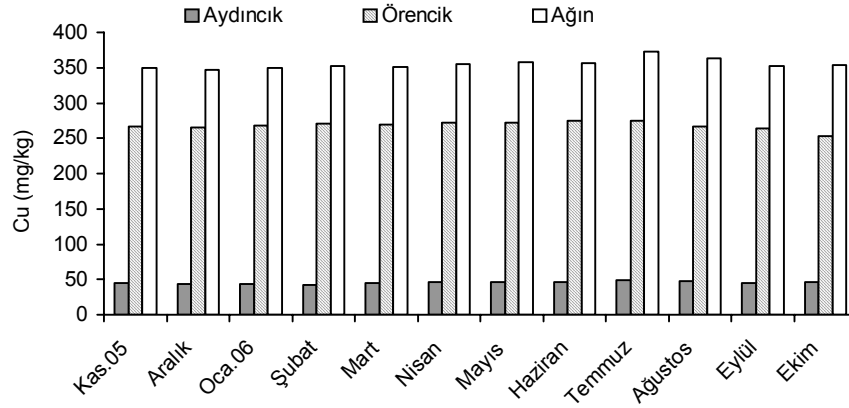
Araştırma süresince Aydıncık Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki ağır metal birikimi, her bir element için atık su, karışım bölgesi ve açık bölge olmak üzere ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

Bakır (Cu)

Her üç bölgede belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cu birikiminin aylara göre değişimleri aşağıda verilmiştir.

Atıksuların Bulunduğu Bölgeden ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Cu Birikiminin Karşılaştırması

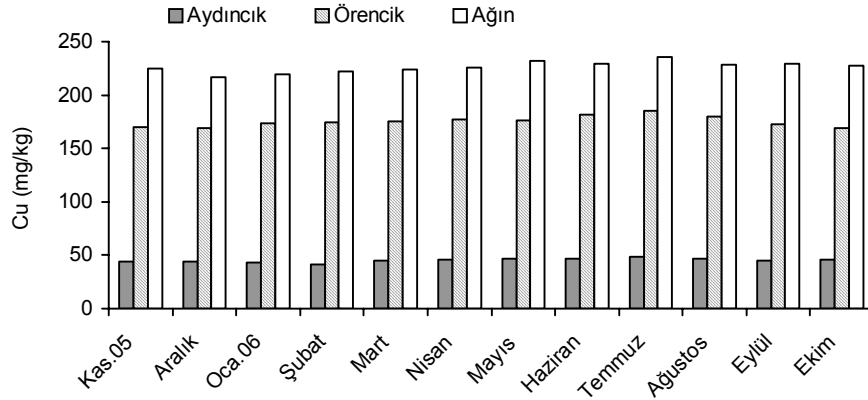
Ağın Deri Fabrikası atık suları, Etibank Ferro Krom İşletmesi atık suları ve referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu birikiminin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, en fazla birikim Ağın bölgesinde, en az birikim ise Aydıncık bölgesinde tespit edilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonu, Etibank Ferro Krom atık sularının bulunduğu bölgeden alınan sediment örneklerinde belirlenen değerin yaklaşık 2 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 8 katı olduğu tespit edilmiştir. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki en düşük Cu değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.4.1).



Şekil 4.3.4.1. Ağın Deri Fabrikası ve Etibank Ferro Krom atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Atık Suların Baraj Gölüne Karıştığı ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki Cu Birikiminin Karşılaştırması

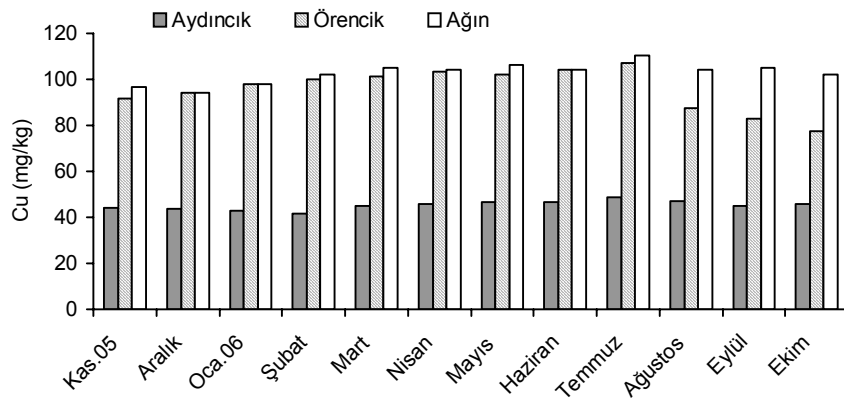
Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu birikimi karşılaştırıldığında, en fazla birikimin Ağın bölgesinde, en az birikimin ise Aydıncık bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonu, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen konsantrasyonun yaklaşık 1,5 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 5 katı olduğu bulunmuştur. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cu değerlerinin aylara göre değişimi dikkate alındığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3.4.2).



Şekil 4.3.4.2. Aydın Deri Fabrikası atık suları ve Ferro Krom atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Aydın, Örencik ve Aydıncık Bölgelerinde Açık Bölgeden Alınan Sediment Örneklerindeki Cu Birikiminin Karşılaştırması

Aydın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek değerlerin Aydın bölgesinde, en düşük değerlerin ise Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Aydın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cu değerleri, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen değerlerin yaklaşık 1 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerlerin ise yaklaşık 2 katı olduğu bulunmuştur. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cu değerlerinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3.4.3).



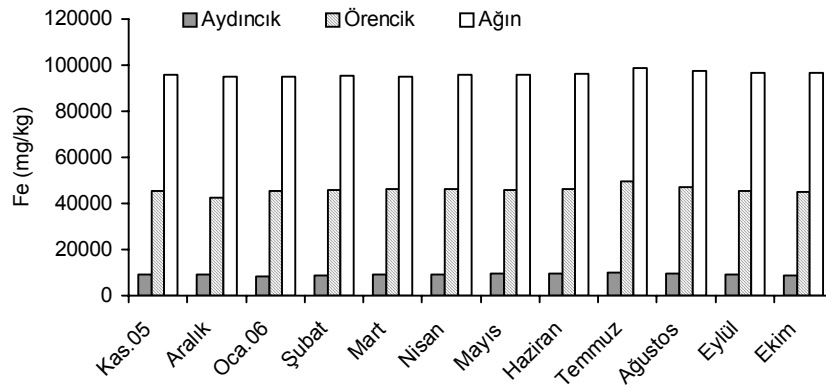
Şekil 4.3.4.3. Aydın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

Araştırma süresince her üç bölgede belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Fe birikiminin aylara göre değişimleri aşağıda verilmiştir.

Atıksuların Bulunduğu Bölge ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki Fe Birikiminin Karşılaştırması

Ağın Deri Fabrikası atık suları, Etibank Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe birikimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi en fazla birikim Ağın bölgesinde, en az birikim ise Aydıncık bölgesinde belirlenmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonu, Etibank Ferro Krom atık sularının bulunduğu bölgeden alınan sediment örneklerinde belirlenen değerin yaklaşık 2 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 11 katı olduğu tespit edilmiştir. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki en düşük Fe değerlerinin aylık değişimi dikkate alındığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur (Şekil 4.3.4.4).

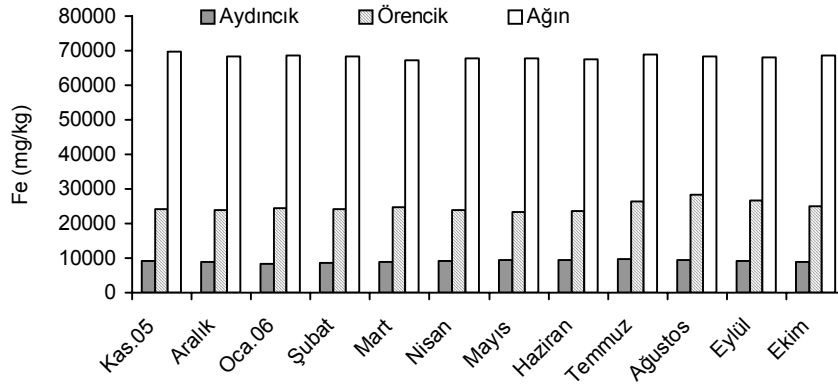


Şekil 4.3.4.4. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Atık Suların Baraj Gölüne Karıştığı ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki Fe Birikiminin Karşılaştırması

Araştırma süresince Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonları karşılaştırıldığında, bütün aylarda en yüksek konsantrasyonlar Ağın bölgesinde, en düşük konsantrasyonlar ise Aydıncık bölgesinde belirlenmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonu, Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı

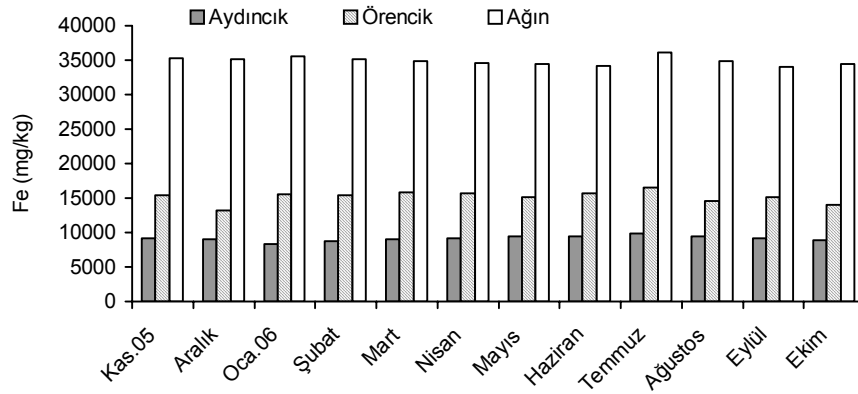
bölgeden alınan sediment örneklerinde belirlenen konsantrasyonun yaklaşık 3 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 8 katı olduğu tespit edilmiştir. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Fe değerlerinin aylara göre değişimi dikkate alındığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olup, en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.4.5).



Şekil 4.3.4.5. Aydın Deri Fabrikası atık suları ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Aydın, Örencik ve Aydıncık Bölgelerinde Açık Bölgeden Alınan Sediment Örneklerindeki Fe Birikiminin Karşılaştırması

Aydın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerindeki Fe konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek değerlerin Aydın bölgesinde, en düşük değerlerin ise Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde bulunmuştur. Aydın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Fe değerleri, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen değerin yaklaşık 3 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 4 katı olduğu belirlenmiştir. Araştırma süresince her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Fe değerlerinin aylara göre değişimi dikkate alındığında düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.3.4.6).



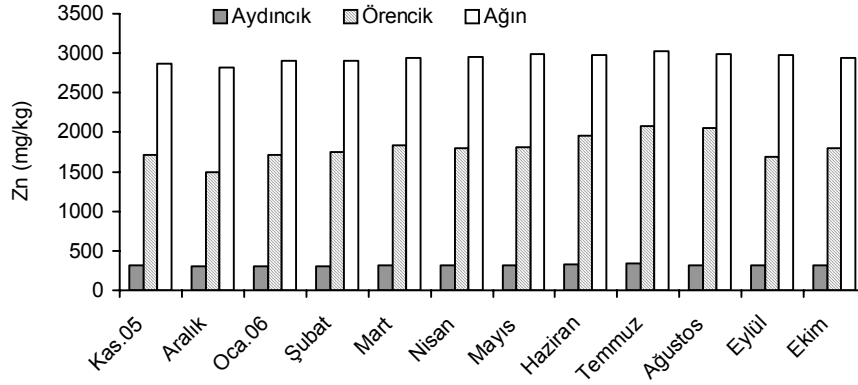
Şekil 4.3.4.6. Aydın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgede belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Zn birikiminin aylara göre değişimleri aşağıda verilmiştir.

Atıksuların Bulunduğu Bölge ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki Zn Birikiminin Karşılaştırması

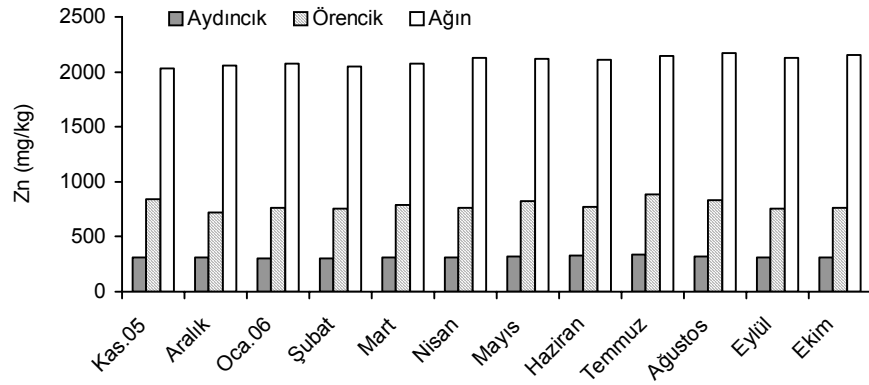
Araştırma süresince Aydın Deri Fabrikası atık suları, Etibank Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn birikimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi en fazla birikim Aydın bölgesinde, en az birikim ise Aydıncık bölgesinde belirlenmiştir. Deri fabrikası atık sularının bulunduğu bölgeden alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonu, Ferro Krom atık sularının bulunduğu bölgeden alınan sediment örneklerinde belirlenen konsantrasyonun yaklaşık 2 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 9 katı olduğu tespit edilmiştir. Aydın ve Aydıncık bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Zn değerleri aylar itibariyle birbirine yakın değerlerde olurken, Örencik bölgesinde düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi araştırmanın yürütüldüğü her üç bölgede en düşük Zn değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.4.7).



Şekil 4.3.4.7. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Atık Suların Baraj Gölüne Karıştığı Bölge ve Aydınçık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Zn Birikiminin Karşılaştırması

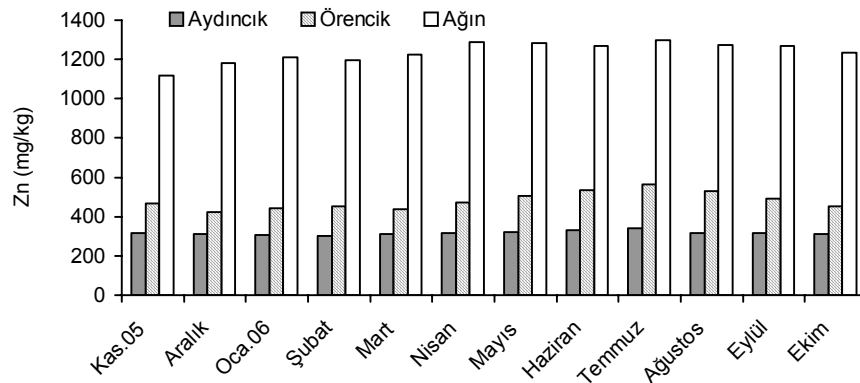
Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölge ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en fazla birikimin Ağın bölgesinde, en az birikimin ise Aydınçık bölgesinde olduğu bulunmuştur. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonu, Ferro Krom atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan sediment örneklerinde belirlenen konsantrasyonun yaklaşık 3 katı, Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 7 katı olduğu tespit edilmiştir. Araştırma süresince Ağın ve Aydınçık bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Zn değerleri aylar itibarıyla birbirine yakın değerlerde olurken, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn değerlerinde düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir. Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi araştırmanın yürütüldüğü her üç bölgede en düşük Zn değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında belirlenmiştir (Şekil 4.3.4.8).



Şekil 4.3.4.8. Ağın Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Ağın, Örencik ve Aydınçık Bölgelerinde Açık Bölgeden Alınan Sediment Örneklerinde Zn Birikiminin Karşılaştırması

Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerindeki Zn konsantrasyonları dikkate alındığında, en yüksek değerlerin Ağın bölgesinde, en düşük değerlerin ise Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Zn değerleri, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen değer yaklaşık 2,5 katı, Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değer ise yaklaşık 4 katı olduğu belirlenmiştir. Ağın ve Örencik bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Zn değerlerinde aylar itibariyle düzensiz artış ve azalmaların olduğu, Aydınçık bölgesinde ise birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü her üç bölgede en düşük Zn değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.3.4.9).



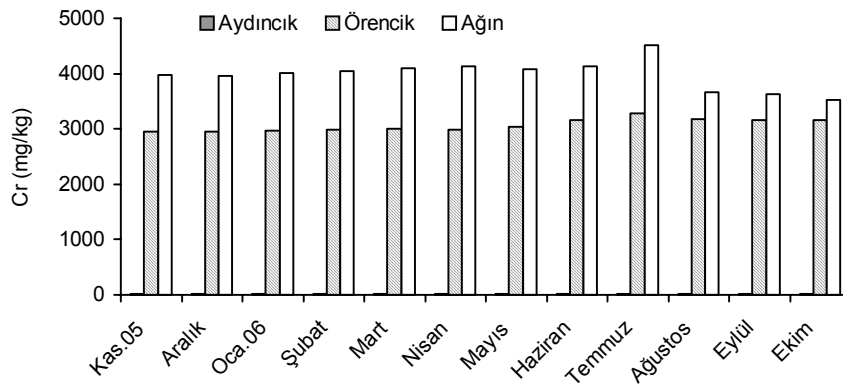
Şekil 4.3.4.9. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cr birikiminin aylara göre değişimi aşağıda verilmiştir.

Atıksuların Bulunduğu Bölge ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Cr Birikiminin Karşılaştırması

Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr birikimi karşılaştırıldığında en fazla birikim Ağın bölgesinde, en az birikim ise Aydıncık bölgesinde belirlenmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr birikimi, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinden yaklaşık 1,5 kat, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinden ise yaklaşık 80 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ağın ve Örencik bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Zn değerlerinde aylar itibariyle düzensiz artış ve azalmaların olduğu, Aydıncık bölgesinde ise birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Ağın bölgesinde en düşük değerler sonbahar aylarında, Örencik bölgesinde ise kış aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.4.10).

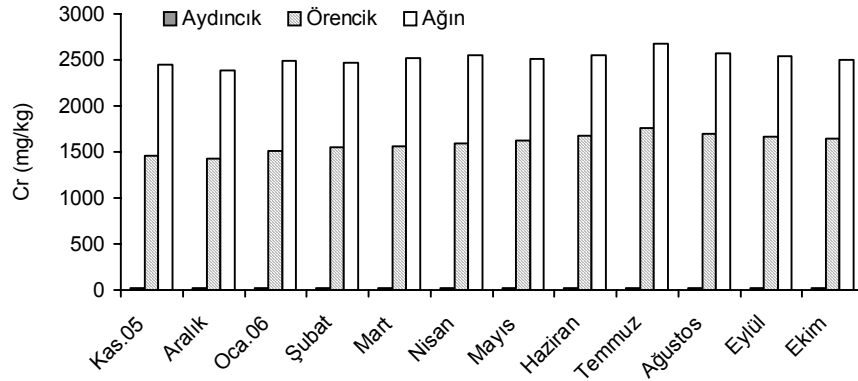


Şekil 4.3.4.10. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Atık Suların Baraj Gölüne Karıştığı Bölgeden ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Cr Birikiminin Karşılaştırması

Araştırma süresince her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cr birikimi dikkate alındığında, en fazla birikimin Ağın bölgesinde, en az birikimin ise Aydıncık bölgesinde olduğu bulunmuştur. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr birikimi, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki birikimin yaklaşık 2 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki birikimin ise yaklaşık 50 katı kadar olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cr değerlerinin aylara

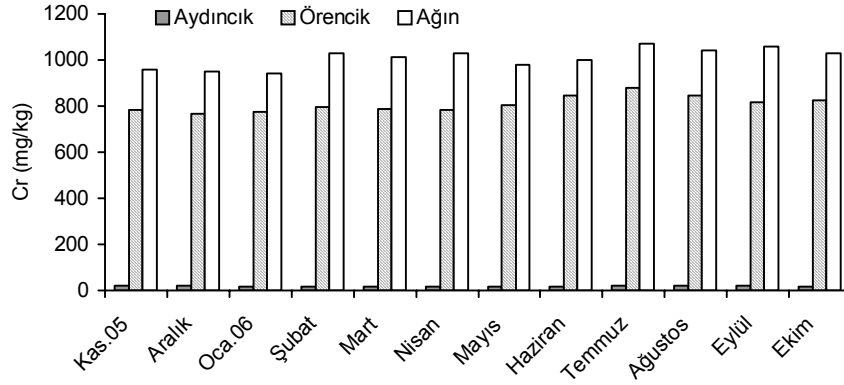
göre değişimi dikkate alındığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu, en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.3.4.11).



Şekil 4.3.4.11. Ağın Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Ağın, Örencik ve Aydınçık Bölgelerinde Açık Bölgeden Alınan Sediment Örneklerinde Cr Birikiminin Karşılaştırması

Çalışmanın yürütüldüğü Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek konsantrasyonlar Ağın bölgesinde, en düşük konsantrasyonlar ise Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde tespit edilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cr konsantrasyonunun, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinden yaklaşık 1,5 kat, Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinden ise yaklaşık 20 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Ağın ve Örencik bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Cr değerlerinde aylar itibarıyla düzensiz artış ve azalmalar kaydedilirken, Aydınçık bölgesinde birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Araştırma süresince her üç bölgede de en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında belirlenmiştir (Şekil 4.3.4.12).



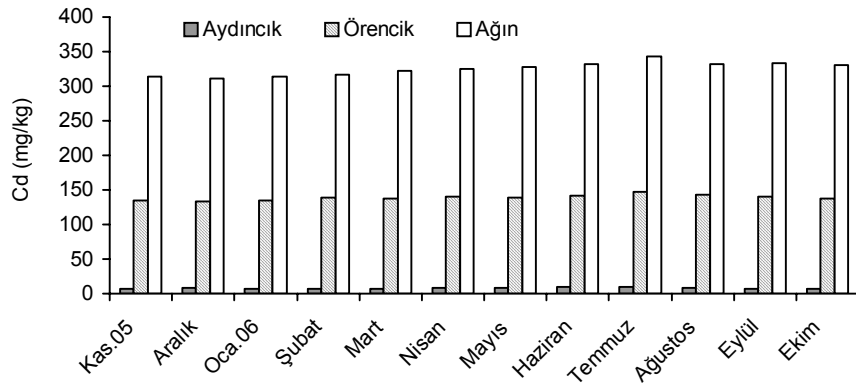
Şekil 4.3.4.12. Aydın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Araştırma süresince Aydın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cd birikiminin aylık değişimleri aşağıda verilmiştir.

Atıksuların Bulunduğu Bölge ve Aydınçık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Cd Birikiminin Karşılaştırması

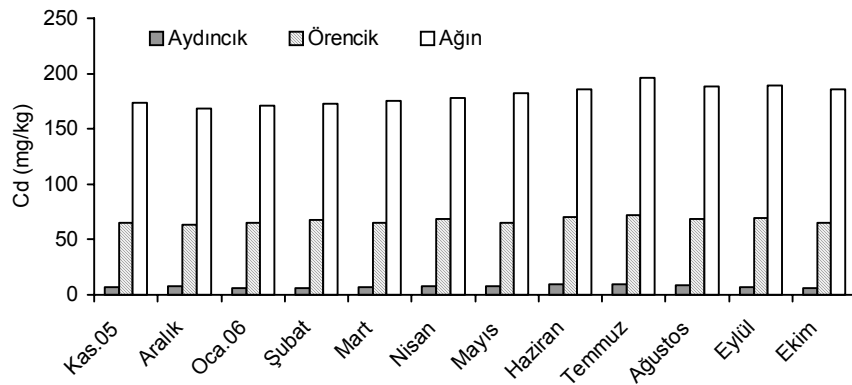
Aydın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Cd birikimi dikkate alındığında, en fazla birikim Aydın bölgesinde, en az birikim ise Aydınçık bölgesinde belirlenmiştir. Aydın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonu, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen değerin yaklaşık 2,5 katı, Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 45 katı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cd değerlerinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. En düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.3.4.13).



Şekil 4.3.4.13. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Atık Suların Baraj Gölüne Karıştığı Bölge ve Aydınçık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Cd Birikiminin Karşılaştırması

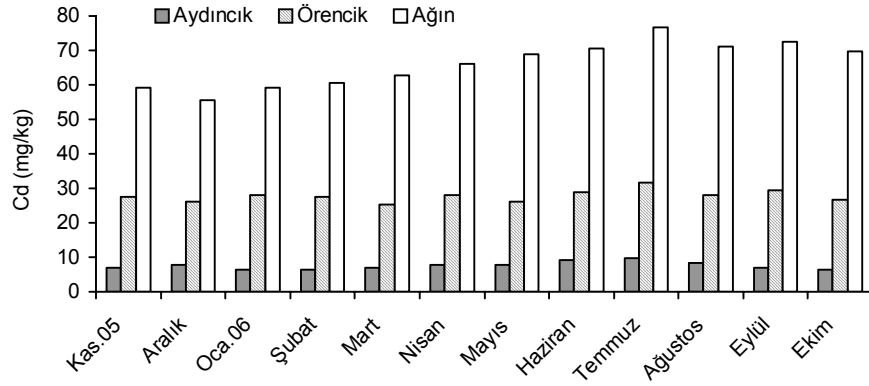
Araştırma süresince her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cd birikimi karşılaştırıldığında, en fazla birikimin Ağın bölgesinde, en az birikimin ise Aydınçık bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd birikiminin, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki birikimden yaklaşık 3 kat, Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki birikimden ise yaklaşık 25 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Ağın bölgesindeki sediment örneklerindeki Cd değerlerinin yaz aylarına doğru arttığı, Örencik ve Aydınçık bölgelerindeki sediment örneklerindeki Cd değerlerinin ise aylar itibarıyla birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3.4.14).



Şekil 4.3.4.14. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Ağın, Örencik ve Aydıncık Bölgelerinde Açık Bölgeden Alınan Sediment Örneklerinde Cd Birikiminin Karşılaştırması

Araştırma süresince Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cd konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek konsantrasyonlar Ağın bölgesinde, en düşük konsantrasyonlar ise Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde kaydedilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Cd birikiminin, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinden yaklaşık 2 kat, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerden ise yaklaşık 8 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Cd değerlerinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiş olup, en az birikim kış aylarında, en fazla birikim ise yaz aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 4.3.4.15).



Şekil 4.3.4.15. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

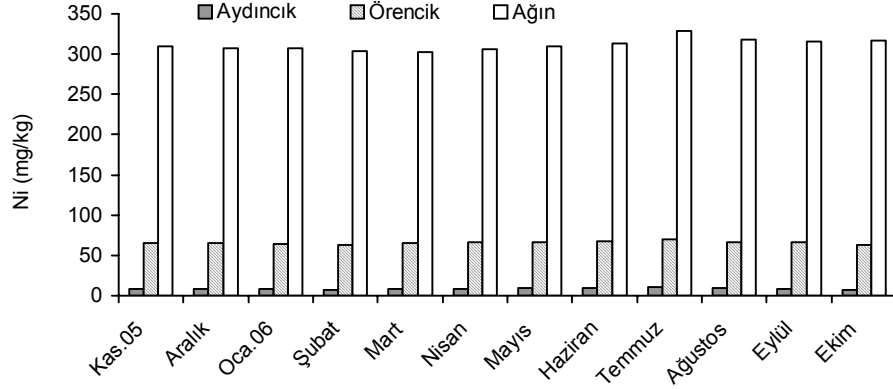
Nikel (Ni)

Araştırma süresince her üç bölgede belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Ni birikiminin aylara göre değişimleri aşağıda verilmiştir.

Atıksuların Bulunduğu Bölge ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Ni Birikiminin Karşılaştırması

Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan sediment örneklerinde Ni birikimi dikkate alındığında, diğer elementlerde olduğu gibi en fazla birikim Ağın bölgesinde, en az birikim ise Aydıncık bölgesinde kaydedilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni birikimi, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerindeki birikimden yaklaşık 5 kat, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki birikimden ise yaklaşık 40 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her üç bölgeden alınan sediment

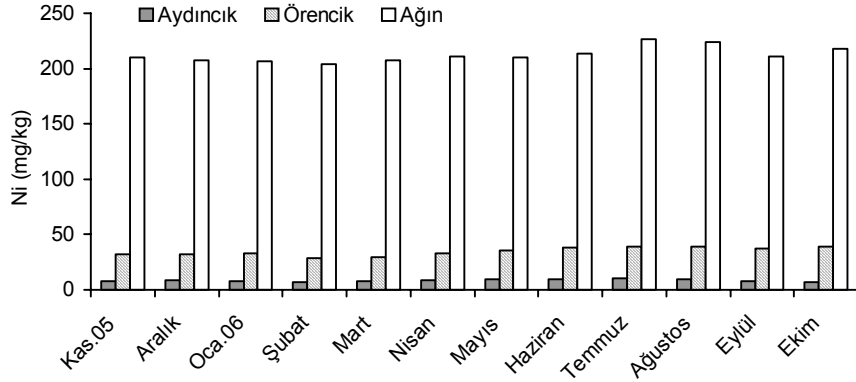
örneklerindeki Ni değerlerinin aylara göre değişimi dikkate alındığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. En düşük Ni değerleri kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında tespit edilmiştir (Şekil 4.3.4.16).



Şekil 4.3.4.16. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölge ve Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi

Atık Suların Baraj Gölüne Karıştığı Bölge ve Aydıncık Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerinde Ni Birikiminin Karşılaştırması

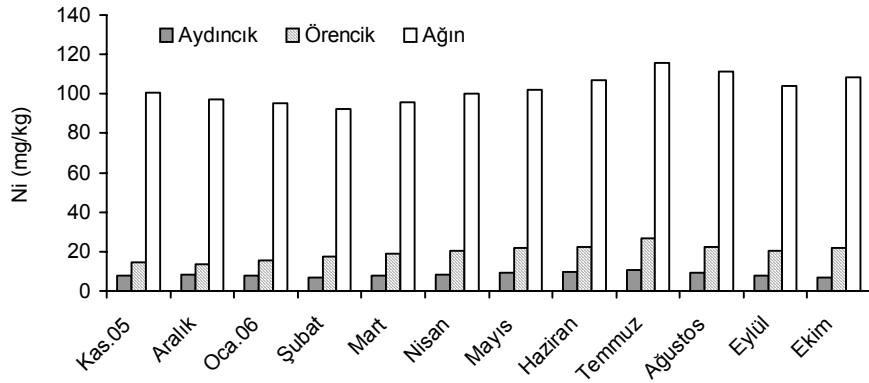
Araştırma süresince Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Ni birikimi dikkate alındığında, en fazla birikimin Ağın bölgesinde, en az birikimin ise Aydıncık bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonunun, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen konsantrasyonun yaklaşık 7 katı, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki konsantrasyonun ise yaklaşık 27 katı olduğu bulunmuştur. Ağın ve Örencik bölgelerinden alınan sediment örneklerindeki Ni değerleri yaz aylarına doğru artarken, Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni değerlerinin ise aylar itibariyle birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgede de en az birikimin kış aylarında, en fazla birikimin ise yaz aylarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3.4.17).



Şekil 4.3.4.17. Ağın Deri Fabrikası atık sularının ve Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden ve Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Ağın, Örencik ve Aydınçık Bölgelerinde Açık Bölgeden Alınan Sediment Örneklerinde Ni Birikiminin Karşılaştırması

Araştırma süresince Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerindeki Ni konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek konsantrasyonlar Ağın bölgesinde, en düşük konsantrasyonlar ise Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerinde tespit edilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerindeki Ni değerlerinin, Örencik bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenen değerin yaklaşık 7 katı, Aydınçık bölgesinden alınan sediment örneklerindeki değerin ise yaklaşık 13 katı olduğu bulunmuştur. Her üç bölgeden alınan sediment örneklerindeki Ni değerlerinin yaz aylarına doğru arttığı, en az birikimin kış aylarında, en fazla birikimin ise yaz aylarında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3.4.18).



Şekil 4.3.4.18. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinde açık bölgeden alınan sediment örneklerinde Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Arsenik (As) ve Civa (Hg)

Araştırma süresince, As ve Hg yalnızca Ağın Deri Fabrikası atık sularının bulunduğu istasyondan alınan sediment örneklerinde tespit edilmiş olup, diğer istasyonlardaki konsantrasyonu cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

4.4. Ağın, Örencik ve Aydıncık Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'da Ağır Metal Birikimi

Araştırma süresince toplam 675 adet *C. trutta* örneği incelenmiştir. *C. trutta*'nın kas dokusu ve gonadında bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), krom (Cr), kurşun (Pb), civa (Hg) ve arsenik (As) elementlerinin birikim düzeylerinin ağırlık, uzunluk, cinsiyet ve yaşa bağlı olarak değişiminin yanı sıra bu elementlerin aylık ve mevsimsel değişimleri belirlenmiştir.

Aydıncık bölgesinden yakalanan balığın kas dokusunda ve gonadında yalnızca Cu, Fe ve Zn elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, As, Cd, Cr, Pb ve Hg cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. Ağın Deri Fabrikası ve Ferro Krom İşletmeleri atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusu ve gonadında ise Cu, Fe, Zn, Cd ve Cr elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiş olup, As, Pb ve Hg elementlerinin konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

Ağır metallerin birikim düzeyleri, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgeleri olmak üzere ayrı başlıklar altında değerlendirilmiştir.

4.4.1. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'da Kas Dokusu ve Gonadında Ağır Metal Birikimi

Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ve gonadında birikim gösteren ağır metaller; aylık ve mevsimsel değişim, vücut ağırlığına, uzunluğuna, cinsiyete ve yaş gruplarına bağlı olarak ağır metal birikimi alt başlıkları altında açıklanmıştır.

4.4.1.1. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimleri

Bakır (Cu)

Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu kasım ayında (0,56 mg/kg), en yüksek konsantrasyon

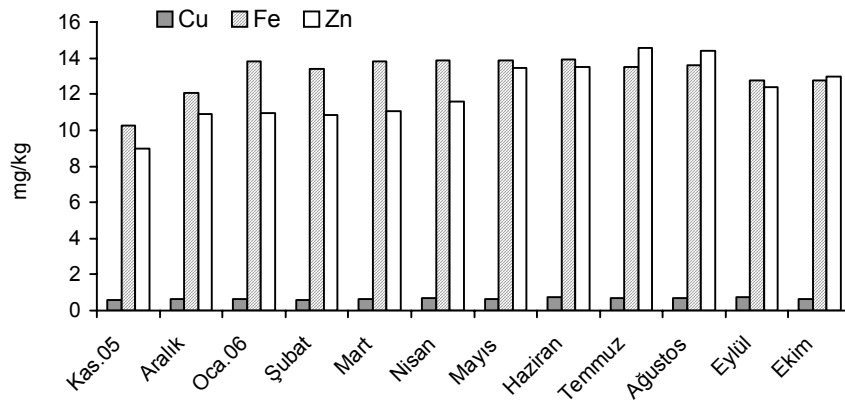
ise haziran ayında (0,72 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.1.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun, *C. trutta*'nın kas dokusundaki aylara göre değişimi, Cu elementinde olduğu gibi birbirine yakın değerlerde olmuştur. En düşük Fe konsantrasyonu kasım ayında (10,26 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise haziran ayında (13,94 mg/kg) belirlenmiştir. Şubat-ekim ayları arasında Fe konsantrasyonu birbirine yakın değerlerde kaydedilmiştir (Şekil 4.4.1.1.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe konsantrasyonunun aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

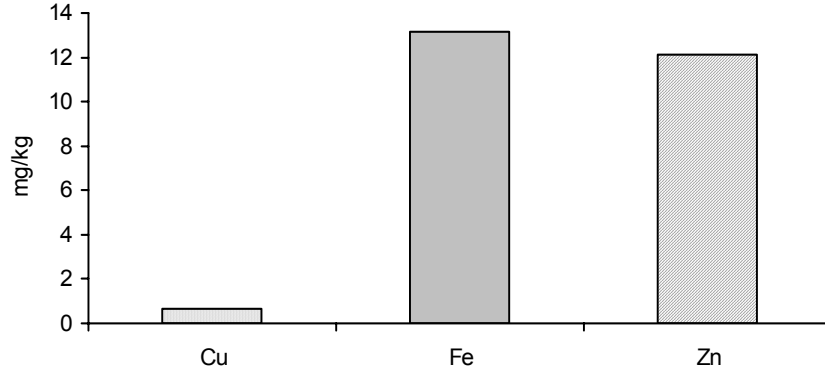
Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun, *C. trutta*'nın kas dokusundaki aylara göre değişimi dikkate alındığında kasım ayında en düşük konsantrasyonda (9,0 mg/kg), temmuz ayında (14,55 mg/kg) en yüksek konsantrasyonda kaydedilmiştir. Zn konsantrasyonunun Aralık 2005-Mart 2006'da birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Zn konsantrasyonunun, ilkbahar aylarından yaz aylarına doğru artış gösterdiği ve temmuz ayında en yüksek değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.1.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn konsantrasyonunun aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.1.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

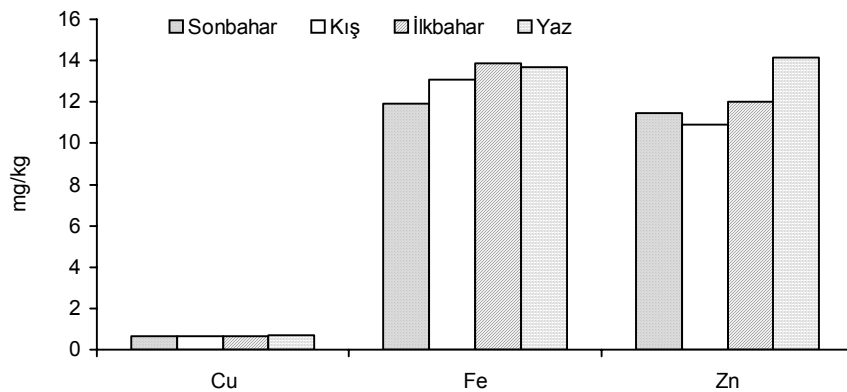
C. trutta'nın kas dokusunda tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama değerleri dikkate alındığında, en az birikim gösteren ağır metalin Cu, en fazla birikim gösteren ağır metalin ise Fe olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.1.2).



Şekil 4.4.1.1.2. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının yıllık ortalama değerleri.

4.4.1.2. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Cu elementinin kas dokusundaki birikiminin mevsimsel değişimi dikkate alındığında, bütün mevsimlerde birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Fe konsantrasyonunun sonbahar mevsiminden ilkbahar mevsimine kadar artış gösterdiği, yaz mevsiminde ilkbahar mevsimine oranla çok az bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Zn konsantrasyonunda ise sonbahar mevsiminden kış mevsimine geçişte bir azalma olduğu ve kış mevsiminden yaza kadar artış olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.1.2.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda tespit edilen Cu, Fe ve Zn birikiminin mevsimsel değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.2.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

4.4.1.3. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Vücut Ağırlığına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 270 adet *C.trutta*'nın ağırlığı 174,6-998,2 g arasında olup, balıklar 90-199 g (A1), 200-299 g (A2), 300-399 g (A3), 400-499 g (A4) ve ≥ 500 g (A5) şeklinde beş farklı ağırlık grubuna ayrılarak, ağırlık gruplarına bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Bakır (Cu)

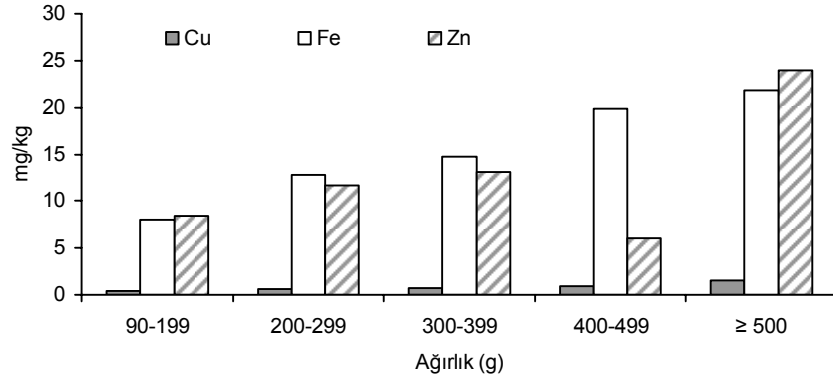
En düşük Cu konsantrasyonu A1 ağırlık grubunda (0,36 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A5 ağırlık grubunda (1,49 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağırlık grubu arttıkça Cu konsantrasyonunun da düzenli bir şekilde artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.3.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Demir (Fe)

En düşük Fe konsantrasyonu A1 ağırlık grubunda, en yüksek konsantrasyon ise A5 ağırlık grubunda tespit edilmiştir. Ağırlık grubu arttıkça Fe konsantrasyonunun da düzenli bir şekilde artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.3.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

En düşük Zn konsantrasyonu A4 ağırlık grubunda (6,08 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A5 ağırlık grubunda (23,91 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağırlık grubu arttıkça (A4 ağırlık grubu hariç) Fe konsantrasyonu da artmıştır. Zn konsantrasyonu A5 ağırlık grubundaki balıklarda, A4 ağırlık grubundaki balıklardaki konsantrasyonun yaklaşık dört katı kadar olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.3.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.3.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

4.4.1.4. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Vücut Uzunluğuna Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 270 adet *C.trutta*'nın çatal boyu 240-425 mm arasında olup, balıklar 200-299 mm (U2), 300-399 mm (U3) ve 400-499 mm (U4) olmak üzere üç farklı uzunluk grubuna ayrılarak, uzunluk gruplarına bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır. Aydıncık bölgesinde yakalanan *C.trutta* bireyleri arasında 90-199 mm uzunluk grubunda birey bulunmamaktadır.

Bakır (Cu)

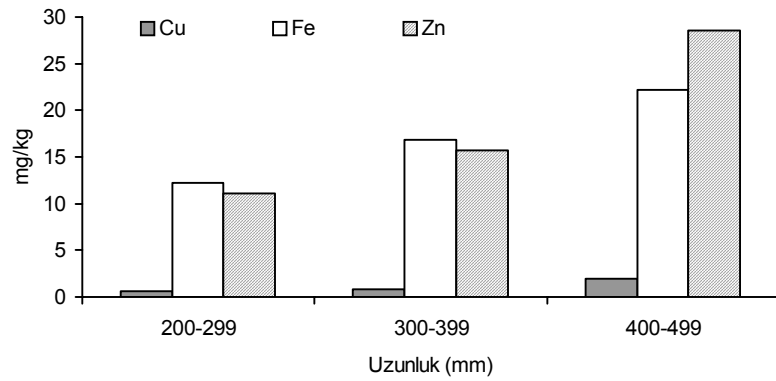
Cu elementinin en düşük konsantrasyonu U2 uzunluk grubunda (0,59 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (1,96 mg/kg) belirlenmiştir. Cu konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.4.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Demir (Fe)

Fe elementinin en düşük konsantrasyonu U2 uzunluk grubunda (12,18 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (22,22 mg/kg) belirlenmiştir. Fe konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi uzunluk gruplarına bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.4.1.4.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

Zn elementinin en düşük konsantrasyonu Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi U2 uzunluk grubunda (11,10 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (28,52 mg/kg) belirlenmiştir. Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi, Zn konsantrasyonunun da uzunluk gruplarına bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.4.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

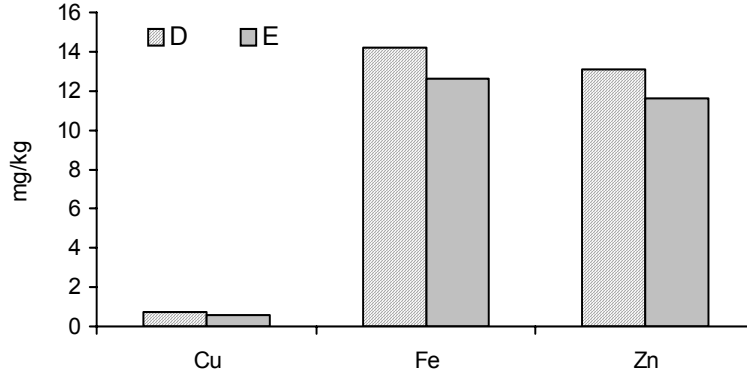


Şekil 4.4.1.4.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

4.4.1.5. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 270 adet *C. trutta* bireyinin 98 adedini dişi, 172 adedini ise erkek bireylerin oluşturduğu belirlenmiş ve bu balıklarda cinsiyete bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Cu, Fe ve Zn'nun kas dokusundaki birikiminin dişi bireylerde erkek bireylere oranla biraz fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.5.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), Fe ve Zn birikiminin ise önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir.



Şekil 4.4.1.5.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi.

4.4.1.6. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 270 adet *C. trutta* bireyinin 1-8 yaş grubu arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Bakır (Cu)

C. trutta'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, yaş grubuyla birlikte Cu konsantrasyonunun da arttığı tespit edilmiştir. En az Cu birikiminin 1. yaş grubunda (0,34 mg/kg), en fazla birikimin ise 7. yaş grubunda (1,49 mg/kg) olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.1.6.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

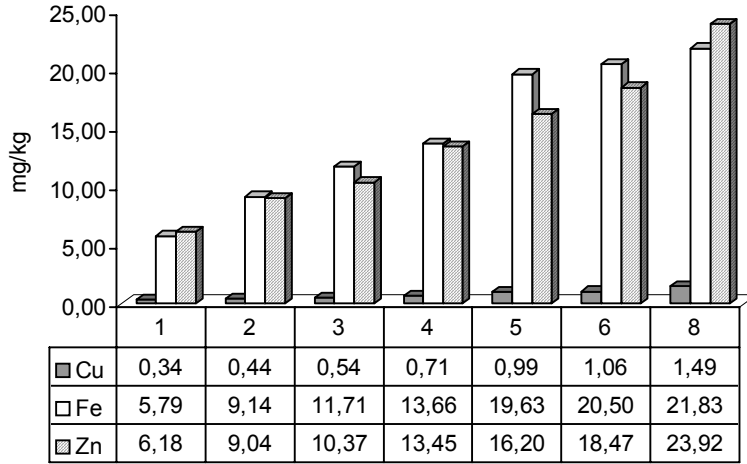
Demir (Fe)

C. trutta'nın kas dokusundaki Fe konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. En az Fe birikiminin, Cu elementinde olduğu gibi, 1. yaş grubunda (5,79 mg/kg), en fazla birikimin ise 7. yaş grubunda (21,82 mg/kg) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.6.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

C. trutta'nın kas dokusundaki Zn konsantrasyonu yaş gruplarına bağlı olarak artış göstermiştir. En az Zn birikiminin diğer iki elementte (Cu ve Fe) olduğu gibi, 1.yaş grubunda

(6,17 mg/kg), en fazla birikimin ise 7. yaş grubunda (23,91 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.6.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.1.6.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

4.4.1.7. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimleri

Bakır (Cu)

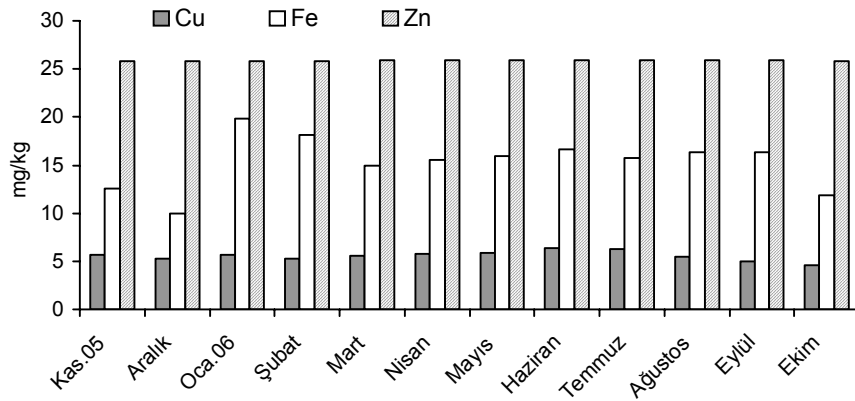
Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, düzensiz olarak arttığı ve azaldığı belirlenmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu ekim ayında (5,28 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise haziran ayında (6,33 mg/kg) kaydedilmiştir. Cu konsantrasyonu, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda arttığı, yumurta ve sperm döküldükten sonra ise azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.7.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu birikiminin aylara bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonu aylara bağlı olarak genelde düzensiz artış ve azalma göstermiştir. En düşük Fe konsantrasyonu aralık ayında (9,99 mg/kg), en yüksek Fe konsantrasyonu ise ocak ayında (19,87 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.7.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe birikiminin aylara bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

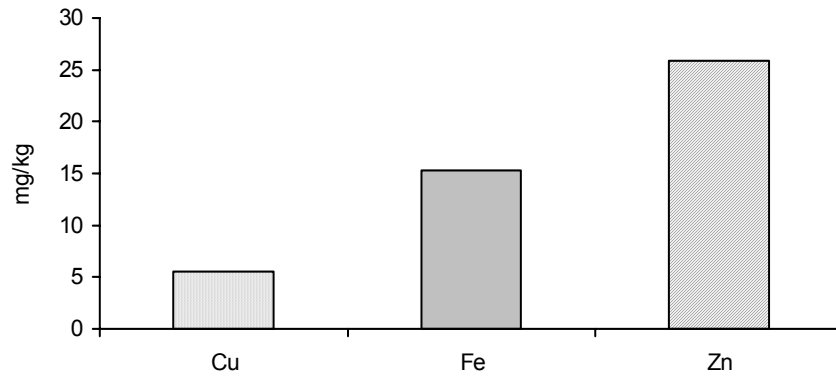
Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında Kasım 2005’den Mayıs 2006’ya kadar sürekli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük Zn konsantrasyonu kasım ayında (25,82 mg/kg), en yüksek Zn konsantrasyonu ise mayıs ayında (25,89 mg/kg) belirlenmiştir. Zn konsantrasyonunun, *C. trutta*’nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda artmış, yumurta ve spermiler tamamen döküldükten sonra ise azalmıştır (Şekil 4.4.1.7.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*’nın gonadındaki Zn birikiminin aylara bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.7.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*’nın gonadında Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

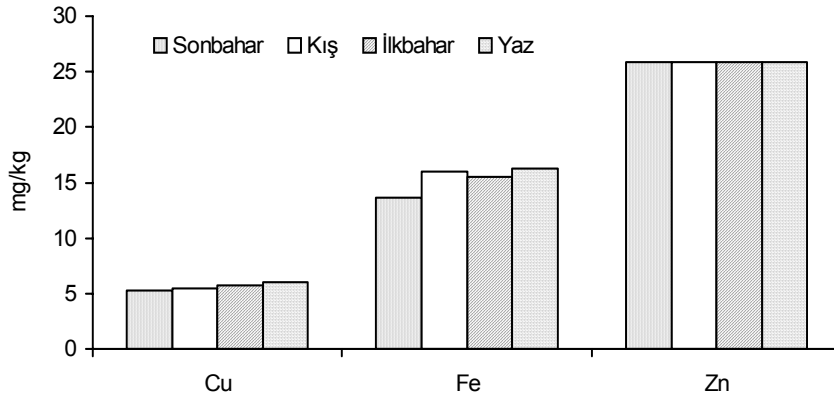
C. trutta’nın gonadında tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama değerleri dikkate alındığında, en az birikim gösteren ağır metalin Cu, en fazla birikim gösteren ağır metalin ise Zn olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.7.2).



Şekil 4.4.1.7.2. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*’nın gonadında Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının yıllık ortalama değerleri.

4.4.1.8. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin birikimi dikkate alındığında, Cu konsantrasyonunun bütün mevsimlerde birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Fe'in ise sonbaharda en düşük değerde olduğu, diğer mevsimlerde yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Zn değerleri ise bütün mevsimlerde aynı olmuştur. Ağır metallerin birikim miktarlarına göre sıralanışı $Cu < Fe < Zn$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.4.1.8.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu, Fe ve Zn birikiminin mevsimsel değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0,05$).



Şekil 4.4.1.8.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

4.4.1.9. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Ağırlığına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

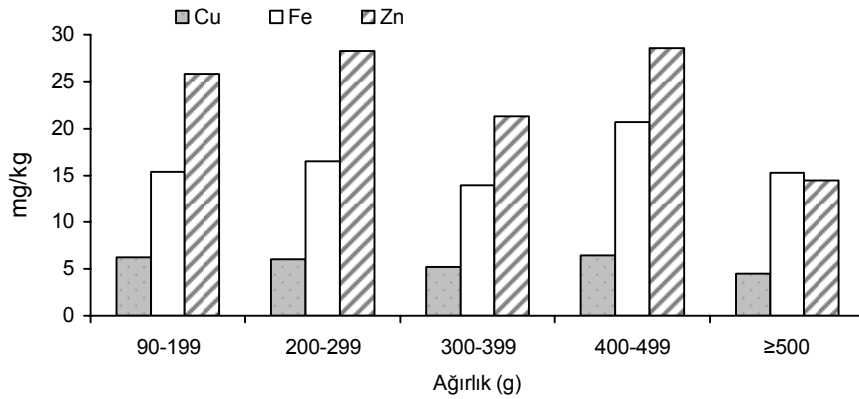
En düşük Cu konsantrasyonu A5 ağırlık grubunda (4,49 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A4 ağırlık grubunda (6,42 mg/kg) tespit edilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon A1 ağırlık grubunda (6,26 mg/kg) kaydedilmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak *C. trutta*'nın gonadındaki Cu değerlerinin düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.9.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P > 0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak gonaddaki birikimi dikkate alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu A3 ağırlık grubunda (13,87 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A4 ağırlık grubunda (20,67 mg/kg) belirlenmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise A2 ağırlık grubunda (16,43 mg/kg) bulunmuştur. Ağırlık gruplarına bağlı olarak gonaddaki Fe konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmalar göstermiştir (Şekil 4.4.1.9.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak dağılımı dikkate alındığında, en düşük Zn konsantrasyonu A5 ağırlık grubunda (14,4 mg/kg) tespit edilmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu, ise Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (28,56 mg/kg) belirlenmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise A2 ağırlık grubunda (28,27) bulunmuştur. Ağırlık gruplarına bağlı olarak *C. trutta*'nın gonadındaki Zn konsantrasyonunda, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.1.9.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.9.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

4.4.1.10. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Uzunluğuna Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

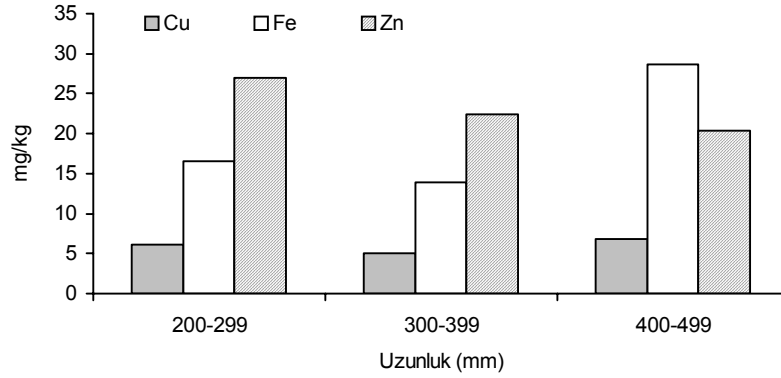
C. trutta'nın gonadında birikim gösteren Cu elementinin en düşük konsantrasyonu U3 uzunluk grubunda (5,02 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (6,83 mg/kg) belirlenmiştir. Uzunluk gruplarına bağlı olarak gonadlardaki Cu konsantrasyonunda düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.1.10.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Demir (Fe)

C. trutta'nın gonadında birikim gösteren Fe elementinin en düşük konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi U3 uzunluk grubunda (13,85 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (28,62 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.10.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

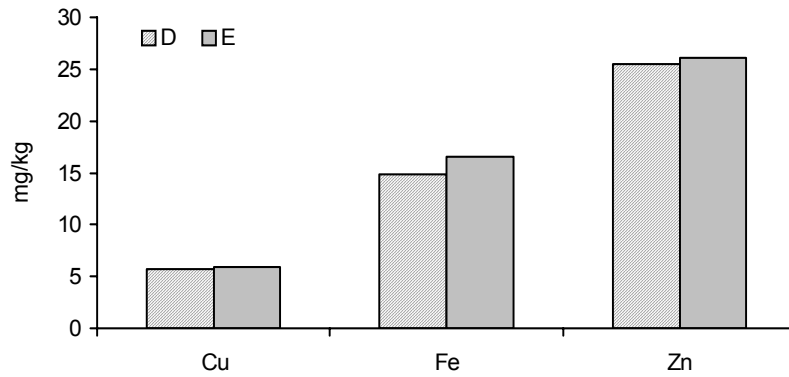
Araştırma süresince, Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn elementinin en düşük konsantrasyonu, Cu ve Fe elementlerinin aksine U4 uzunluk grubunda (20,39 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U2 uzunluk grubunda (26,93 mg/kg) tespit edilmiştir. Uzunluk grubundaki artışa rağmen *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'un konsantrasyonu azalmıştır (Şekil 4.4.1.10.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.10.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

4.4.1.11. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Cu, Fe ve Zn'nun gonaddaki birikimi dikkate alındığında erkek bireylerde dişi bireylere oranla biraz daha fazla birikim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.11.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu, Fe ve Zn elementlerinin cinsiyete bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.11.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi.

4.4.1.12. Aydıncık Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

C. trutta'nın gonadında birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En az Cu birikiminin 8.

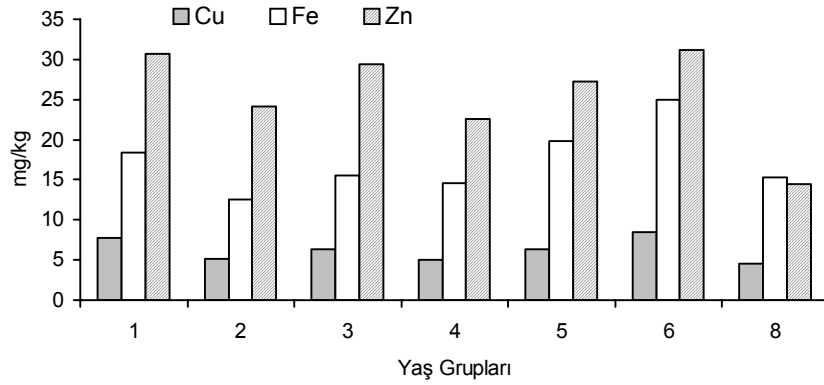
yaş grubunda (4,49 mg/kg), en fazla birikimin ise 6. yaş grubunda olduğu (8,45 mg/kg) bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 1. yaş grubundaki bireylerde (7,72 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.12.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe'in yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmaların olduğu tespit edilmiştir. En az Fe birikiminin 2. yaş grubunda (12,59 mg/kg), en fazla birikimin ise 6. yaş grubunda (24,94 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 5. yaş grubundaki bireylerde (19,82) belirlenmiştir (Şekil 4.4.1.12.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

C. trutta'nın gonadında belirlenen Zn konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmaların olduğu bulunmuştur. En az Zn birikiminin, Cu elementinde olduğu gibi 8. yaş grubunda (14,4 mg/kg), en fazla birikimin ise 6. yaş grubunda (31,2 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 1. yaş grubundaki bireylerde (30,73 mg/kg)) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1.12.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.1.12.1. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

4.4.2. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C.trutta*'nın Kas Dokusu ve Gonadında Ağır Metal Birikimi

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ve gonadında birikim gösteren ağır metaller; aylara göre ve mevsimsel değişim, vücut ağırlığına, uzunluğuna, cinsiyete ve yaş gruplarına bağlı olarak ağır metal birikimi alt başlıkları altında açıklanmıştır.

4.4.2.1. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimleri

Bakır (Cu)

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu aralık ayında (2,34 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise nisan ve temmuz aylarında (3,62 mg/kg) belirlenmiştir. *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu konsantrasyonunun ocak- mayıs ve temmuz aylarında yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde olması dikkat çekici olmuştur (Şekil 4.4.2.1.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

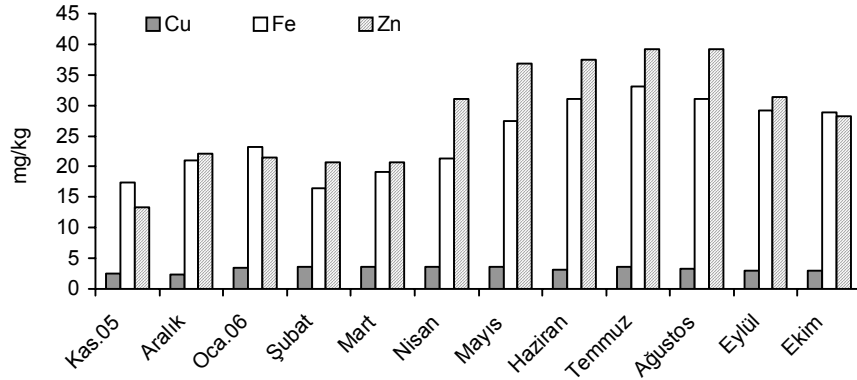
Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun aylara göre değişiminde, Cu konsantrasyonunda olduğu gibi düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir. En düşük Fe konsantrasyonu şubat ayında (16,51 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (33,05 mg/kg) belirlenmiştir. Fe

konsantrasyonu kasım ayından ocak ayına kadar düzenli bir şekilde artmış ve şubat ayında ani bir düşüş göstermiştir. Aynı şekilde şubat ayından temmuz ayına kadar Fe konsantrasyonunda düzenli bir artış olduğu belirlenmiştir. Eylül ve ekim aylarındaki değerler ise birbirine yakın olmuştur (Şekil 4.4.2.1.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında kasım ayında en düşük konsantrasyonda (13,40 mg/kg), temmuz ve ağustos aylarında ise en yüksek konsantrasyonda (39,14 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonunun aralık-mart ve mayıs-ağustos aylarında birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Zn konsantrasyonunun, ilkbahar aylarından yaz aylarına doğru artış gösterdiği ve ağustos ayında en yüksek değerine ulaştığı bulunmuştur. Fe konsantrasyonu ağustos ayından sonra ise tekrar azalmaya başlamıştır (Şekil 4.4.2.1.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



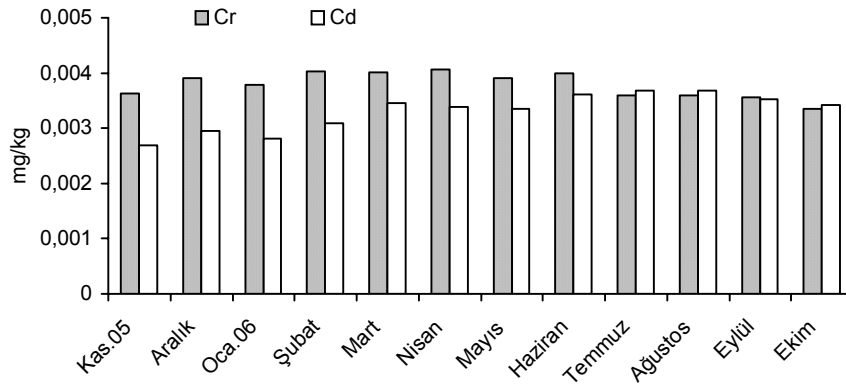
Şekil 4.4.2.1.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri.

Krom (Cr)

Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Cr'un en düşük konsantrasyonu ekim ayında (0,0033 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise nisan ayında (0,0041 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.1.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

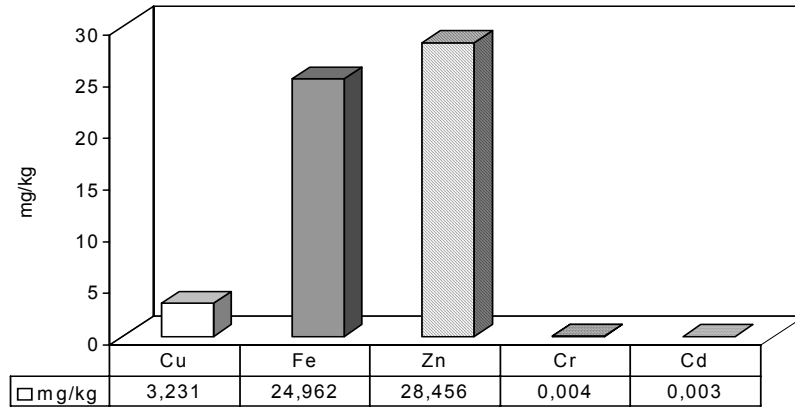
Kadmiyum (Cd)

Cd değerlerinde aylar itibariyle düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir. Cd'un en düşük konsantrasyonu kasım ayında (0,0027 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise temmuz ve ağustos aylarında (0,0037 mg/kg) belirlenmiştir. En yüksek Cd konsantrasyonları yaz aylarında kaydedilmiştir (Şekil 4.4.2.1.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr ve Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri.

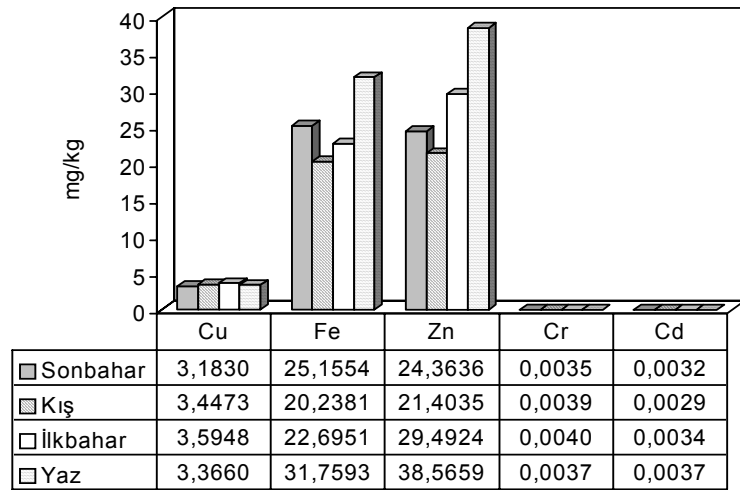
Ağır metallerin yıllık ortalamaları dikkate alındığında, *C. trutta*'nın kas dokusunda en az birikim gösteren ağır metalin Cd, en fazla birikim gösteren ağır metalin ise Zn olduğu tespit edilmiştir. Ağır metallerin konsantrasyonlarına göre sıralanışının $Zn>Fe>Cu>Cr>Cd$ şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.1.3).



Şekil 4.4.2.1.3. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları.

4.4.2.2. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Cu elementinin kas dokusundaki birikiminin mevsimsel değişimi dikkate alındığında, bütün mevsimlerde yaklaşık olarak aynı değerlerde olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.2.2.1). Fe'in en düşük konsantrasyonu kış mevsiminde (20,23 mg/kg) belirlenmiş olup, kış mevsiminden yaz mevsimine kadar düzenli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Fe elementinin en yüksek değeri yaz mevsiminde (31,75 mg/kg), kaydedilmiştir. Zn'un mevsimsel değişimi dikkate alındığında, Zn'un en düşük konsantrasyonu, Fe elementinde olduğu gibi kış mevsiminde (21,40 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise yaz mevsiminde (38,56 mg/kg) kaydedilmiştir. Cr elementinin ilkbahar mevsimine kadar arttığı ve yaz mevsiminde azaldığı belirlenmiş olup, Cr'un en düşük konsantrasyonu sonbahar mevsiminde (0,0035 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise ilkbahar mevsiminde (0,0039 mg/kg) kaydedilmiştir. Cd değerleri ise kış mevsiminden yaz mevsimine kadar artmıştır. Cd'un en düşük ve en yüksek değerlerinin kaydedildiği mevsimler Fe ve Zn elementlerine benzerlik göstermiştir. En düşük Cd konsantrasyonu kış mevsiminde (0,0029 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise yaz mevsiminde (0,0036 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.2.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin mevsimlere bağlı olarak, Cu, Cr ve Cd birikiminin önemsiz olduğu ($P>0,05$) buna karşılık Fe ve Zn birikiminin önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.2.2.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki ağır metal birikiminin mevsimsel değişimi.

4.4.2.3. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Vücut Ağırlığına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince Örencik bölgesinden yakalanan 345 adet *C.trutta*'dan 190 adetinde ağır metal analizi yapılmış olup, bu balıkların ağırlığı 101,5-499,7 g arasında değişiklik göstermiştir. Bu balıklar 90-199 g (A1), 200-299 g (A2), 300-399 g (A3) ve 400-499 g (A4) şeklinde dört farklı ağırlık grubuna ayrılarak, ağırlık gruplarına bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Bakır (Cu)

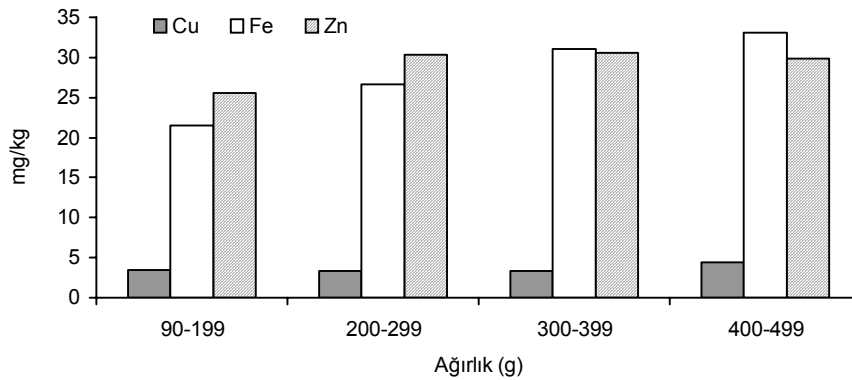
En düşük Cu konsantrasyonu A2 ağırlık grubunda (3,31 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A4 ağırlık grubunda (4,47 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağırlık grubu arttıkça Cu konsantrasyonu da artmıştır (Şekil 4.4.2.3.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

En düşük Fe konsantrasyonu A1 ağırlık grubunda, en yüksek konsantrasyon ise A4 ağırlık grubunda belirlenmiştir. Ağırlık grubu arttıkça Fe konsantrasyonu da düzenli bir şekilde artış göstermiştir (Şekil 4.4.2.3.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

En düşük Zn konsantrasyonu, Fe elementinde olduğu gibi A1 ağırlık grubunda (25,52 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A3 ağırlık grubunda (30,62 mg/kg) bulunmuştur. A1 ağırlık grubu hariç, diğer üç ağırlık grubunda yer alan balıkların kas dokusundaki Zn konsantrasyonu birbirine yakın değerlerde olmuştur (Şekil 4.4.2.3.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



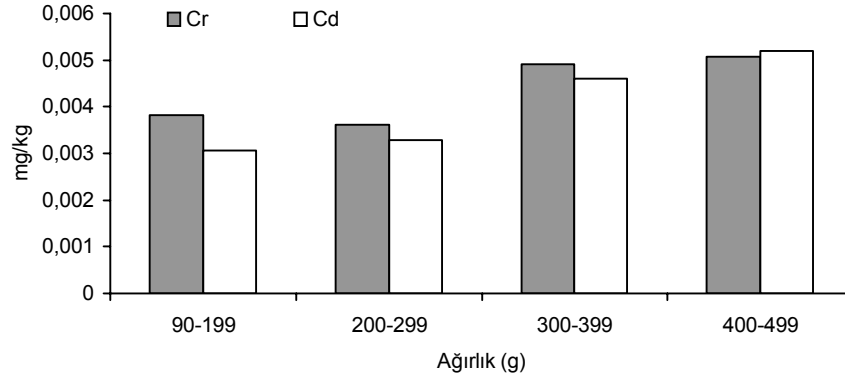
Şekil 4.4.2.3.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

Krom (Cr)

Cr elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, en düşük Cr konsantrasyonu A2 ağırlık grubunda (0,0036 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A4 ağırlık grubunda (0,0051 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.3.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

Cd elementinin *C. trutta*'nın kas dokusundaki birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı belirlenmiş olup, en düşük Cd konsantrasyonu A1 ağırlık grubunda (0,0031 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise Cr elementinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (0,0052 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.3.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.2.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.

4.4.2.4. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Vücut Uzunluğuna Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 190 adet *C. trutta*'nın çatal boyu 172-345 mm arasında olup, balıklar 90-199 mm (U1), 200-299 mm (U2) ve 300-399 mm (U3) olmak üzere üç farklı uzunluk grubuna ayrılarak, uzunluk gruplarına bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Bakır (Cu)

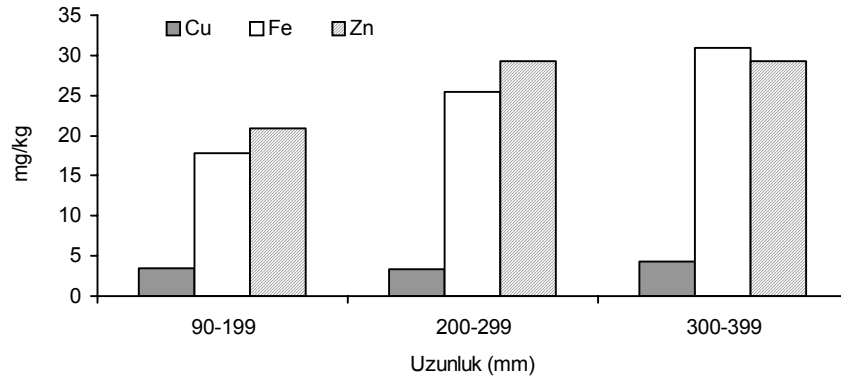
C. trutta'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu elementinin en düşük konsantrasyonu U2 uzunluk grubunda, en yüksek konsantrasyonu ise U3 uzunluk grubunda belirlenmiştir. Cu konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.4.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe elementinin en düşük konsantrasyonu, Cu'da olduğu gibi U1 uzunluk grubunda, en yüksek konsantrasyonu ise U3 uzunluk grubunda tespit edilmiştir. Uzunluk grubu arttıkça Fe konsantrasyonunun da arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.4.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

Zn elementinin en düşük konsantrasyonu, Fe elementinde olduğu gibi U1 uzunluk grubunda (20,93 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U2 ve U3 uzunluk grubunda (29,21 mg/kg) belirlenmiştir. Zn konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.4.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).



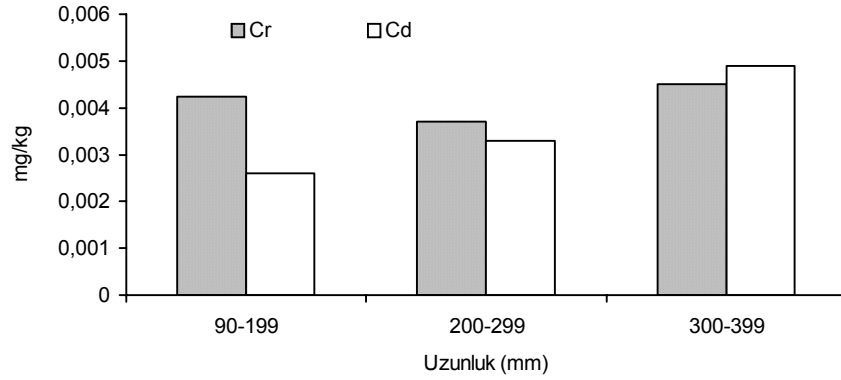
Şekil 4.4.2.4.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

Krom (Cr)

Cr'un en düşük değeri, Cu elementinde olduğu gibi U2 uzunluk grubunda (0,0037 mg/kg), en yüksek değeri ise U3 uzunluk grubunda (0,0045 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.4.2.4.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

Cd'un en düşük konsantrasyonu Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi U1 uzunluk grubunda (0,0026 mg/kg), en yüksek değeri ise U3 uzunluk grubunda (0,0049 mg/kg) kaydedilmiştir. Cd konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.4.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

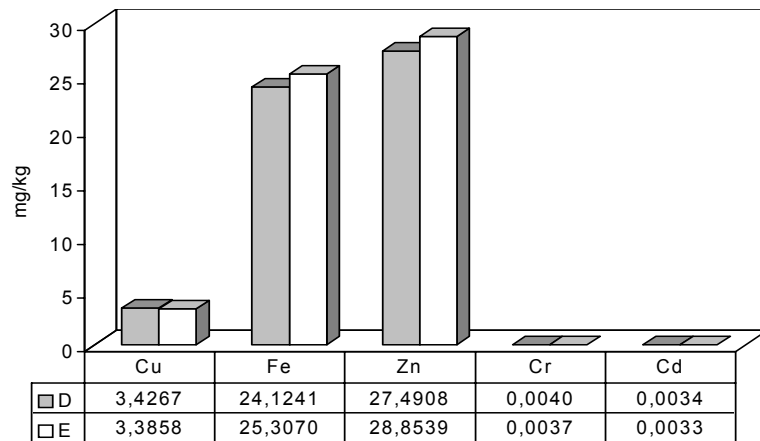


Şekil 4.4.2.4.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.

4.4.2.5. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 190 adet *C. trutta* bireyinin 88 adedini dişi, 102 adedini ise erkek bireylerin oluşturduğu belirlenmiş ve bu balıklarda cinsiyete bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Ağır metallerin kas dokusundaki birikimi cinsiyete göre karşılaştırıldığında Cu, Cr ve Cd'un dişi bireylerde, Fe ve Zn'un ise erkek bireylerde biraz fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.5.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu, Fe, Zn, Cr ve Cd elementlerinin cinsiyete bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.5.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* 'nın kas dokusunda cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi.

4.4.2.6. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

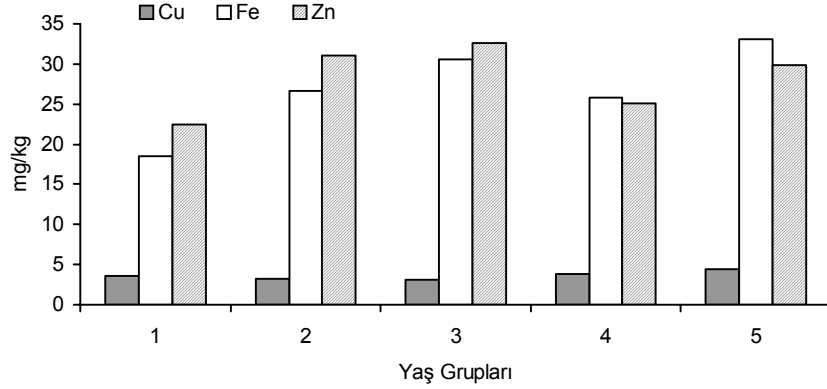
C. trutta'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En az Cu birikiminin 3. yaş grubunda (3,14 mg/kg), en fazla birikimin ise 5. yaş grubunda (4,47 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek Cu konsantrasyonu ise 4. yaş grubundaki bireylerde (3,83 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.6.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

C. trutta'nın kas dokusundaki Fe konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak arttığı (4. yaş grubu hariç) belirlenmiştir. En az Fe birikiminin 1. yaş grubunda (18,51 mg/kg), en fazla birikimin ise 5. yaş grubunda (33,06 mg/kg) olduğu bulunmuştur. Fe konsantrasyonu 3. yaş grubuna kadar sürekli bir artış göstermiş, 4. yaş grubundaki azalmadan sonra 5. yaş grubunda tekrar artmıştır (Şekil 4.4.2.6.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

C. trutta'nın kas dokusundaki Zn konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi Fe elementine benzerlik göstermiştir. Zn değerleri de yaş gruplarına bağlı olarak (4. yaş grubu hariç) artmıştır. En az Zn birikiminin 1. yaş grubunda (22,41 mg/kg), en fazla birikimin ise 3. yaş grubunda (32,64 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.6.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



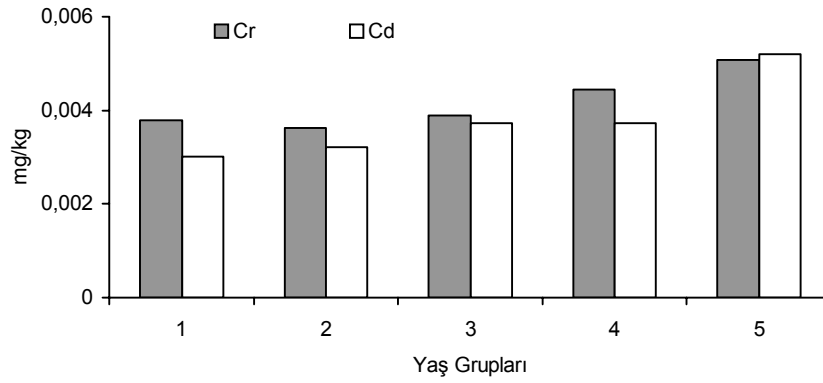
Şekil 4.4.2.6.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

Krom (Cr)

C. trutta'nın kas dokusundaki Cr değerleri yaş gruplarına bağlı olarak artmıştır. En az Cr birikiminin, Cu elementinde olduğu gibi 2. yaş grubunda (0,0036 mg/kg), en fazla birikimin ise 5. yaş grubunda (0,0051 mg/kg) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.6.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

C. trutta'nın kas dokusundaki Cd değerlerinin yaş gruplarına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. En az Cd birikiminin Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi 1. yaş grubunda (0,003 mg/kg), en fazla birikimin ise 5. yaş grubunda (0,0052 mg/kg) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.6.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.6.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi

4.4.2.7. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimleri

Bakır (Cu)

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, Cu konsantrasyonunun ağustos ayına kadar düzenli bir artış gösterdiği belirlenmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu aralık ayında (16,88 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (29,23 mg/kg) kaydedilmiştir. Cu konsantrasyonunun, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda arttığı, yumurta ve spermilerin döküldüğü dönemle birlikte ise azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.7.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$).

Demir (Fe)

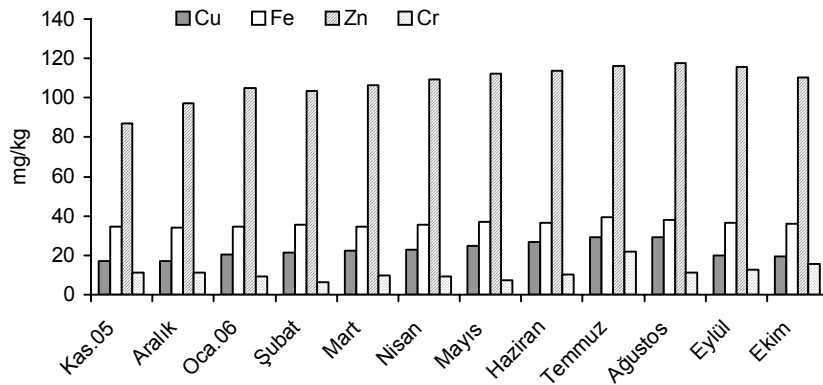
Fe konsantrasyonunun aylara bağlı olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. En düşük Fe konsantrasyonu aralık ayında (34,11 mg/kg), en yüksek Fe konsantrasyonu ise temmuz ayında (39,14 mg/kg) belirlenmiştir. Fe konsantrasyonunda, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda az da olsa artış kaydedilmiş, yumurta ve spermier döküldükten sonra ise azalmıştır (Şekil 4.4.2.7.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P > 0,05$).

Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında kasım ayından itibaren artmaya başladığı ve mayıs-eylül aylarında birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. En düşük Zn konsantrasyonu kasım ayında (86,85 mg/kg), en yüksek Zn konsantrasyonu ise ağustos ayında (117,48 mg/kg) belirlenmiştir. Zn konsantrasyonunda, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda az bir artış olmuş ve eylül ayından itibaren ise azalmalar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.2.7.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Krom (Cr)

Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir. En düşük Cr konsantrasyonu şubat ayında (6,15 mg/kg), en yüksek Cr konsantrasyonu ise temmuz ayında (22,04 mg/kg) kaydedilmiştir. Gonadlardaki Cr konsantrasyonu, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda artmaya başlamış ancak mayıs ayında ani bir düşüş görülmüş ve temmuz ayında en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.2.7.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

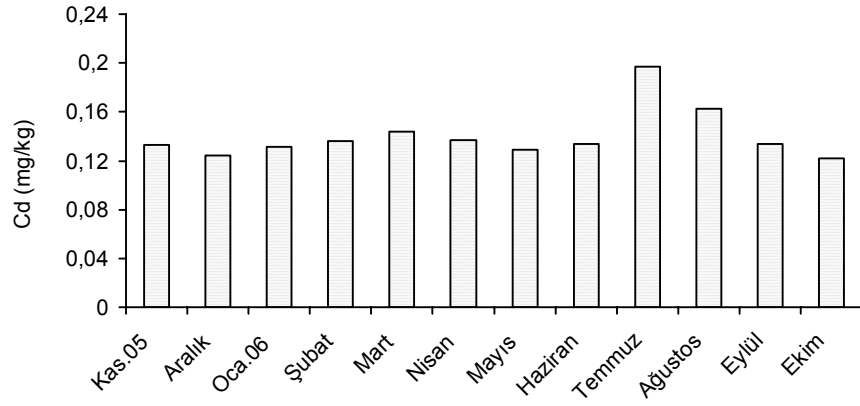


Şekil 4.4.2.7.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu, Fe, Zn ve Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri.

Kadmiyum (Cd)

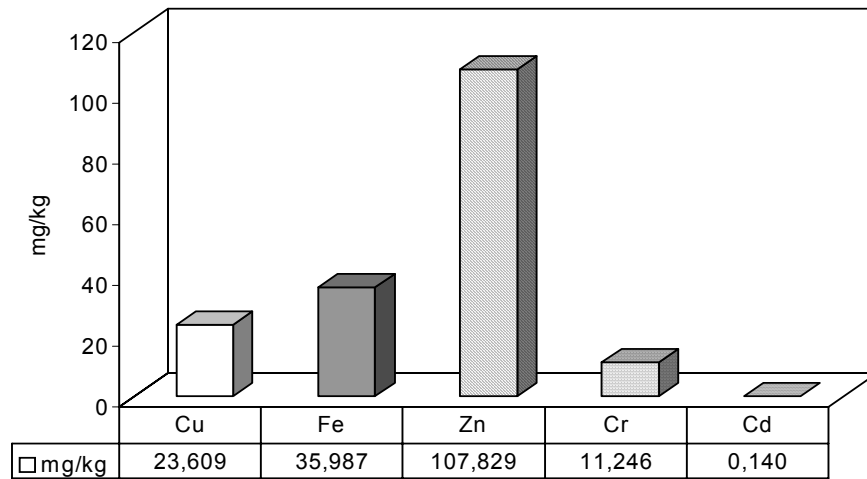
Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında kasım-haziran ayları arasında genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu ve temmuz ayında en yüksek değerine ulaştığı belirlenmiştir. En düşük Cd konsantrasyonu ekim ayında (0,12 mg/kg), en yüksek Cd konsantrasyonu ise temmuz ayında (0,19 mg/kg) tespit edilmiştir. *C. trutta*'nın gonadındaki Cd

konsantrasyonu üreme döneminde, üreme döneminden önceki aylara oranla düşük olmasına rağmen temmuz ayında en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.2.7.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.7.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

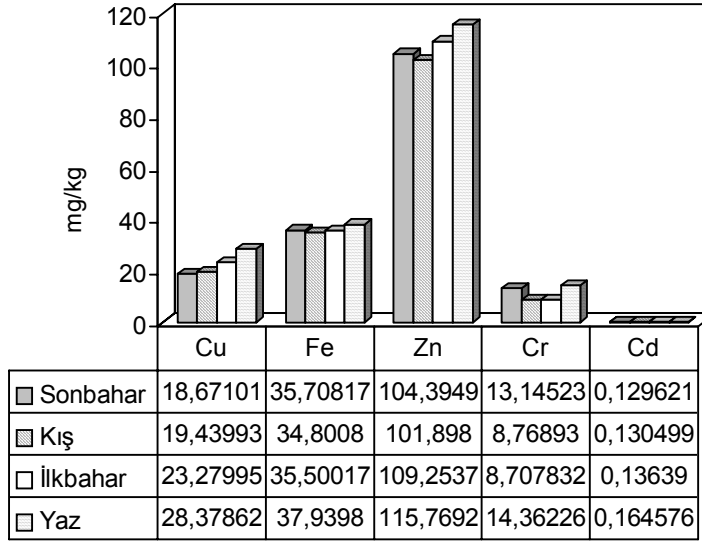
C. trutta'nın gonadında birikim gösteren Cu, Fe, Zn, Cr ve Cd elementlerinin yıllık ortalama konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en az birikim gösteren ağır metalin Cd, en fazla birikim gösteren ağır metalin ise Zn olduğu tespit edilmiştir. Bu ağır metallerin konsantrasyonlarına göre sıralanışının $Zn>Fe>Cu>Cr>Cd$ şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.7.3).



Şekil 4.4.2.7.3. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları.

4.4.2.8. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin mevsimsel değişimi dikkate alındığında, Cu konsantrasyonunun sonbahar mevsiminden itibaren artmaya başladığı ve yaz mevsiminde en yüksek değerine ulaştığı belirlenmiştir. Fe konsantrasyonu ise bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın değerlerde olmakla birlikte en yüksek değerine yaz mevsiminde ulaşmıştır. Zn konsantrasyonu kış mevsiminde azalmış ve diğer elementlerde olduğu gibi yaz mevsiminde en yüksek değerde kaydedilmiştir. Cr konsantrasyonu sonbahar ve yaz mevsimlerinde yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde olduğu gibi kış ve ilkbahar mevsimlerindeki değerleri de birbirine eşit olmuştur. Cd'un sonbahar ve kış mevsimlerinde yaklaşık olarak birbirine yakın değerlerde olduğu ve ilkbahar mevsiminden itibaren artarak yaz mevsiminde en yüksek değerine ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.8.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu, Zn ve Cr elementlerinin mevsimsel değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), Fe ve Cd elementlerinin mevsimsel değişiminin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.8.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki ağır metal birikiminin mevsimsel değişimi.

4.4.2.9. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Ağırlığına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki en düşük Cu konsantrasyonu A4 ağırlık grubunda (8,42 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A2 ağırlık grubunda (25,67 mg/kg) tespit edilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise A1 ağırlık grubunda (23,08 mg/kg) kaydedilmiştir. Cu konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.9.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak dağılımı dikkate alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu Cu elementinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (21,09 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A1 ağırlık grubunda (37,03 mg/kg) belirlenmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 200-299 g ağırlık grubunda (36,60 mg/kg) bulunmuştur. Fe konsantrasyonu Cu elementinde olduğu gibi ağırlık gruplarına bağlı olarak azalmıştır (Şekil 4.4.2.9.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

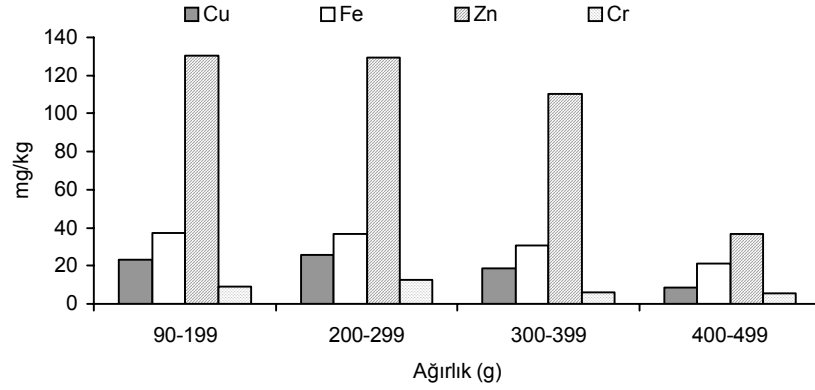
Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun ağırlık gruplarına göre değişimi dikkate alındığında en düşük Zn konsantrasyonu, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (36,58 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise, yine Fe elementinde belirlendiği gibi A1 ağırlık grubunda (130,18 mg/kg) tespit edilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise A2 ağırlık grubunda (129,62 mg/kg) kaydedilmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Zn konsantrasyonu, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi azalmıştır (Şekil 4.4.2.9.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Krom (Cr)

Cr konsantrasyonu ağırlık gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmalar göstermiştir. Cr konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında,

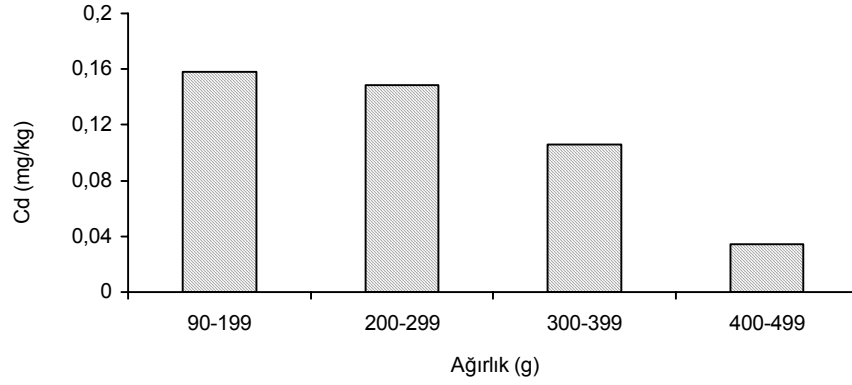
en düşük Cr konsantrasyonu Cu, Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (5,30 mg/kg) bulunmuştur. En yüksek Cr konsantrasyonu ise, A2 ağırlık grubunda (12,73 mg/kg) tespit edilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise A1 ağırlık grubunda (9,12 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.9.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.2.9.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak dağılımı dikkate alındığında, en düşük Cd konsantrasyonu diğer elementlerde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (0,03 mg/kg) tespit edilmiştir. En yüksek Cd konsantrasyonu ise, Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi A1 ağırlık grubunda (0,15 mg/kg) kaydedilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi A2 ağırlık grubunda (0,14 mg/kg) bulunmuştur (Şekil 4.4.2.9.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.2.9.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd birikimi.

4.4.2.10. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Uzunluğuna Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu elementinin en düşük konsantrasyonu U3 uzunluk grubunda (11,82 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U2 uzunluk grubunda (24,12 mg/kg) belirlenmiştir. Cu konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.10.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe elementinin en düşük konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi U3 uzunluk grubunda (21,82 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U1 uzunluk grubunda (38,95 mg/kg) tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonunun Cu elementinde olduğu gibi uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.10.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

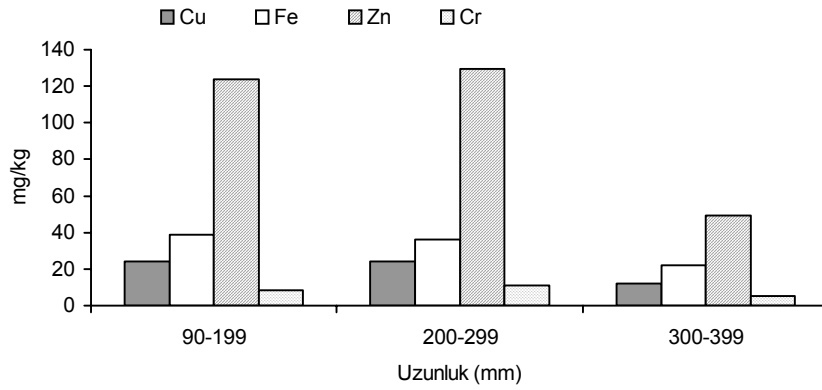
Çinko (Zn)

En düşük Zn konsantrasyonu, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi U3 uzunluk grubunda (49,42 mg/kg), en yüksek Zn konsantrasyonu ise Cu elementinde belirlendiği gibi U2 uzunluk grubunda tespit edilmiştir. Zn konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak

azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.10.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Krom (Cr)

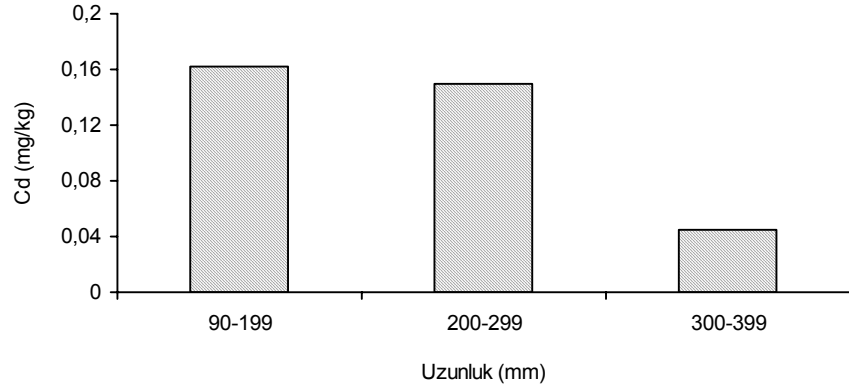
Cr elementinin en düşük konsantrasyonu, Cu, Fe ve Zn elementlerinde olduğu gibi U3 uzunluk grubunda (5,32 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise Fe elementinde belirlendiği gibi U2 uzunluk grubunda (11,03 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.4.2.10.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.10.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi.

Kadmiyum (Cd)

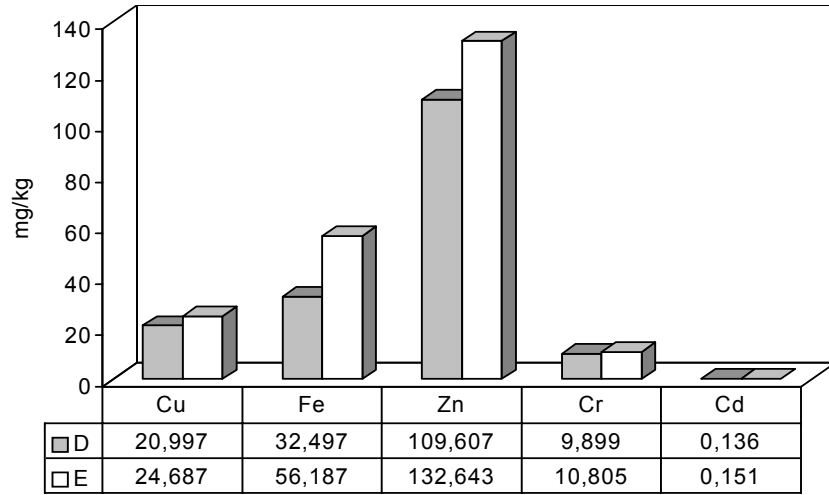
Örencik bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadındaki en düşük Cd konsantrasyonu, diğer elementlerde olduğu gibi U3 uzunluk grubunda (0,04 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise Fe elementinde olduğu gibi U1 uzunluk grubunda (0,16 mg/kg) tespit edilmiştir. Cd konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.10.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.2.10.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cd birikimi.

4.4.2.11. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında ağır metallerin cinsiyete bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, erkek bireylerde dişi bireylere oranla biraz daha fazla birikim olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.11.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında tespit edilen Cu, Fe, Zn, Cr ve Cd elementlerinin cinsiyete bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.11.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki ağır metallerin cinsiyete bağlı olarak birikimi.

4.4.2.12. Örencik Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En az Cu birikimi 5. yaş grubunda (10,40 mg/kg), en fazla birikim ise 2. yaş grubunda (25,89 mg/kg) kaydedilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 3. yaş grubundaki bireylerde (25,59 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.2.12.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Demir (Fe)

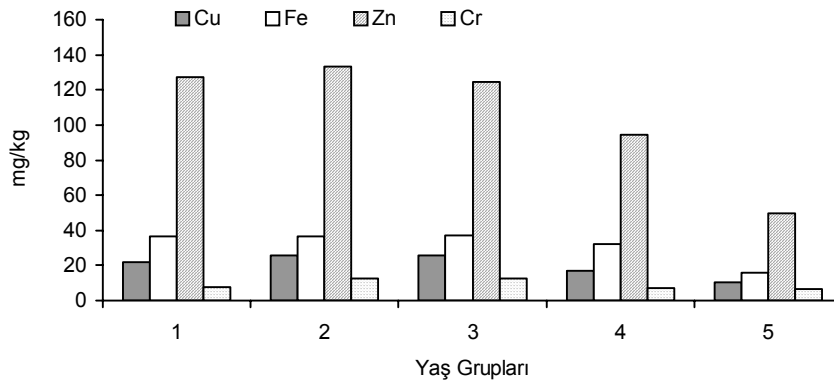
Fe'nin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, 1., 2. ve 3. yaş grubunda genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. En az Fe birikiminin, Cu elementinde olduğu gibi 5. yaş grubunda (15,9 mg/kg), en fazla birikimin ise 3. yaş grubunda (36,95 mg/kg) olduğu bulunmuştur. Fe konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.12.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn'un yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmaların olduğu tespit edilmiştir. En az Fe birikiminin Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi 5. yaş grubunda (49,72 mg/kg), en fazla birikimin ise 2. yaş grubunda (133,36) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon 1. yaş grubundaki (127,28 mg/kg) bireylerde belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.12.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Krom (Cr)

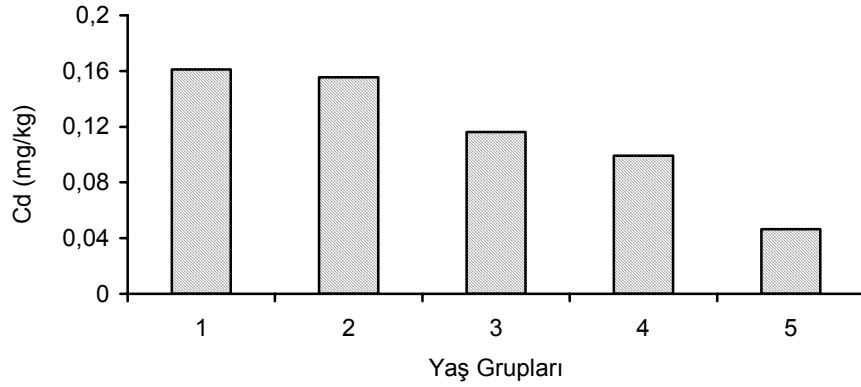
Cr'un yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu ve Zn elementlerinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmalar olmuştur. En az Cr birikiminin Cu, Fe ve Zn elementlerinde belirlendiği gibi 5. yaş grubunda (6,45 mg/kg), en fazla birikimin ise 2. yaş grubunda (12,73 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 3. yaş grubundaki bireylerde (12,72 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.2.12.1). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.2.12.1. Örencik bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd'un yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, yaş gruplarına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. En az Cd birikiminin diğer elementlerde olduğu gibi 5. yaş grubunda (0,04 mg/kg), en fazla birikimin ise 1. yaş grubunda (0,16 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 2. yaş grubundaki (0,15 mg/kg) bireylerde kaydedilmiştir (Şekil 4.4.2.12.2). Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.2.12.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cd birikimi.

4.4.3. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusu ve Gonadında Ağır Metal Birikimi

Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ve gonadında birikim gösteren ağır metaller; aylara göre ve mevsimsel değişim, vücut ağırlığına, uzunluğuna, cinsiyete ve yaş gruplarına bağlı olarak ağır metal birikimi alt başlıkları altında açıklanmıştır.

4.4.3.1. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimleri

Bakır (Cu)

Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, Cu konsantrasyonunun düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu kasım ayında (3,16 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise haziran ayında (7,58 mg/kg) belirlenmiş olup, ilkbahar aylarında Cu konsantrasyonunun birbirine yakın değerlerde olduğu kaydedilmiştir (Şekil 4.4.3.1.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P < 0,05$).

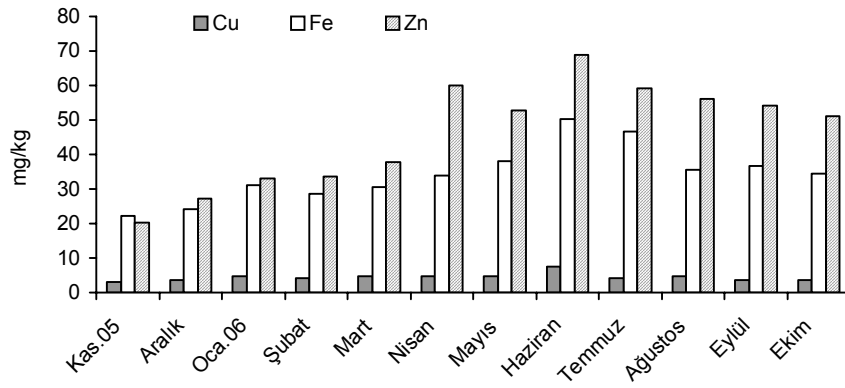
Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun aylara göre değişiminde, Cu elementinde olduğu gibi düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir. En düşük Fe konsantrasyonu Cu elementinde olduğu gibi kasım ayında (22,26 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise haziran ayında (50,31 mg/kg) kaydedilmiştir. Kasım-ocak ve şubat-haziran ayları arasında Fe konsantrasyonunda sürekli bir artış söz konusudur (Şekil 4.4.3.1.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki

Fe elementinin aylara bağı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğı belirlenmiştir ($P<0,05$).

Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun aylara göre değışimi dikkate alındığında Cu ve Fe elementlerinde olduğı gibi kasım ayında en düşük konsantrasyonda (20,29 mg/kg), haziran ayında ise en yüksek konsantrasyonda (68,99 mg/kg) olduğı belirlenmiştir. Zn değıerlerinde aralık-nisan ayları arasında sürekli bir artış olduğı, haziran- ekim ayları arasında ise düzenli bir azalma olduğı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.1.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin aylara bağı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğı belirlenmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının aylara göre değışimleri.

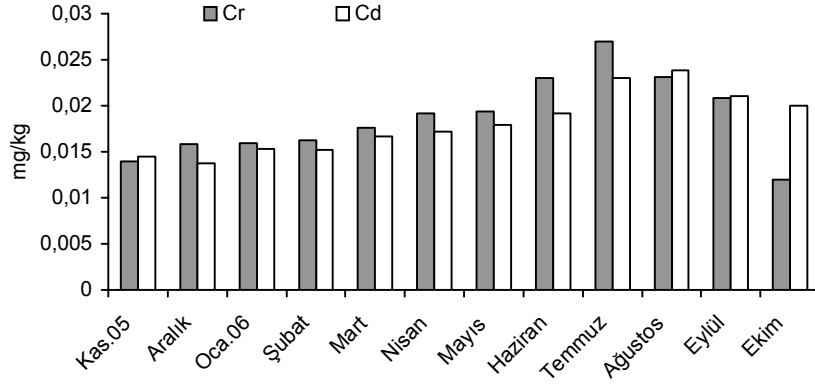
Krom (Cr)

Cr konsantrasyonunda aylar itibariyle düzensiz artış ve azalmaların olduğı belirlenmiştir. En düşük Cr değıeri kasım ayında (0,014 mg/kg), en yüksek Cr değıeri ise temmuz ayında (0,027 mg/kg) tespit edilmiştir. Aralık-şubat aylarındaki Cr değıerleri birbirine yakın olduğı, temmuz ayından sonra ise azalmaya başladığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.1.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin aylara bağı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğı bulunmuştur ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

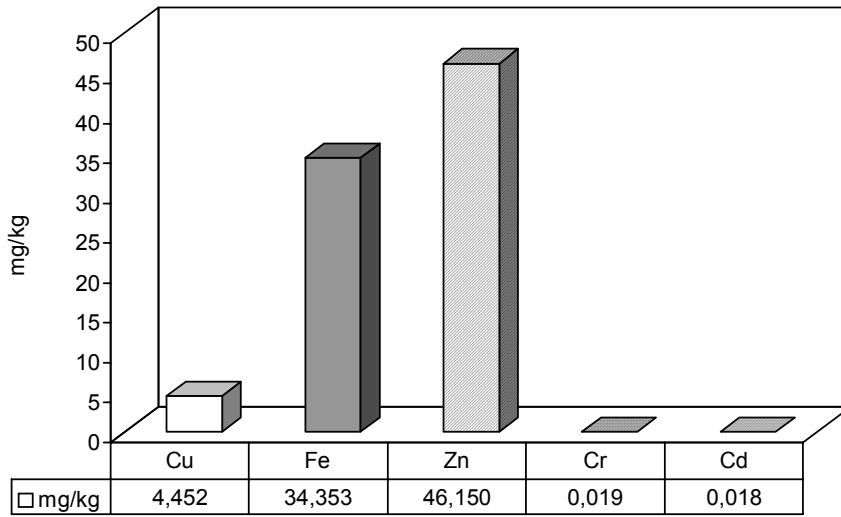
Cd konsantrasyonu diğerelementlerde olduğı gibi aylar itibariyle düzensiz olarak artmış ve azalmıştır. En düşük Cd değıeri aralık ayında (0,013 mg/kg), en yüksek Cd değıeri ise haziran ayında (0,029 mg/kg) tespit edilmiştir. Kasım-ocak ayları arasında Cd konsantrasyonu

düzenli olarak artmıştır (Şekil 4.4.3.1.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.3.1.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr ve Cd konsantrasyonlarının aylara göre değişimleri.

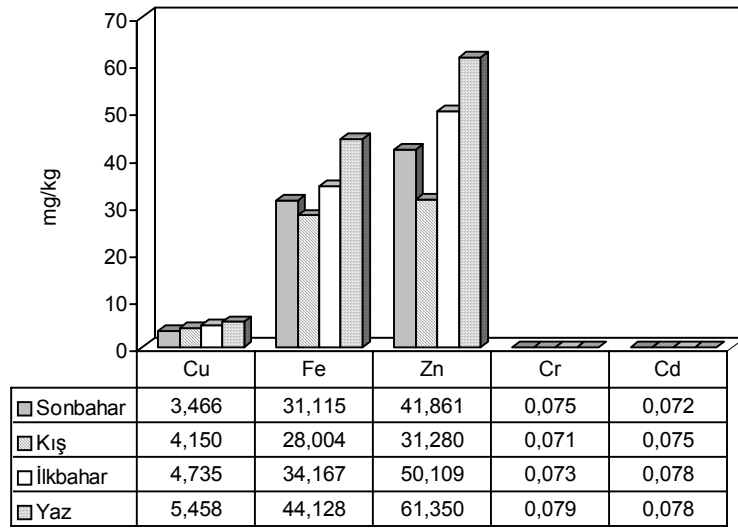
C. trutta'nın kas dokusunda tespit edilen ağır metallerin, yıllık ortalama değerleri dikkate alındığında, en az birikim gösteren ağır metalin Cu, en fazla birikim gösteren ağır metalin ise Zn olduğu tespit edilmiştir. Bu ağır metallerin konsantrasyonlarına göre sıralanışının $Zn>Fe>Cu>Cr>Cd$ şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.1.3).



Şekil 4.4.3.1.3. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları.

4.4.3.2. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Cu konsantrasyonunun kas dokusundaki mevsimsel değişimi dikkate alındığında, yaz mevsimine kadar düzenli bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Fe, Zn ve Cr elementlerinin konsantrasyonları ise kış mevsiminde azalmış ve bu mevsimden sonra yaz mevsimine kadar artmıştır. Bütün ağır metaller yaz mevsiminde en yüksek değerine ulaşmıştır. Cd değeri ise ilkbahar mevsimine kadar artmakla birlikte ilkbahar ve yaz mevsimindeki konsantrasyonları aynı olmuştur. Bütün ağır metallerin en yüksek konsantrasyonu yaz mevsiminde kaydedilmiştir (Şekil 4.4.3.2.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda tespit edilen Cu, Fe, Zn, Cr ve Cd elementlerinin mevsimlere bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, Cu ve Zn birikiminin önemli olduğu ($P < 0,05$), Fe, Cr ve Cd birikiminin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P > 0,05$).



Şekil 4.4.3.2.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

4.4.3.3. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Ağırlık Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 215 adet *C. trutta*'nın ağırlığı 101,5-1163,1 g arasında olup, balıklar 90-199 g (A1), 200-299 g (A2), 300-399 g (A3), 400-499 g (A4) ve ≥ 500 g (A5) şeklinde beş farklı ağırlık grubuna ayrılarak, ağırlık gruplarına bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Bakır (Cu)

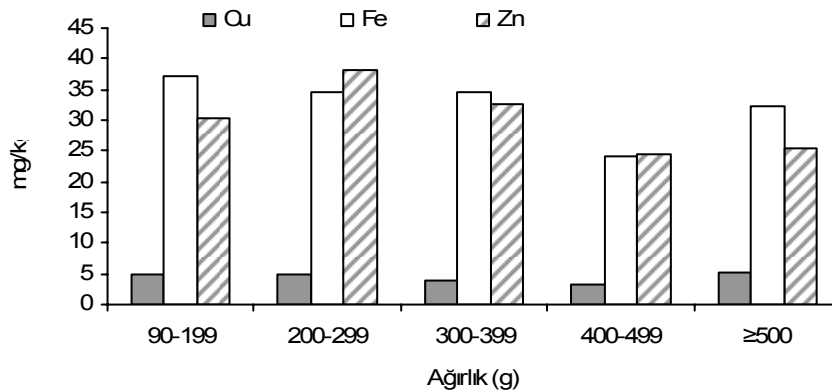
En düşük Cu konsantrasyonu A4 ağırlık grubunda (3,33 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A5 ağırlık grubunda (5,15 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağırlık grubu arttıkça Cu konsantrasyonun da azalma olmakla birlikte A5 ağırlık grubunda en yüksek değerine ulaştığı bulunmuştur (Şekil 4.4.3.3.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun en düşük değeri, Cu elementinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (24,28 mg/kg), en yüksek değeri ise A1 ağırlık grubunda (37,30 mg/kg) bulunmuştur. Ağırlık grubu arttıkça Fe konsantrasyonunun da düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.3.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

En düşük Zn konsantrasyonu Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi A4 ağırlık grubunda (24,31 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A2 ağırlık grubunda (38,21 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Zn konsantrasyonunda düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.3.3.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



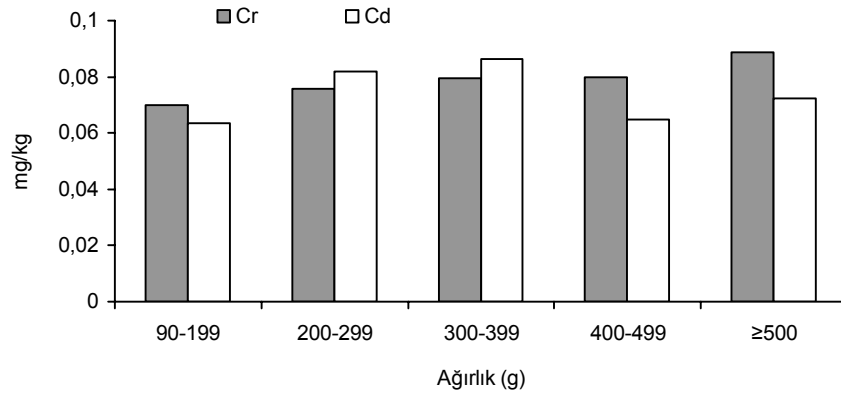
Şekil 4.4.3.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

Krom (Cr)

En düşük Cr konsantrasyonu A1 ağırlık grubunda (0,070 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A5 (0,088 mg/kg) ağırlık grubunda bulunmuştur. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Cr konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.3.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

Cd'un en düşük konsantrasyonu, Cr elementinde belirlendiği gibi A1 ağırlık grubunda (0,06 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise A3 (0,08 mg/kg) ağırlık grubunda tespit edilmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd konsantrasyonu A3 ağırlık grubundaki balıkların kas dokusunda artış gösterirken, A4 ağırlık grubunda yer alan balıklarda azalmış ve A5 ağırlık grubunda tekrar artmıştır (Şekil 4.4.3.3.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.3.3.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda ağırlık gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.

4.4.3.4. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Uzunluk Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 215 adet *C.trutta*'nın çatal boyu 196-471 mm arasında olup, balıklar 90-199 mm (U1), 200-299 mm (U2), 300-399 mm (U3) ve 400-499 mm (U4) olmak üzere dört farklı uzunluk grubuna ayrılarak, uzunluk gruplarına bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Bakır (Cu)

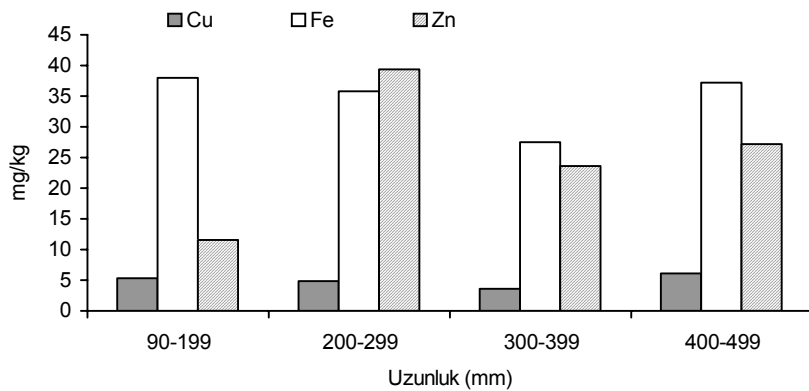
Cu elementinin en düşük konsantrasyonu U3 uzunluk grubunda (3,55 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (6,12 mg/kg) belirlenmiştir. Cu konsantrasyonu U3 uzunluk grubuna kadar azalmış ve U4 uzunluk grubunda en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.3.4.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Demir (Fe)

En düşük Fe konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi U3 uzunluk grubunda (27,51 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U1 uzunluk grubunda (38,0 mg/kg) tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonunda uzunluk gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.4.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn'un en düşük konsantrasyonu U1 uzunluk grubunda (11,60 mg/kg) yer alan balıkların kas dokusunda, en yüksek konsantrasyonu ise U2 uzunluk grubunda (39,37 mg/kg) bulunmuştur. Zn konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.4.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).



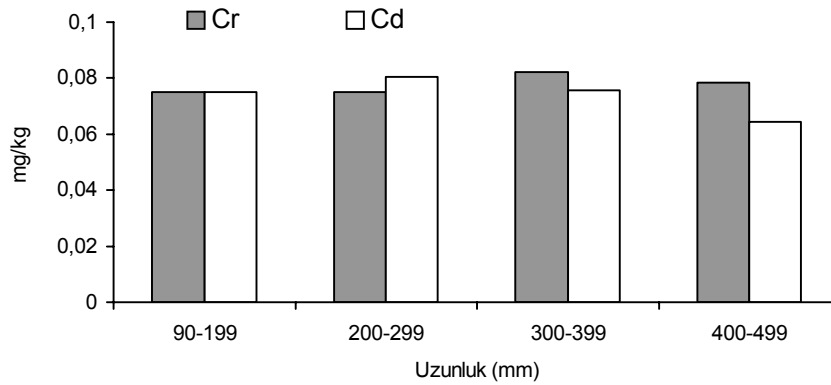
Şekil 4.4.3.4.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda uzunluk gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

Krom (Cr)

Cr elementinin en düşük konsantrasyonu U1 uzunluk grubunda yer alan balıkların kas dokusunda (0,07 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U5 uzunluk grubundaki balıklarda (0,088 mg/kg) bulunmuştur. Cr konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.4.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

Cd elementinin balıkların kas dokusundaki en düşük konsantrasyonu U4 uzunluk grubunda (0,06 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U2 uzunluk grubunda (0,08 mg/kg) belirlenmiştir. Cd konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.4.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



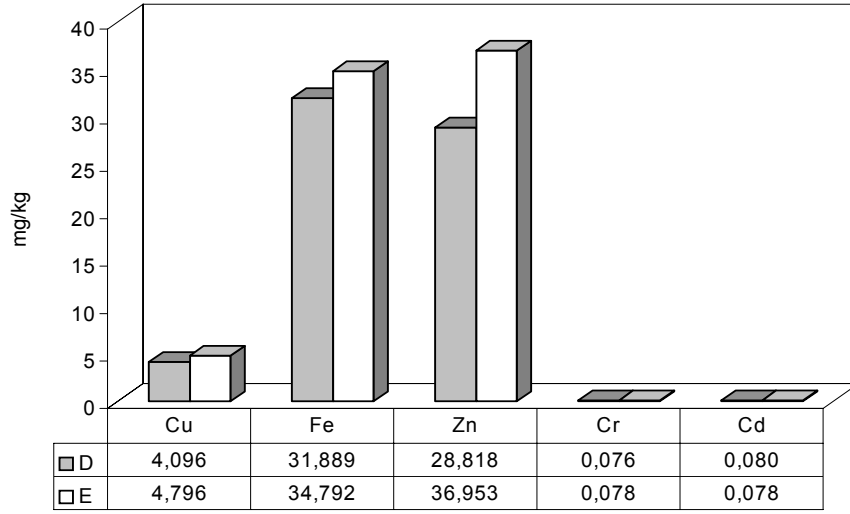
Şekil 4.4.3.4.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda vücut uzunluğuna bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.

4.4.3.5. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Araştırma süresince incelenen 215 adet *C. trutta* bireyinin 84 adedini dişi, 131 adedini ise erkek bireylerin oluşturduğu belirlenmiş ve bu balıklarda cinsiyete bağlı olarak ağır metallerin birikim düzeyleri karşılaştırılmıştır.

Cu, Fe, Zn ve Cr'un kas dokusundaki birikiminin erkek bireylerde dişi bireylere oranla biraz fazla olduğu belirlenmiştir. Cd'un ise dişi bireylerde erkek bireylere oranla daha fazla biriktiği tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.5.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas

dokusunda, Zn birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), Cu, Fe, Cr ve Cd birikiminin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.3.5.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi.

4.4.3.6. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

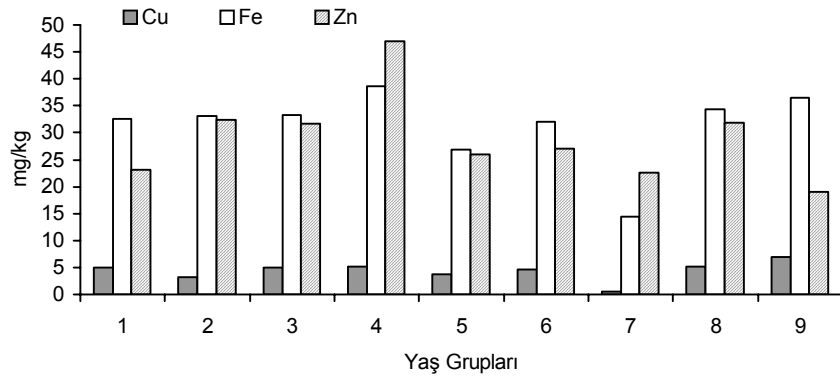
C. trutta'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En az Cu birikiminin 7. yaş grubunda (0,45 mg/kg), en fazla birikimin ise 9. yaş grubunda (6,90 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 4. yaş grubundaki (5,11 mg/kg) bireylerde tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.6.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Demir (Fe)

Fe elementinin en düşük değeri, Cu elementinde olduğu gibi 7. yaş grubundaki bireylerde (14,5 mg/kg), en yüksek değeri ise 4. yaş grubundaki bireylerde (38,54 mg/kg) belirlenmiştir. Fe konsantrasyonunun ikinci en yüksek değeri ise 9. yaş grubundaki bireylerde (36,52 mg/kg) tespit edilmiştir. 1., 2. ve 3. yaş grubundaki bireylerin kas dokusundaki Fe konsantrasyonu birbirine yakın değerlerde olmuştur (Şekil 4.4.3.6.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği tespit edilmiştir. En az Zn birikiminin 9. yaş grubundaki bireylerde (19,01 mg/kg), en fazla birikimin ise 4. yaş grubunda yer alan bireylerde (47,06 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.6.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.6.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe ve Zn birikimi.

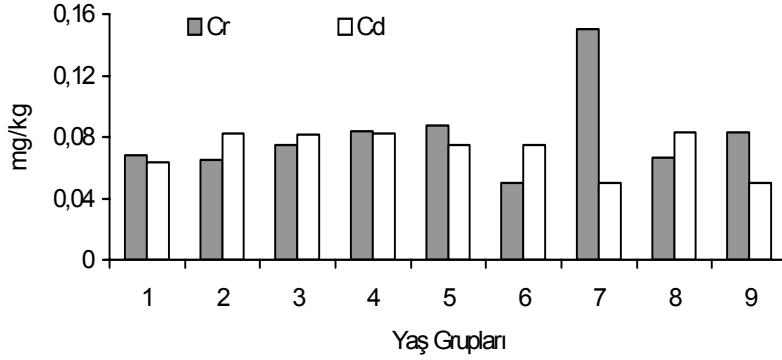
Krom (Cr)

Cr konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği belirlenmiştir. En düşük Cr konsantrasyonu 6. yaş grubundaki bireylerde (0,05 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise 7. yaş grubundaki bireylerde (0,15 mg/kg) kaydedilmiştir. 1. ve 2. yaş grubundaki bireylerin kas dokusundaki Cr konsantrasyonunun birbirine yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde 4., 5. ve 9. yaş grubundaki bireylerin kas dokusundaki Cr konsantrasyonunun birbirine yakın değerlerde olması dikkat çekici olmuştur (Şekil 4.4.3.6.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cr elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Kadmiyum (Cd)

Cd konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, diğer elementlerde olduğu gibi düzensiz olarak artış ve azalmalar gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük Cd konsantrasyonu 7. ve 9. yaş grubundaki bireylerde (0,05 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise 8. yaş grubundaki bireylerde (0,08 mg/kg) belirlenmiştir. 2., 3. ve 4. yaş grubundaki bireylerin kas dokusundaki Cd konsantrasyonu birbirine yakın değerlerde olmuştur.

Aynı şekilde 5. ve 6. yaş grubundaki bireylerin kas dokusundaki Cd konsantrasyonunun da birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.3.6.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cd elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.3.6.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* 'nın kas dokusunda yaş gruplarına bağlı olarak Cr ve Cd birikimi.

4.4.3.7. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimleri

Bakır (Cu)

Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, temmuz ayına kadar arttığı ve eylül ayından itibaren azaldığı belirlenmiştir. En düşük Cu konsantrasyonu kasım ayında (24,03 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise temmuz ayında (36,89 mg/kg) kaydedilmiştir. Cu konsantrasyonunun, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda arttığı, yumurta ve spermler döküldükten sonra ise azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.7.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında, ağustos ayına kadar artış gösterdiği ve eylül ayından itibaren az da olsa azalmaya başladığı belirlenmiştir. En düşük Fe konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi kasım ayında (40,10 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise ağustos ayında (64,18 mg/kg) tespit edilmiştir. Fe konsantrasyonu, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda artış gösterirken, yumurta ve spermler

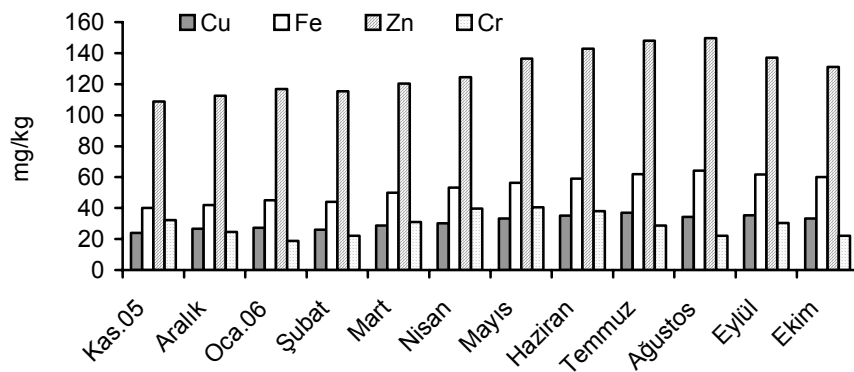
döküldükten sonra ise azalmaya başlamıştır (Şekil 4.4.3.7.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonu kasım-nisan ayları arasında birbirine yakın değerlerde kaydedilirken, Mayıs ayından itibaren arttığı belirlenmiştir. En düşük Zn konsantrasyonu kasım ayında (108,81 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise ağustos ayında (149,71 mg/kg) bulunmuştur. Zn konsantrasyonunun Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi, *C. trutta*'nın eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladığı aylarda arttığı, yumurta ve sperm döküldükten sonra ise azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.7.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).

Krom (Cr)

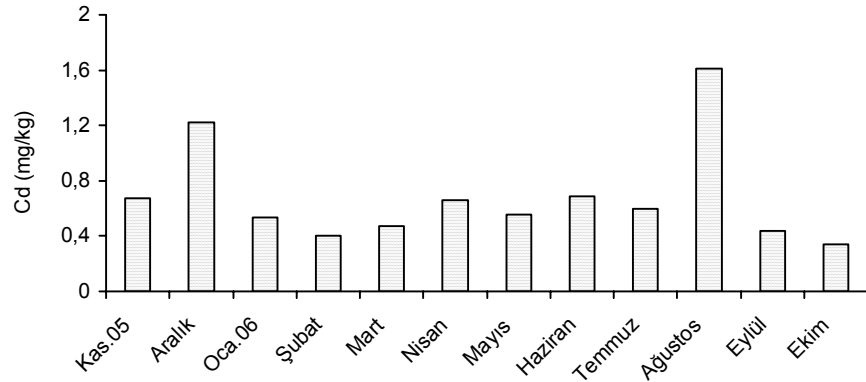
Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiş olup, şubat-mayıs ayları arasında artış kaydedilmiştir. Cr konsantrasyonunun en düşük değeri ekim ayında (0,36 mg/kg), en yüksek değeri ise ağustos ayında (1,46 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.7.11). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.7.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu, Fe, Zn ve Cr konsantrasyonlarının aylara göre değişimi.

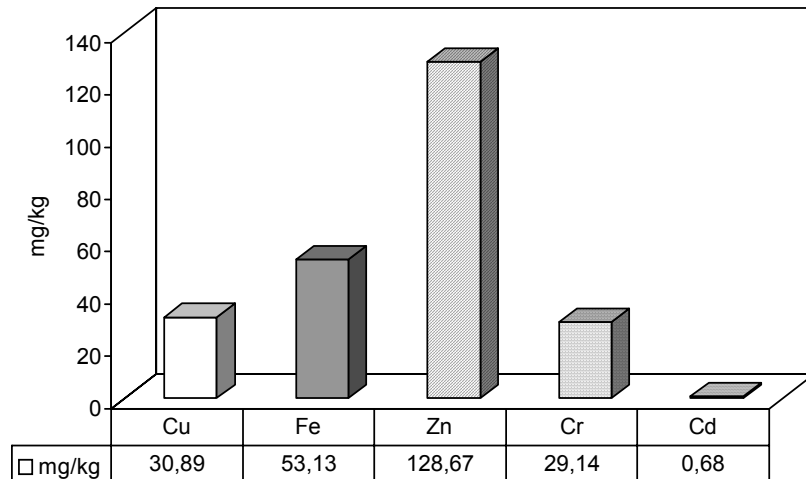
Kadmiyum (Cd)

Cd değerlerinin aylara göre değişimi dikkate alındığında, Cr elementinde olduğu gibi düzensiz olarak artış ve azalmalar olmuştur. Cd konsantrasyonunun en düşük değeri ekim ayında (0,33 mg/kg), en yüksek değeri ise ağustos ayında (1,60 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.7.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin aylara bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.7.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

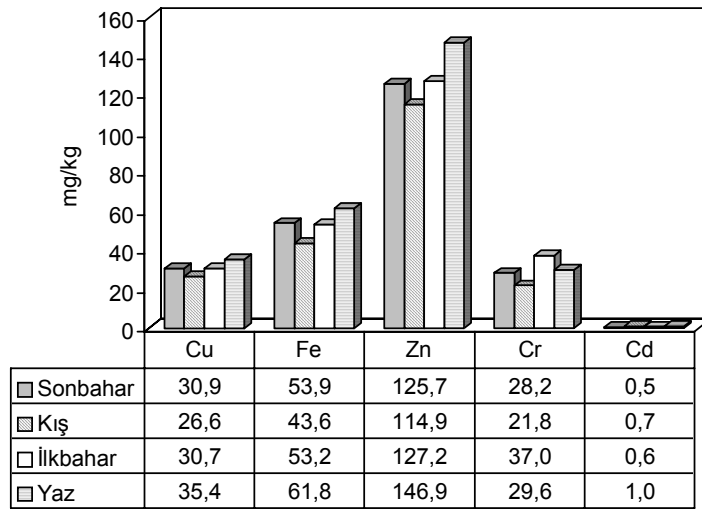
C. trutta'nın gonadında tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama değerleri dikkate alındığında, en az birikim gösteren ağır metalin Cr, en fazla birikim gösteren ağır metalin ise Zn olduğu tespit edilmiştir. Bu ağır metallerin sıralanışının $Zn>Fe>Cu>Cr>Cd$ şeklinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.7.3).



Şekil 4.4.3.7.3. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında tespit edilen ağır metallerin yıllık ortalama konsantrasyonları.

4.4.3.8. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin mevsimsel değişimi dikkate alındığında, Cu'nun en düşük değerinin kış mevsiminde (26,63 mg/kg), en yüksek değerinin ise yaz mevsiminde (35,37 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. Fe'nin en düşük değeri Cu elementinde olduğu gibi kış mevsiminde (43,64 mg/kg), en yüksek değeri ise yaz mevsiminde (61,75 mg/kg) tespit edilmiştir. Zn konsantrasyonunun en düşük değeri Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi kış mevsiminde (1143,92 mg/kg), en yüksek değeri ise yaz mevsiminde (146,92 mg/kg) bulunmuştur. Cr'un en düşük değerinin kış mevsiminde (21,77 mg/kg), en yüksek değerinin ise ilkbahar mevsiminde (0,91 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir. Cd'un mevsimsel değişimi dikkate alındığında, en düşük değeri sonbahar mevsiminde (0,48 mg/kg), en yüksek değeri ise yaz mevsiminde (0,96 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.4.3.8.1). Bütün ağır metallerin en düşük değerleri kış mevsiminde, en yüksek değerleri ise yaz mevsiminde kaydedilmiştir. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında tespit edilen Cu, Cr ve Cd birikiminin mevsimsel değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), Fe ve Zn birikiminin mevsimsel değişiminin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.4.3.8.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki ağır metal konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

4.4.3.9. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Ağırlığına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

En düşük Cu konsantrasyonu A1 ağırlık grubunda (14,19 mg/kg), en yüksek konsantrasyon ise A5 ağırlık grubunda (23,61 mg/kg) tespit edilmiştir. Cu konsantrasyonu A3 ve A4 ağırlık grubunda yer alan bireylerde birbirine yakın değerlerde olup, Cu konsantrasyonu ağırlık gruplarına bağlı olarak artış göstermiştir (Şekil 4.4.3.9.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Demir (Fe)

Fe konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak dağılımı dikkate alındığında, en düşük Fe konsantrasyonu Cu'da olduğu gibi A1 ağırlık grubunda (38,33 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise A2 ağırlık grubunda (49,46 mg/kg) belirlenmiştir. A3, A4 ve A5 ağırlık grubunda yer alan bireylerde ise Fe konsantrasyonunun birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.3.9.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

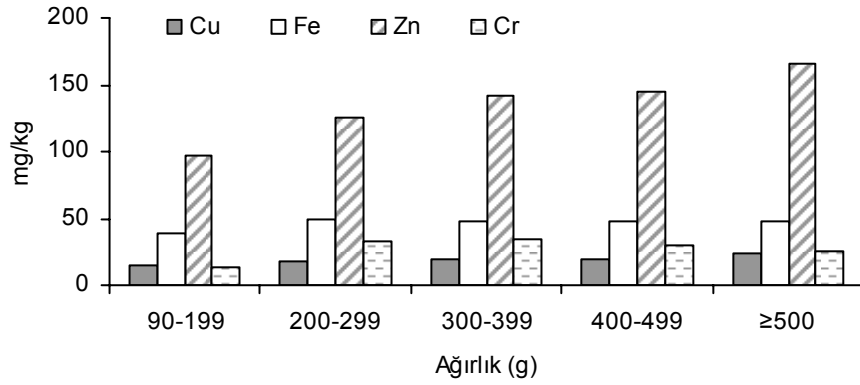
Çinko (Zn)

Zn konsantrasyonunun en düşük değeri, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi A1 ağırlık grubunda yer alan bireylerde (97,38 mg/kg), en yüksek değeri ise A5 ağırlık grubunda yer alan bireylerde (165,37 mg/kg) belirlenmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Zn konsantrasyonu, Cu elementinde olduğu gibi artmıştır (Şekil 4.4.3.9.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Krom (Cr)

Cr konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak dağılımı dikkate alındığında, en düşük Cr konsantrasyonu diğer elementlerde (Cu, Fe ve Zn) olduğu gibi A1 ağırlık grubunda (0,28 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise A5 ağırlık grubunda (1,45 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Cr konsantrasyonunun A3 ağırlık grubundan sonra azalma gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.9.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın

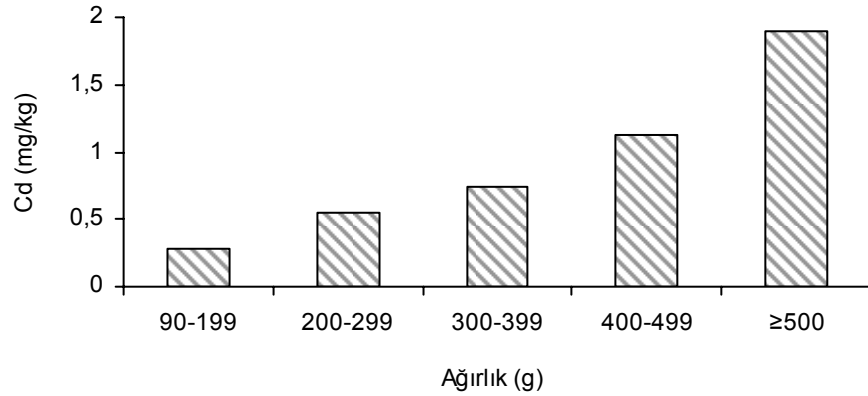
gonadındaki Cr elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.9.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi.

Kadmiyum (Cd)

En düşük Cd konsantrasyonu diğer elementlerde olduğu gibi A1 ağırlık grubunda (0,28 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise A5 ağırlık grubunda (1,90 mg/kg) belirlenmiştir. Ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd konsantrasyonunda artışlar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.3.9.2). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.9.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd birikimi.

4.4.3.10. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Uzunluğuna Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

C. trutta'nın gonadında birikim gösteren Cu elementinin en düşük konsantrasyonu U1 uzunluk grubunda (15,71 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (25,81 mg/kg) belirlenmiştir. *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin vücut uzunluğuna bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.10.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Demir (Fe)

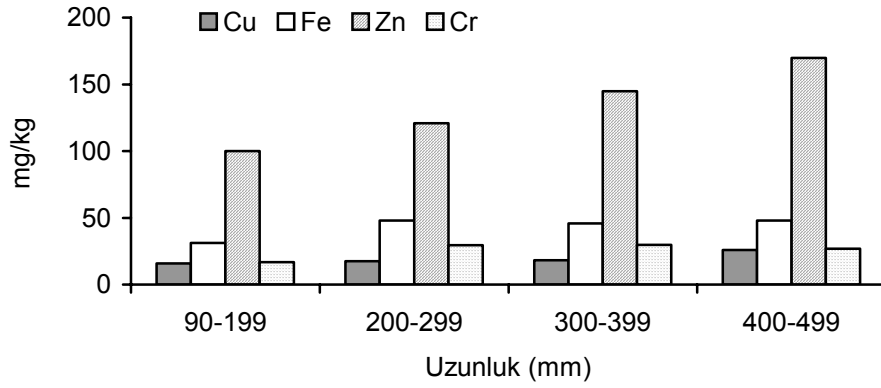
Fe elementinin en düşük konsantrasyonu, Cu'da olduğu gibi U1 uzunluk grubunda (31,15 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U2 uzunluk grubunda (48,06 mg/kg) tespit edilmiştir. Fe değerlerinin uzunluk gruplarına göre düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.10.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn'nun en düşük konsantrasyonu, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi U1 uzunluk grubunda (100,01 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubunda (169,86 mg/kg) kaydedilmiştir. *C. trutta*'nın gonadındaki Zn konsantrasyonunun vücut uzunluğuna bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.10.1). *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Krom (Cr)

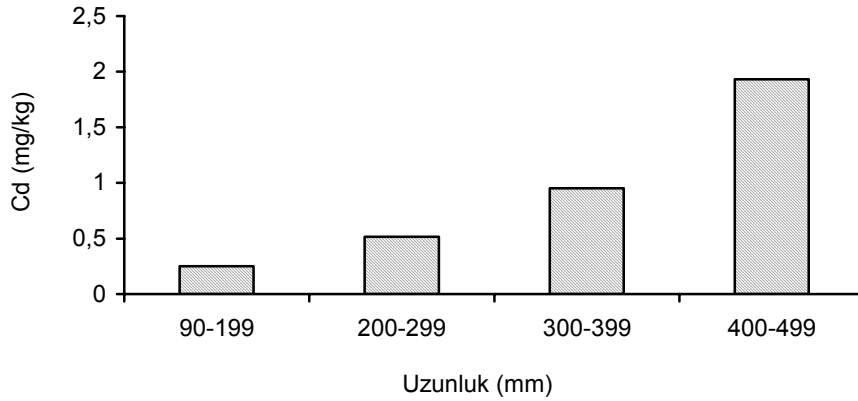
Cr elementinin en düşük konsantrasyonu, diğer elementlerde olduğu gibi (Cu, Fe ve Zn) U1 uzunluk grubundaki bireylerde (16,72 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U3 uzunluk grubundaki bireylerde (29,61 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.10.1). *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0,05$).



Şekil 4.4.3.10.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta* 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd elementinin en düşük konsantrasyonu, diğer elementlerde olduğu gibi U1 uzunluk grubundaki bireylerde (0,25 mg/kg), en yüksek konsantrasyonu ise U4 uzunluk grubundaki bireylerde (1,93 mg/kg) kaydedilmiştir. Cd konsantrasyonunun vücut uzunluğuna bağlı olarak arttığı bulunmuştur (Şekil 4.4.3.10.2). *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin uzunluk gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

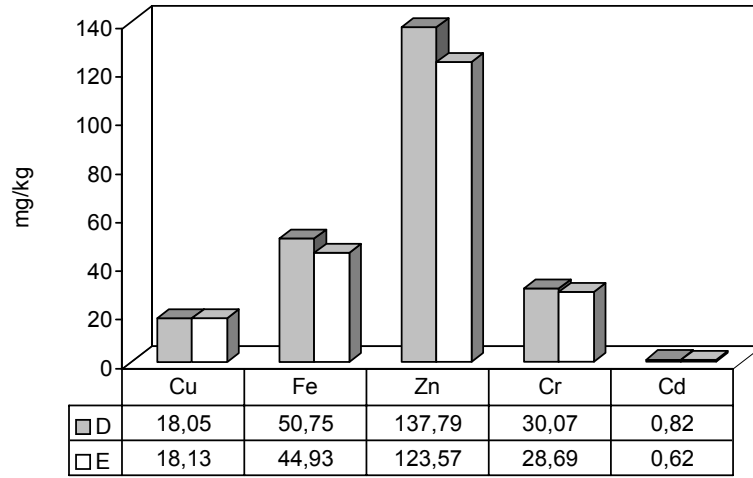


Şekil 4.4.3.10.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta* 'nın gonadında vücut uzunluğuna bağlı olarak Cd birikimi.

4.4.3.11. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

C. trutta'nın gonadındaki Cu konsantrasyonunun erkek ve dişi bireylerde aynı olduğu (16,05 mg/kg), Fe, Zn, Cr ve Cd konsantrasyonlarının ise dişi bireylerde erkek bireylere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.11.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd birikiminin cinsiyete bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak

önemli olduğu ($P<0,05$), diğer elementlerin birikiminin ise önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir.



Şekil 4.4.3.11.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında cinsiyete bağlı olarak ağır metal birikimi.

4.4.3.12. Ağın Bölgesinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

C. trutta'nın gonadında birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, düzensiz artış ve azalmaların olduğu belirlenmiştir. En az Cu birikiminin 1. yaş grubundaki bireylerde (13,83 mg/kg), en fazla birikimin ise 9. yaş grubundaki bireylerde (26,71 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 8. yaş grubundaki bireylerde (25,67 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.12.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Demir (Fe)

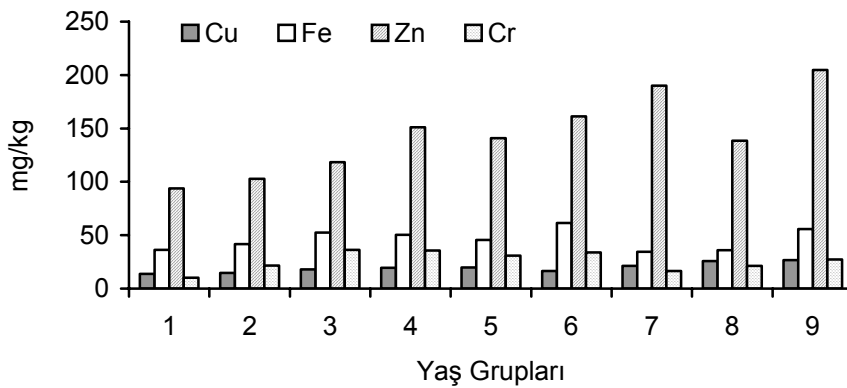
Fe değerlerinin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu'da olduğu gibi düzensiz artış ve azalmaların olduğu tespit edilmiştir. En az Fe birikiminin 7. yaş grubundaki bireylerde (34,53 mg/kg), en fazla birikimin ise 6. yaş grubundaki bireylerde (61,38 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon 9. yaş grubundaki bireylerde (55,68 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.12.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Çinko (Zn)

Zn'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişimi, Cu ve Fe elementlerindeki benzerlik göstermiştir. En az Zn birikiminin 1. yaş grubundaki bireylerde (93,71 mg/kg), en fazla birikimin ise 9. yaş grubundaki bireylerde (204,76 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon ise 7. yaş grubundaki bireylerde (189,94 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4.4.3.12.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).

Krom (Cr)

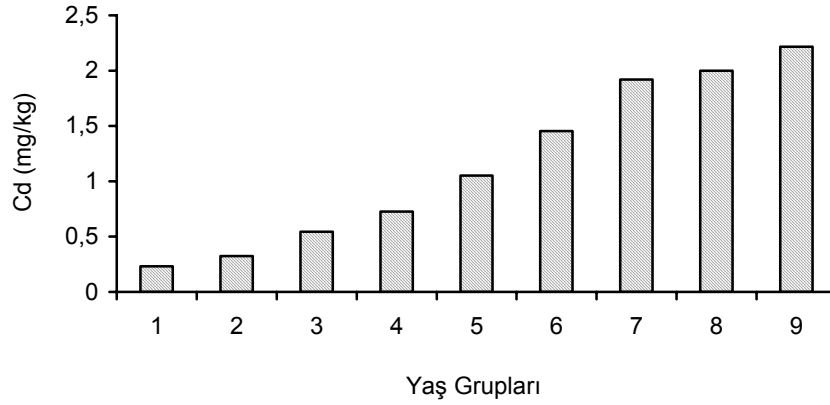
Cr değerlerinin yaş gruplarına bağlı olarak düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. En az Cr birikiminin diğer elementlerde olduğu gibi 1.yaş grubundaki bireylerde (10,10 mg/kg), en fazla birikimin ise 3. yaş grubundaki bireylerde (36,13 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon 4. yaş grubundaki bireylerde (35,59 mg/kg) belirlenmiştir (Şekil 4.4.3.12.1). Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cr elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).



Şekil 4.4.3.12.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cu, Fe, Zn ve Cr birikimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd değerlerinin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. En az Cd birikiminin 1. yaş grubundaki bireylerde (0,23 mg/kg), en fazla birikimin ise 9. yaş grubundaki bireylerde (2,21 mg/kg) olduğu bulunmuştur. İkinci en yüksek konsantrasyon 8. yaş grubundaki bireylerde (2,0 mg/kg) kaydedilmiştir (Şekil 4.4.3.12.2). *C. trutta*'nın gonadındaki Cd elementinin yaş gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$).



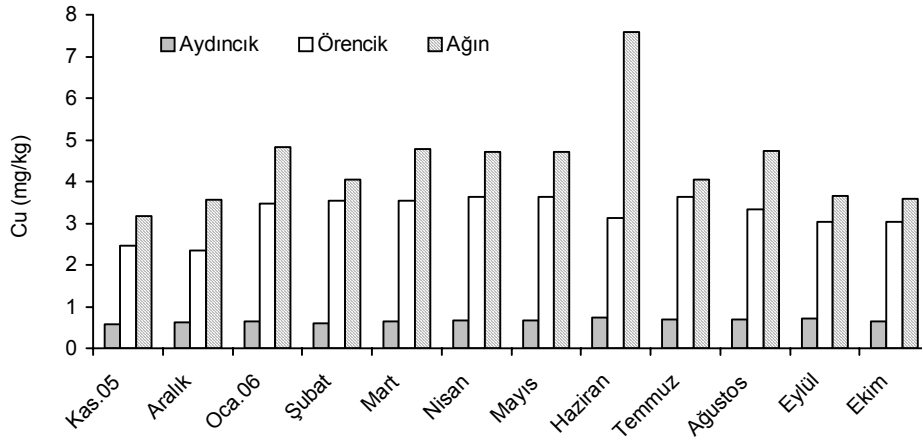
Şekil 4.4.3.12.2. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında yaş gruplarına bağlı olarak Cd birikimi.

4.4.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'daki Ağır Metal Birikiminin Karşılaştırması

4.4.4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylık Değişimlerinin Karşılaştırması

Bakır (Cu)

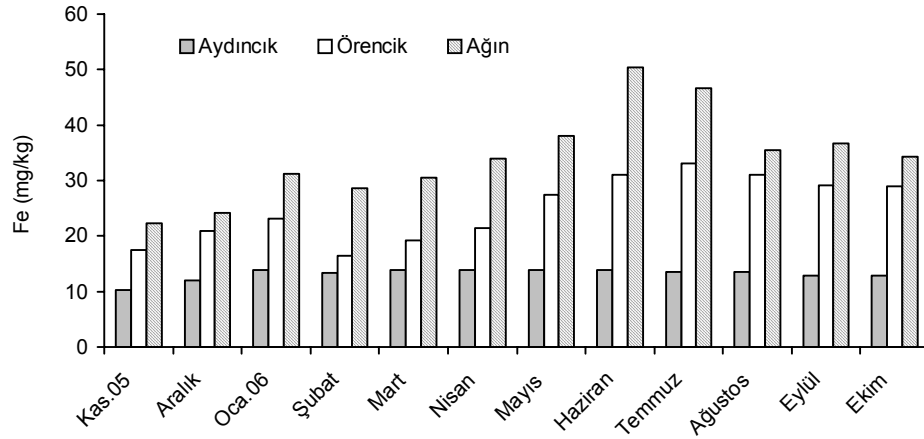
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, bütün aylarda en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Bütün aylarda Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Cu konsantrasyonu genel olarak birbirine yakın değerlerde olurken, Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise yaz ayına kadar düzenli bir şekilde arttığı ve yaz ayından sonra tekrar azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.1.1). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, bütün aylarda Aydıncık-Örencik (kasım ayı hariç), Aydıncık-Ağın bölgelerinde önemli ($P < 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Örencik-Ağın bölgeleri arasında ise sadece ocak, mayıs, haziran ve ağustos aylarında önemli olduğu ($P < 0,05$), diğer aylarda ise önemsiz olduğu ($P > 0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.1.1).



Şekil 4.4.4.1.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

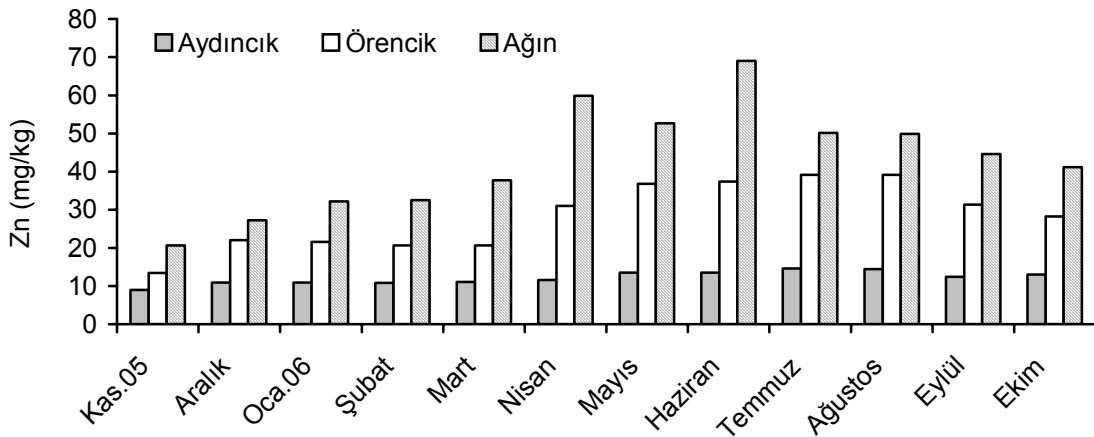
Çalışmanın yürütüldüğü bölgelerden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün aylarda en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Fe konsantrasyonu genel olarak birbirine yakın değerlerde olmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz olarak arttığı ve azaldığı belirlenmiştir. Buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde ise yaz aylarına kadar arttığı ve yaz aylarından sonra tekrar azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.1.2). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Şubat-nisan aylarında Aydıncık-Örencik bölgelerinde önemsiz ($P>0,05$), diğer aylarda önemli ($P<0,05$), Aydıncık-Ağın bölgelerinde bütün aylarda önemli ($P<0,05$) olduğu bulunmuştur. Örencik-Ağın bölgeleri arasında ise ocak-haziran aylarında önemli olduğu ($P<0,05$), diğer aylarda ise önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.1.1).



Şekil 4.4.4.1.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Fe konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

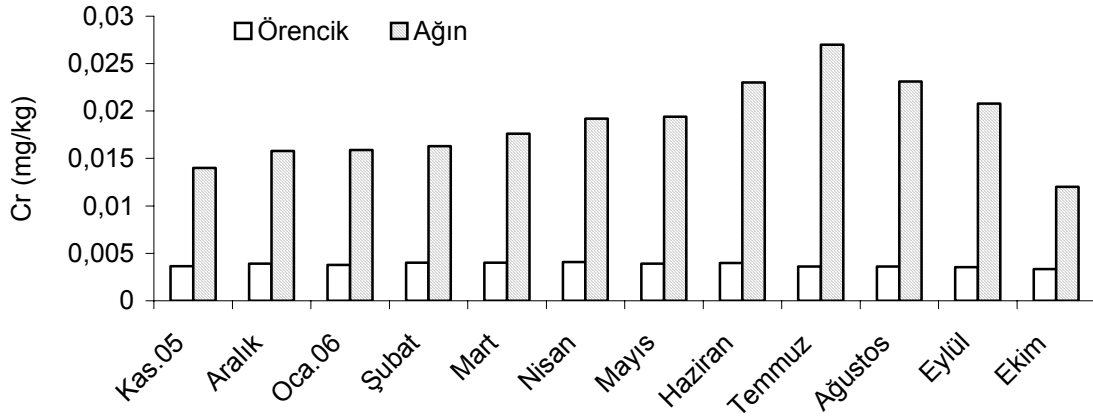
Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn'nun aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün aylarda en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Her üç bölgeden yakalanan balıkların kas dokusundaki Zn konsantrasyonunun yaz aylarına kadar arttığı ve yaz aylarından sonra tekrar azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.1.3). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn'nun aylara göre değişiminin Aydıncık-Örencik, Aydıncık-Ağın ve Örencik-Ağın (bu bölgede aralık ayı hariç) bölgeleri arasında istatistiksel olarak bütün aylarda önemli olduğu ($P < 0.05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.1.1).



Şekil 4.4.4.1.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

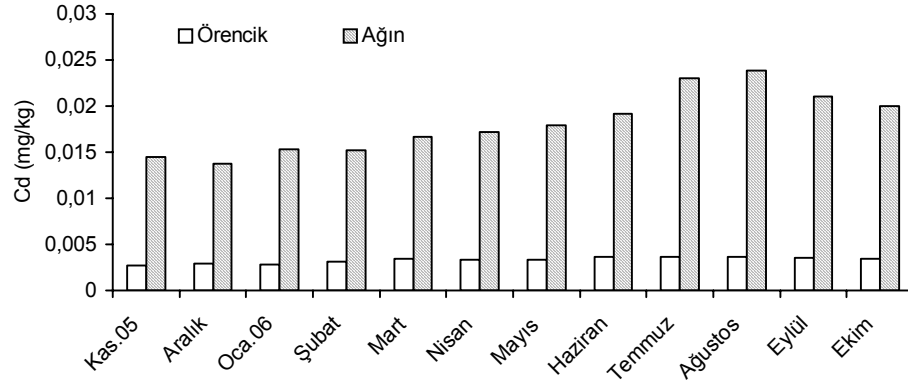
Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, bütün aylarda en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde Cr konsantrasyonu bütün aylarda genel olarak birbirine yakın olurken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde yaz aylarına doğru artmış ve temmuz ayında en yüksek değerine ulaşmıştır. Buna karşılık temmuz ayından sonra tekrar azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.1.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un aylara göre değişiminin istatistiksel olarak bütün aylarda önemli olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.1.1).



Şekil 4.4.4.1.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün aylarda en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde Cd konsantrasyonu bütün aylarda genel olarak birbirine yakın değerlerde olurken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde ağustos ayına kadar düzenli bir şekilde arttığı ve eylül ayından itibaren tekrar azalmaya başladığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.1.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un aylara göre değişiminin bütün aylarda önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.1.1).



Şekil 4.4.4.1.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cd konsantrasyonunun aylara göre değişimi.

Tablo 4.4.4.1.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin aylara göre değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
KASIM 2005					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+
ARALIK					
Aydıncık-Örencik	-	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
OCAK 2006					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
ŞUBAT					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
MART					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
NİSAN					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
MAYIS					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
HAZİRAN					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
TEMMUZ					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+
AĞUSTOS					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	+	+	+
EYLÜL					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+
EKİM					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+

+: P<0,05

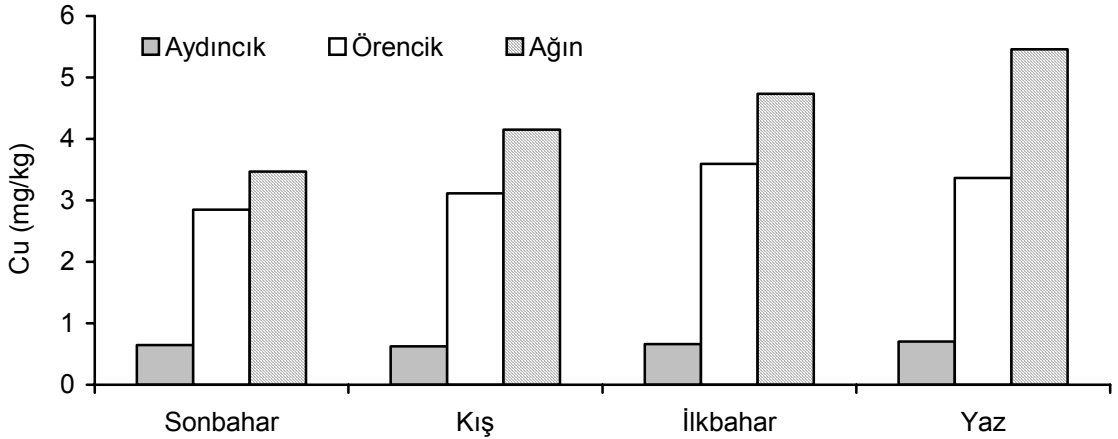
-: P>0,05

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

4.4.4.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Ağır Metallerin Birikim Düzeylerinin Mevsimsel Değişimi

Bakır (Cu)

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nın mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, bütün mevsimlerde en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Cu konsantrasyonu bütün mevsimlerde birbirine yakın değerlerde olup, Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise en fazla birikimin yaz mevsiminde olduğu bulunmuştur (Şekil 4.4.4.2.1). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nın mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, sonbahar ve kış mevsimlerinde Aydıncık-Örencik, Aydıncık-Ağın bölgelerinde önemli ($P<0,05$) olup, sadece Örencik-Ağın bölgeleri arasında önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir. İlkbahar ve kış mevsimlerinde ise her üç bölge arasındaki ağır metal birikiminin mevsimsel değişiminin önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.2.1).

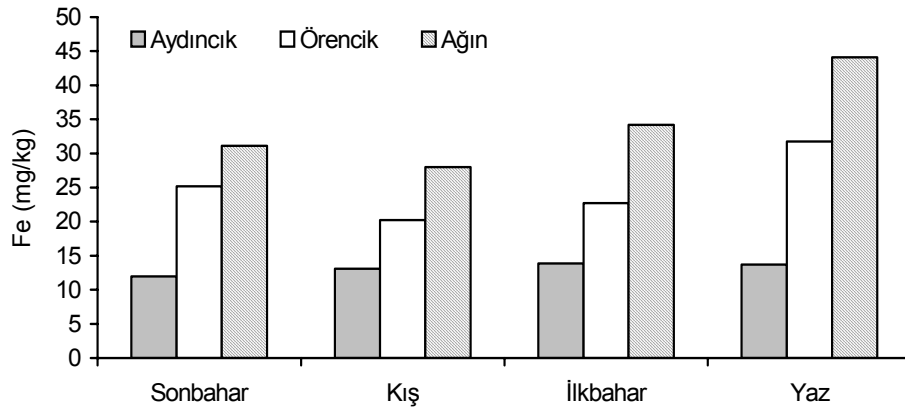


Şekil 4.4.4.2.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Demir (Fe)

Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün mevsimlerde en az birikimin referans bölge olarak belirlenen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Fe konsantrasyonunun

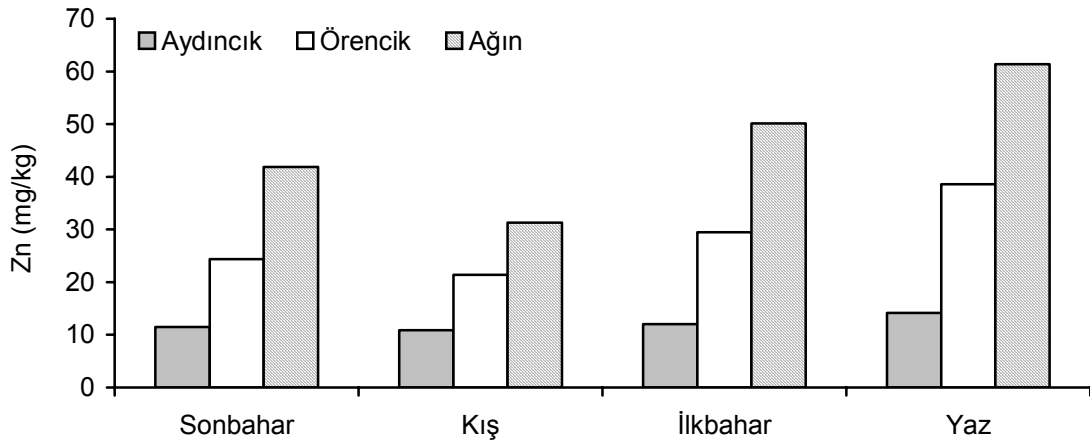
bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Buna karşılık Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda düzensiz artış ve azalmalar belirlenmiş olup, en yüksek konsantrasyon yaz mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.2.2). Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Sonbahar kış ve ilkbahar mevsimlerinde her üç bölge arasındaki mevsimsel değişimin önemli ($P<0,05$) olduğu, yaz mevsiminde ise yalnızca Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki mevsimsel değişimin önemsiz ($P>0,05$), diğer iki bölge arasındaki değişimin ise önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.2.1).



Şekil 4.4.4.2.2. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Fe konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Çinko (Zn)

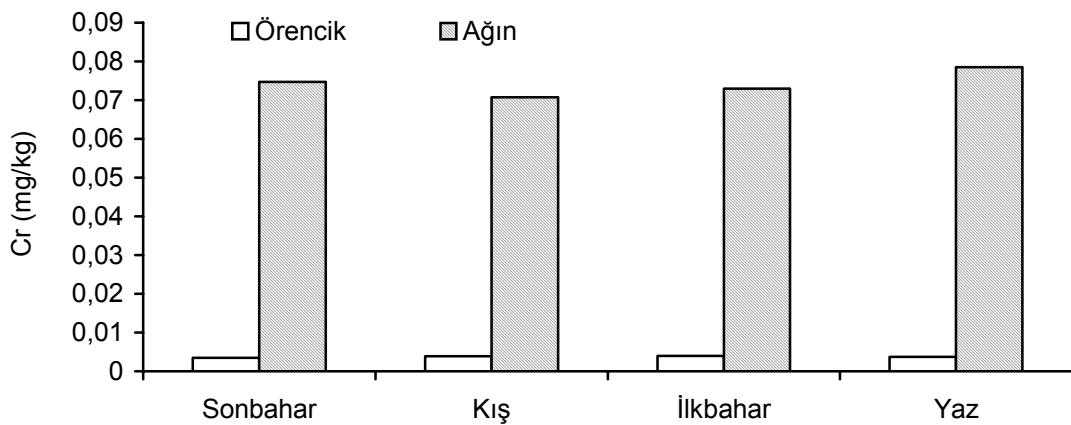
Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn elementinin mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün mevsimlerde en az birikimin Aydınçık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Aydınçık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Zn konsantrasyonu bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın değerlerde olup, Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise en yüksek konsantrasyon yaz mevsiminde belirlenmiştir. Her üç bölgeden de yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Zn konsantrasyonu yaz mevsiminde en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.4.2.3). Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn'nun mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak her üç bölge arasında ve bütün mevsimlerde önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.2.1).



Şekil 4.4.4.2.3. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Zn konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Krom (Cr)

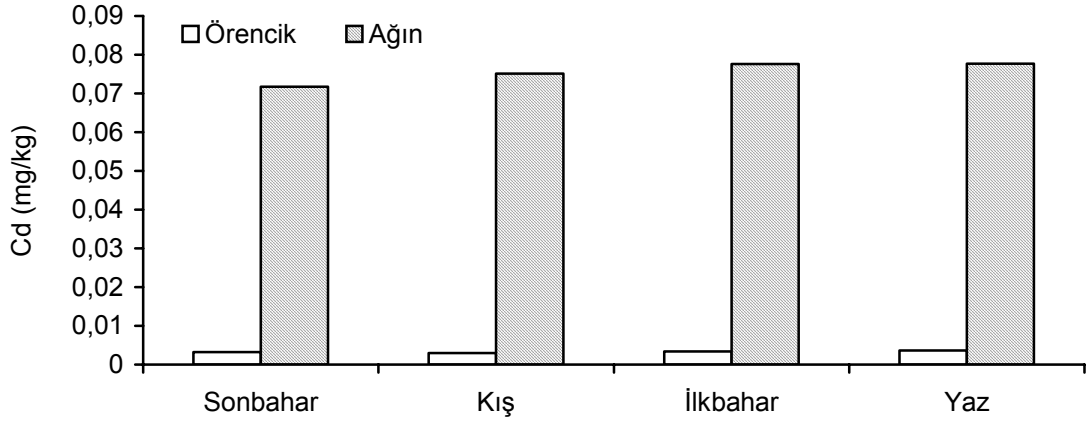
Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, bütün mevsimlerde en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde Cr konsantrasyonu bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın olurken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde yaz mevsimine doğru arttığı ve yaz mevsiminde en yüksek değerine ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.2.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak bütün mevsimlerde önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.2.1).



Şekil 4.4.4.2.4. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün mevsimlerde en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde Cd konsantrasyonu bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın değerlerde olurken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde yaz mevsimine kadar az bir artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.2.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak bütün mevsimlerde önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.2.1).



Şekil 4.4.4.2.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Tablo 4.4.4.2.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin mevsimsel değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
SONBAHAR					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
KIŞ					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
İLKBAHAR					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
YAZ					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	+	+	+

+: $P < 0,05$

-: $P > 0,05$

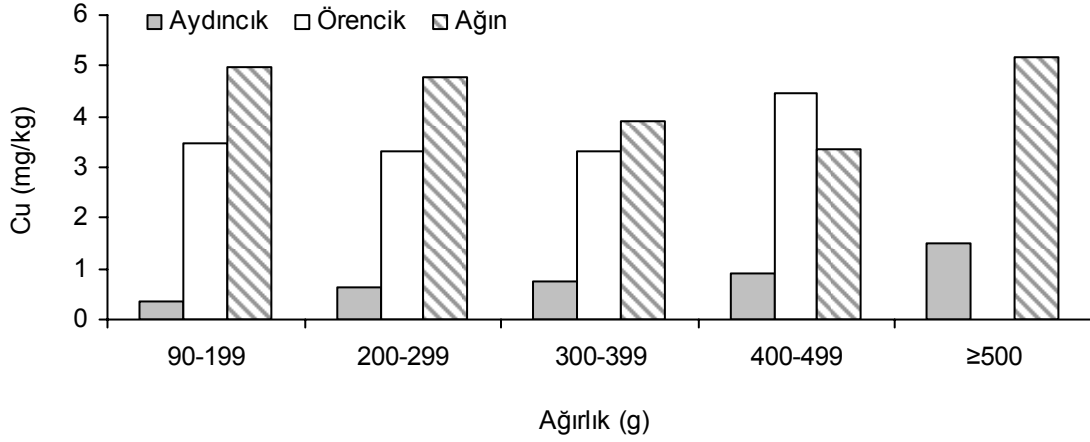
*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

4.4.4.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Ağır Metallerin Birikim Düzeylerinin Ağırlık Gruplarına Bağlı Olarak Karşılaştırması

Bakır (Cu)

Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün ağırlık gruplarında en az Cu birikiminin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Cu konsantrasyonu ağırlık gruplarına bağlı olarak artmıştır. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise A1, A2 ve A3 ağırlık gruplarında birbirine yakın değerlerde olmuştur. Cu değeri, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ağırlık gruplarına bağlı olarak azalırken, A5 ağırlık grubunda en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.4.3.1). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, A1 ve A2 ağırlık grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir. A3 ağırlık grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişki önemli ($P < 0,05$) olup, Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişki ise önemsiz ($P > 0,05$) olmuştur. A4 ağırlık grubunda ise her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. A5 ağırlık

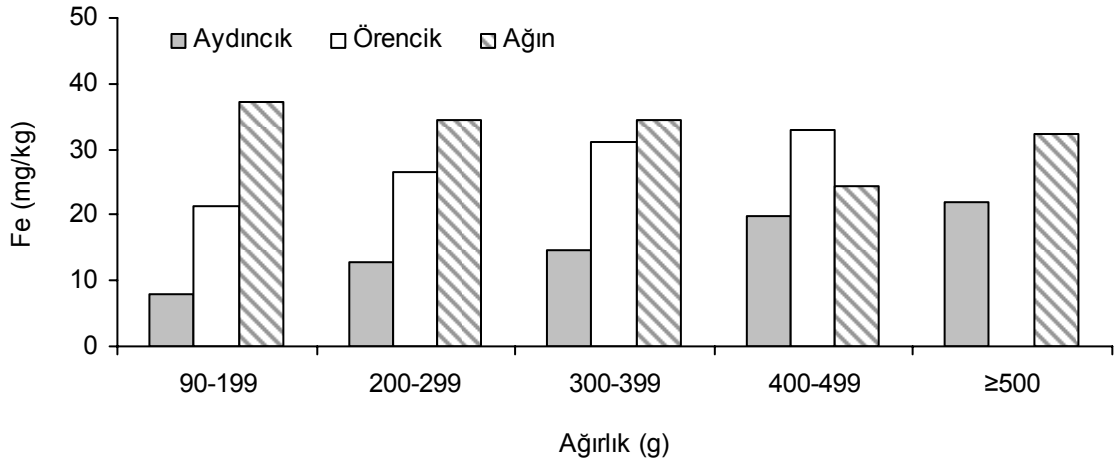
grubunda ise sadece Aydıncık-Ağın bölgeleri için istatistik yapılabilmiş ve ilişkinin önemsiz ($P>0,05$) olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.3.1).



Şekil 4.4.4.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Demir (Fe)

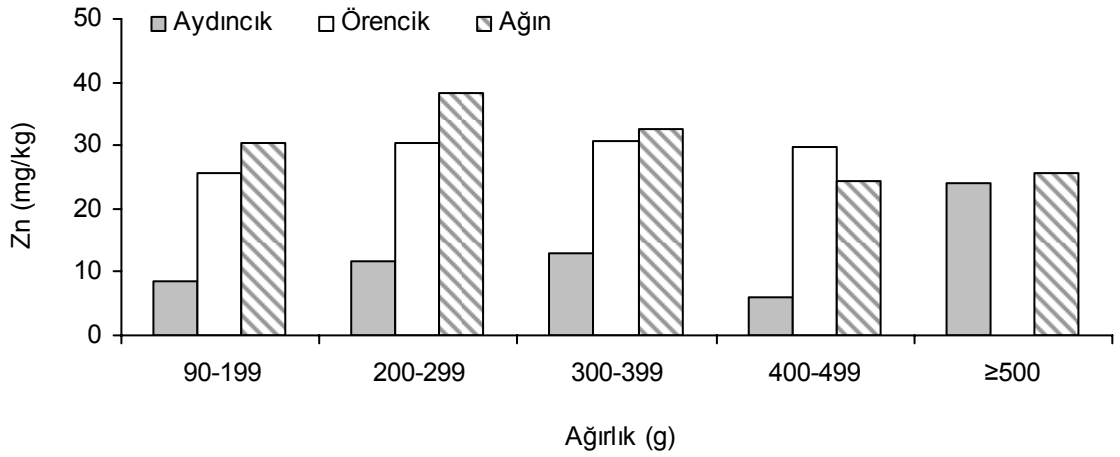
Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık ve Örencik bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Fe konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı buna karşılık, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ağırlık gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.3.2). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, A1 ve A2 ağırlık grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). A3 ağırlık grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli olup ($P<0,05$), Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişki ise önemsiz olmuştur ($P>0,05$). A4 ağırlık grubunda ise her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir. A5 ağırlık grubunda ise Aydıncık-Ağın bölgeleri için istatistik yapılabilmiş ve ilişkinin önemsiz olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.3.1).



Şekil 4.4.4.3.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Çinko (Zn)

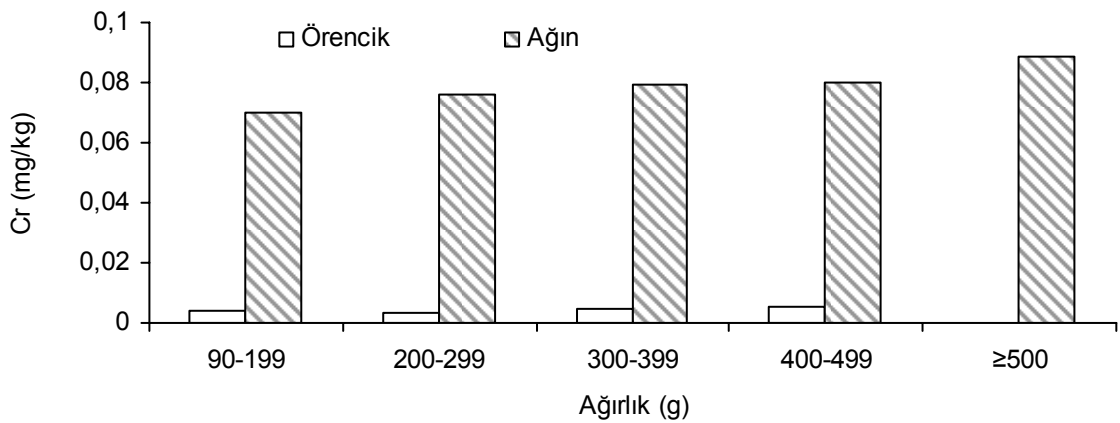
Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Zn konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı (A4 ağırlık grubu hariç) belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise A2, A3 ve A4 ağırlık grubundaki bireylerde birbirine yakın değerlerde olmuştur. Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz olarak artmış ve azalmıştır (Şekil 4.4.4.3.3). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn'nun ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, A1, A3 ve A4 ağırlık gruplarında her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). A2 ağırlık grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P < 0,05$), A5 ağırlık grubunda ise Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi Aydıncık-Ağın bölgeleri için istatistik yapılabilmemiş ve ilişkinin önemsiz olduğu ($P > 0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.3.1).



Şekil 4.4.4.3.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Krom (Cr)

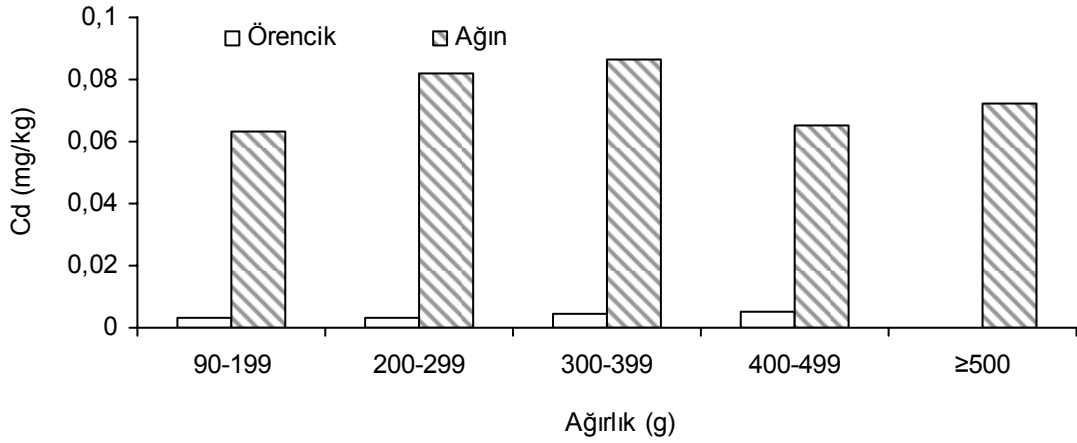
Cr konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak bölgelere göre değişimi karşılaştırıldığında, bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Cr konsantrasyonunun bütün ağırlık gruplarında birbirine yakın değerlerde olduğu, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı bulunmuştur. (Şekil 4.4.4.3.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak bütün ağırlık gruplarında (A5 ağırlık grubu hariç) önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.3.1).



Şekil 4.4.4.3.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak bölgelere göre değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Cr konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise ağırlık gruplarına bağlı olarak düzensiz arttığı ve azaldığı belirlenmiştir. (Şekil 4.4.4.3.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak bütün ağırlık gruplarında (A5 ağırlık grubu hariç) önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.3.1).



Şekil 4.4.4.3.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgeleinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cd birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Tablo 4.4.4.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
90-199 g (A1)					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
200-299 g (A2)					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
300-399 g (A3)					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+
400-499 g (A4)					
Aydıncık-Örencik	-	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	-	-	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+
≥ 500 g (A5)					
Aydıncık-Örencik	o	o	o	o	o
Aydıncık-Ağın	-	-	-	*	*
Örencik-Ağın	o	o	o	o	o

+: P<0,05

-: P>0,05

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

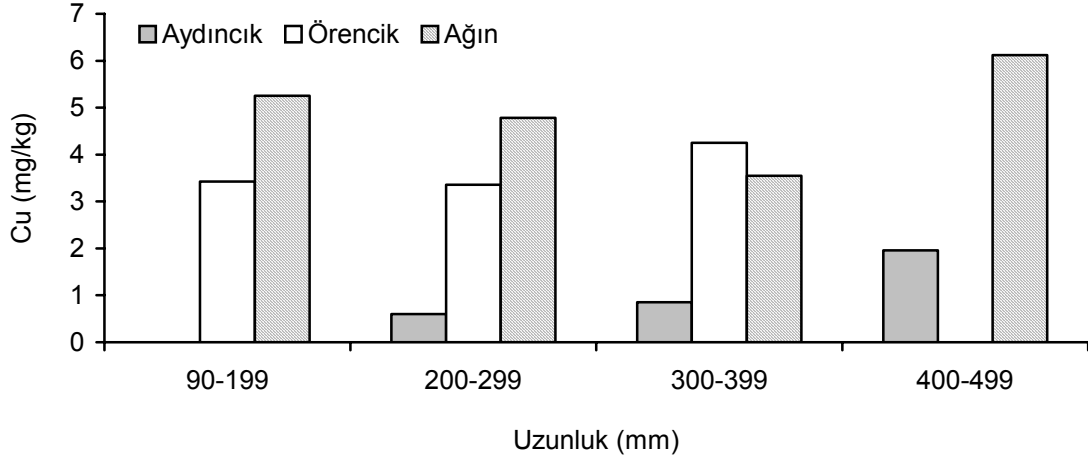
o: Örencik bölgesinde ≥ 500 g ağırlık grubunda birey yok.

4.4.4.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Ağır Metallerin Birikim Düzeylerinin Uzunluk Gruplarına Bağlı Olarak Karşılaştırması

Bakır (Cu)

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nın uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise U3 uzunluk grubunda yer alan balıklar hariç (bu uzunluk grubunda Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde en fazla) Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Aydıncık ve Örencik bölgelerinden yakalanan balıkların kas dokusundaki Cu konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak arttığı, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.4.1). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nın uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. U1 uzunluk grubunda Aydıncık bölgesinde *C. trutta* bireyi bulunmadığından yalnızca Örencik-Ağın bölgeleri için istatistik yapılmış ve ilişkinin önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). U2 uzunluk grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit

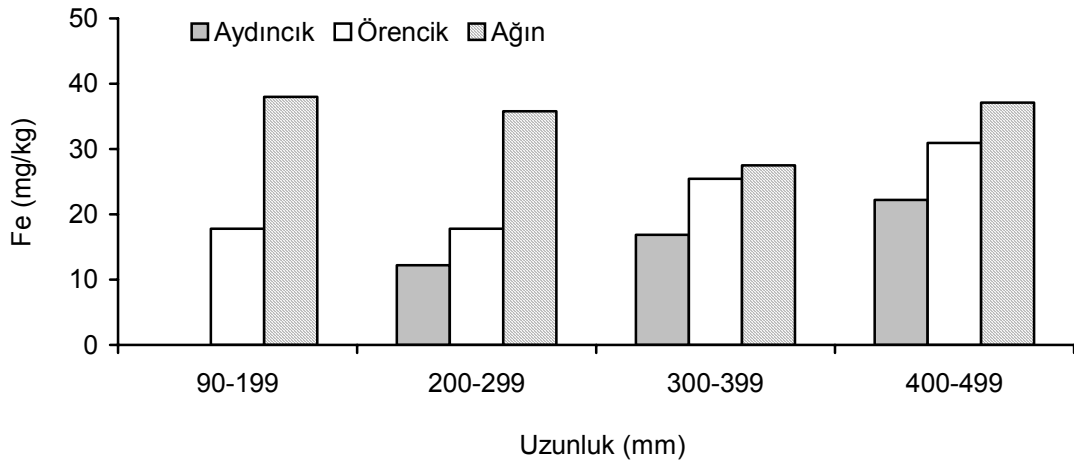
edilmiştir ($P<0,05$). U3 uzunluk grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,005$). U4 uzunluk grubunda ise Örencik bölgesinde *C. trutta* bireyi olmadığından, diğer iki bölgede ise istatistik yapabilmek için yeterli veri bulunmadığından bu uzunluk grubu için istatistik yapılamamıştır (Tablo 4.4.4.1).



Şekil 4.4.4.4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Demir (Fe)

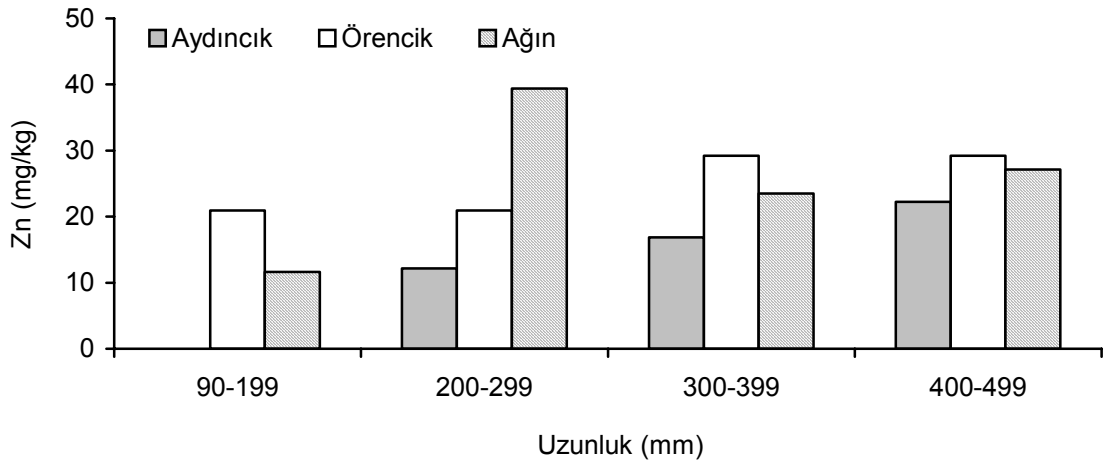
Fe konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Aydıncık ve Örencik bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Fe konsantrasyonu uzunluk gruplarına bağlı olarak düzenli bir şekilde artarken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde düzensiz bir değişim göstermiştir (Şekil 4.4.4.4.2). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, U1 uzunluk grubunda Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). U2 uzunluk grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), U3 uzunluk grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,005$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.4.1).



Şekil 4.4.4.4.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Çinko (Zn)

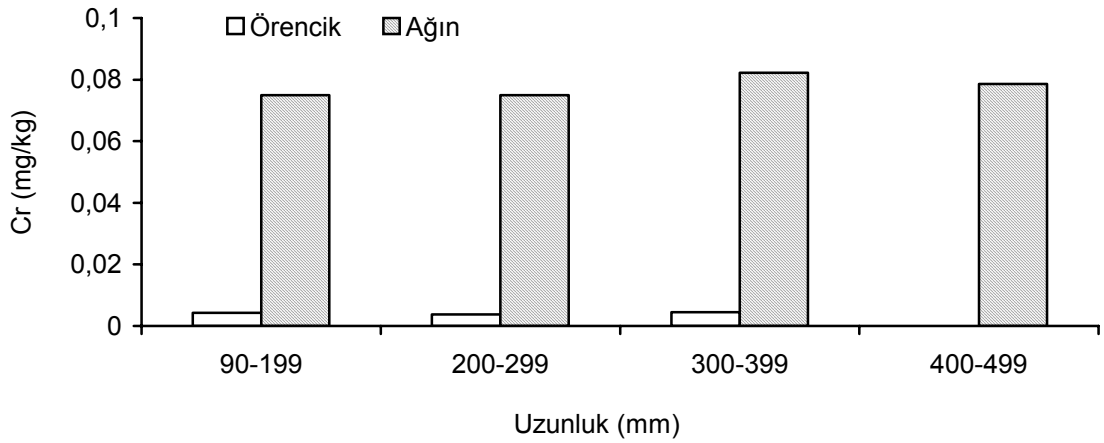
Zn konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Aydıncık ve Örencik bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Zn konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak arttığı, buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz artış ve azalmaların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.4.3). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn'un uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri Fe elementi ile benzerlik göstermiştir. Buna göre, U1 uzunluk grubunda Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). U2 uzunluk grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), U3 uzunluk grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,005$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.4.1).



Şekil 4.4.4.4.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Zn birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Krom (Cr)

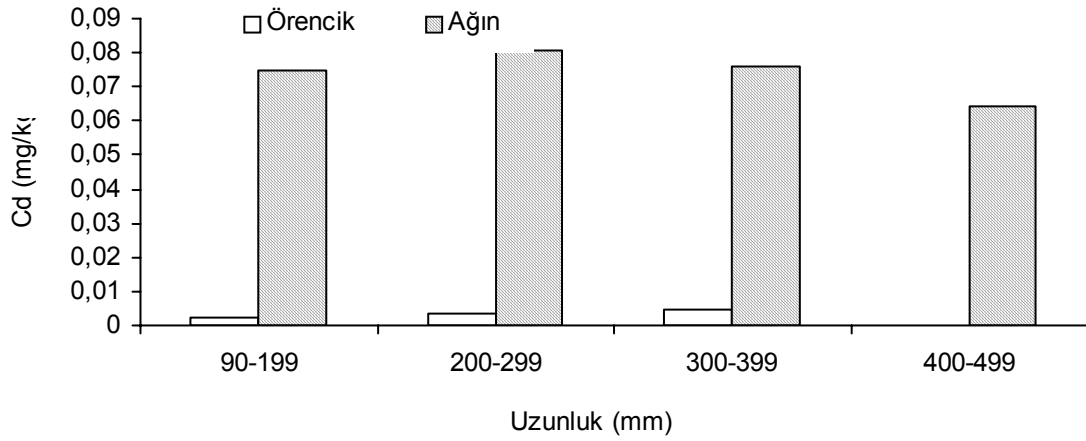
Cr konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Cr'un bütün uzunluk gruplarında birbirine yakın değerlerde olduğu, buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda düzensiz olarak arttığı ve azaldığı bulunmuştur (Şekil 4.4.4.4.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. U1 uzunluk grubunda Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$), U2 ve U3 uzunluk gruplarında ise önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.4.1).



Şekil 4.4.4.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Cd konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak arttığı, buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.6). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem derecesi Cr elementi ile benzerlik göstermiştir. U1 uzunluk grubunda Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$), U2 ve U3 uzunluk gruplarında ise önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.4.1).



Şekil 4.4.4.4.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cd birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Tablo 4.4.4.4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
90-199 mm (U1)					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	*	*
Aydıncık-Ağın	°	°	°	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	-	-
200-299 mm (U2)					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
300-399 mm (U3)					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
400-499 mm (U4)					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	°	°
Aydıncık-Ağın	θ	θ	θ	*	*
Örencik-Ağın	°	°	°	°	°

+: $P < 0,05$

-: $P > 0,05$

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

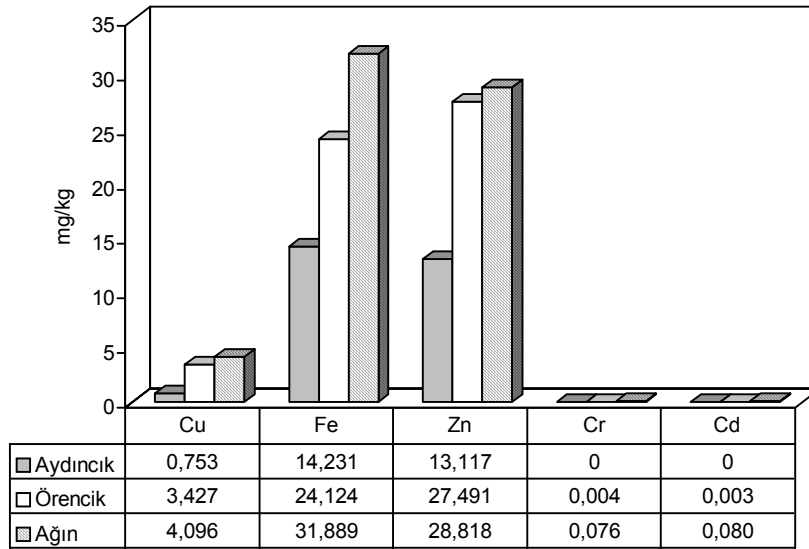
°: *C. trutta* bireyi yok.

θ: Aydıncık bölgesinde 400-499 mm uzunluk grubunda istatistik yapabilmek için yeterli veri yok.

4.4.4.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'da Dişi Bireylerin Kas Dokusundaki Ağır Metal Miktarlarının Karşılaştırması

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin kas dokusunda tespit edilen ağır metallerin birikimi karşılaştırıldığında, en az birikimin referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden

yakalanan bireylerde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. *C. trutta* bireylerinin kas dokusunda tespit edilen ağır metaller arasında en az birikim gösteren element Cd olmuştur (Şekil 4.4.4.5.1). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren elementlerin dişi bireylerde değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, Cu ve Zn elementlerinin dişi bireylerde birikiminin, Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasında önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. Fe elementinin dişi bireylerin kas dokusundaki birikiminin her üç bölge arasında da istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Cr ve Cd elementlerinin dişi bireylerin kas dokusundaki birikiminin önem derecesi dikkate alındığında ise Örencik-Ağın bölgeleri arasında önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$), (Tablo 4.4.4.5.1).

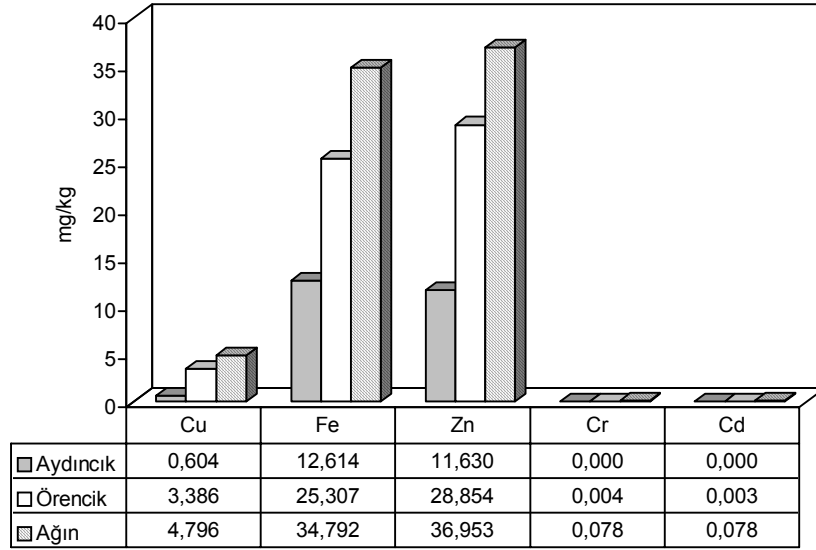


Şekil 4.4.4.5.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki ağır metal birikimi.

***C. trutta*'da erkek bireylerin kas dokusundaki ağır metal miktarlarının karşılaştırması**

Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda tespit edilen ağır metallerin konsantrasyonlarının erkek bireylerdeki değişimi karşılaştırıldığında, en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. *C. trutta* bireylerinin kas dokusunda tespit edilen ağır metaller arasında en az birikim gösteren element Cd, en fazla birikim gösteren element ise Fe ve Zn olmuştur (Şekil 4.4.4.5.2). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren elementlerin erkek bireylerde değişiminin istatistiksel olarak önem derecesi dikkate alındığında, Cu, Fe ve Zn elementlerinin

her üç bölge arasında da önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Cr ve Cd elementlerinin erkek bireylerin kas dokusundaki birikiminin, Örencik-Ağın bölgeleri arasında önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.5.1).



Şekil 4.4.4.5.2. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki ağır metal birikimi.

Tablo 4.4.4.5.1 Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin cinsiyete göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
DİŞİ BİREYLER					
Aydınçık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydınçık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	-	+	+
ERKEK BİREYLER					
Aydınçık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydınçık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+

+: $P<0,05$

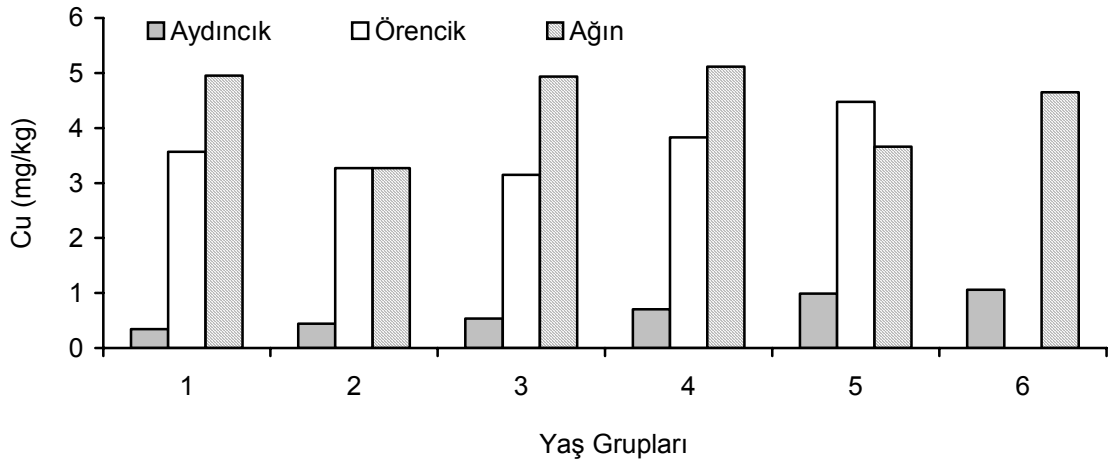
-: $P>0,05$

*: Aydınçık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

4.4.4.6. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın Kas Dokusunda Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması

Bakır (Cu)

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise 5. yaş grubu hariç (bu yaş grubunda en fazla Cu birikimi Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde) Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Cu konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.6.1). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. 1. ve 3. yaş gruplarında her üç bölgedeki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), 2., 4. ve 5. yaş gruplarında Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). 6. yaş grubunda ise Aydıncık-Ağın arasındaki ilişki önemli olup ($P<0,05$), bu yaş grubunda Örencik bölgesinde örnek bulunmamaktadır. 7. yaş grubunda ise istatistik için yeterli veri bulunmadığından istatistik yapılamamıştır (Tablo 4.4.4.6.1).

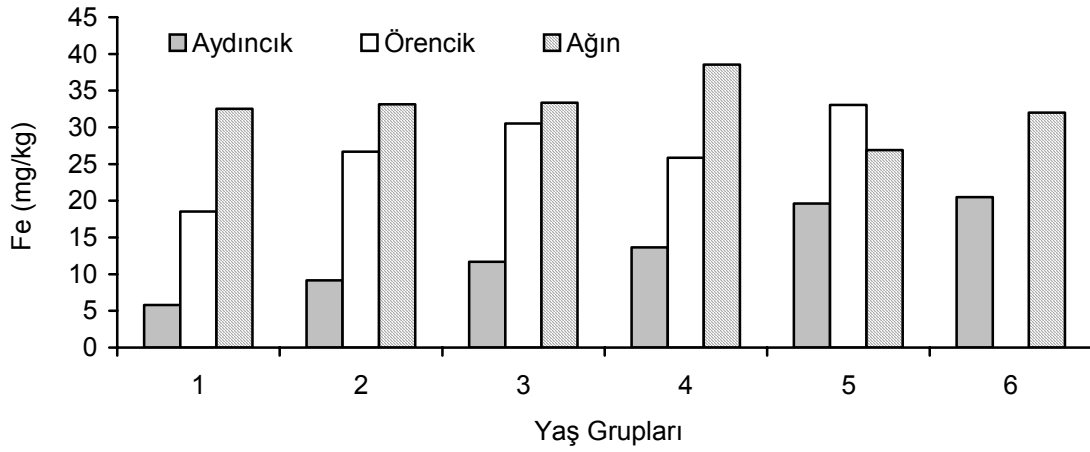


Şekil 4.4.4.6.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Demir (Fe)

Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise 5. yaş grubu hariç (bu yaş grubunda en fazla Fe birikimi

Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde) Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Fe konsantrasyonu yaş gruplarına bağlı olarak artarken, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylerde ise düzensiz arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.6.2). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Fe'in yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, 1. 2., ve 3. yaş gruplarında her üç bölgedeki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), 3. yaş grubunda Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), buna karşılık, 5. yaş grubunda ise her üç bölge arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir. 6. yaş grubunda ise Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.6.1).

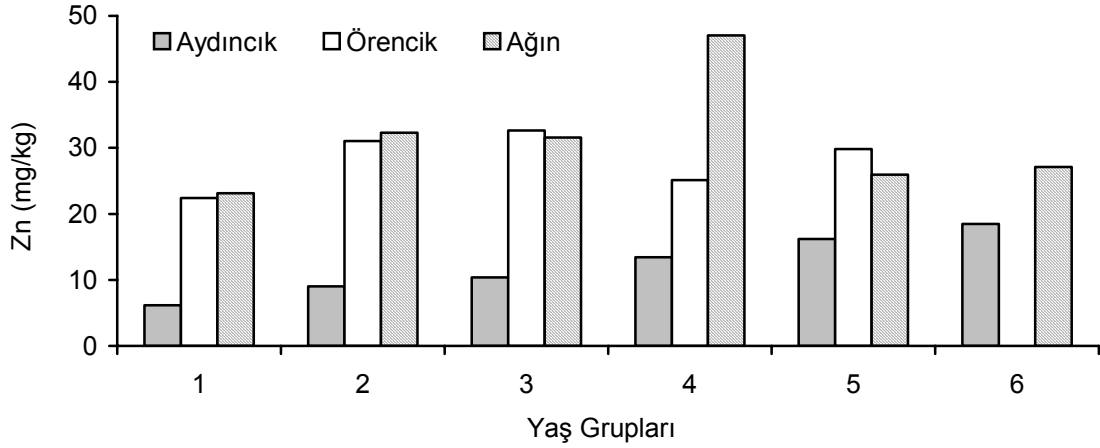


Şekil 4.4.4.6.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Çinko (Zn)

Zn birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi, bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise 3. ve 5. yaş grupları hariç (bu yaş gruplarında en fazla Zn birikimi Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde) Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Zn konsantrasyonu yaş gruplarına bağlı olarak artarken, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylerde ise düzensiz olarak arttığı ve azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.6.3). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Zn'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. 1., 2. ve 3. yaş gruplarında Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$), 4. yaş grubunda ise Aydıncık-

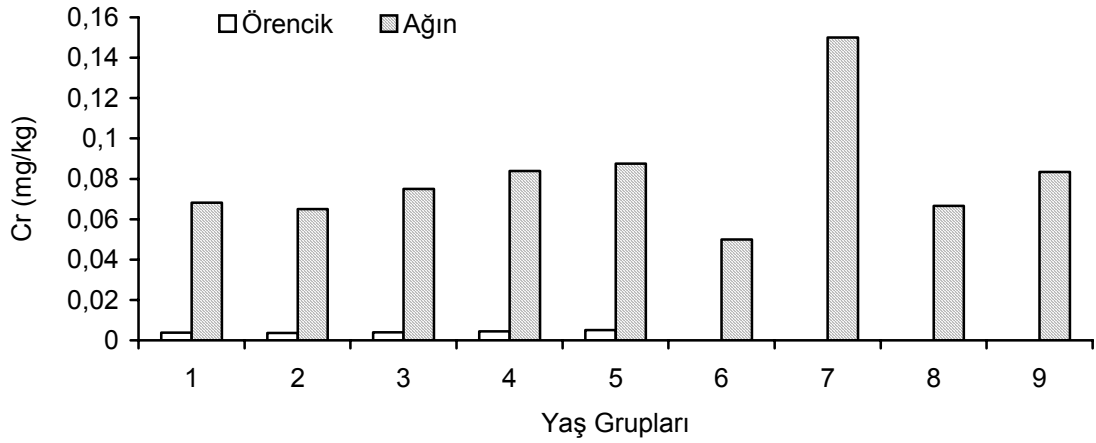
Ağın ve Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. 5. yaş grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). 6. yaş grubunda ise Aydıncık-Ağın arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.6.1).



Şekil 4.4.4.6.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Zn birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Krom (Cr)

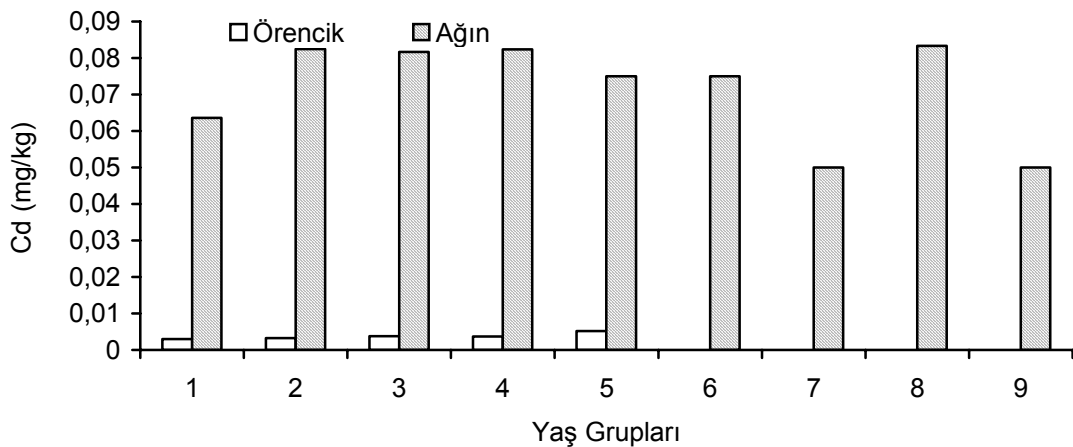
Cr birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, 1-5. yaş gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Cr konsantrasyonu yaş gruplarına bağlı olarak birbirine yakın değerlerde olduğu, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.6.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cr'un yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak bütün yaş gruplarında önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. 6. ve 7. yaş gruplarında ise *C. trutta* bireyi bulunmamaktadır (Tablo 4.4.4.6.1).



Şekil 4.4.4.6.4. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cr birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Cd birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi 1-5. yaş gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki Cd konsantrasyonu yaş gruplarına bağlı olarak arttığı, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz artış ve azalmaların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.6.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren Cd'un yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak bütün yaş gruplarında önemli olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.6.5).



Şekil 4.4.4.6.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda Cd birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Tablo 4.4.4.6.1 Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin yaş gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
1. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
2. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	-	+	+
3. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	+	+
4. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	-	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
5. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	-	-	*	*
Aydıncık-Ağın	+	-	-	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
6. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	°	°
Aydıncık-Ağın	-	+	-	°	°
Örencik-Ağın	°	°	°	°	°
7. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	°	°
Aydıncık-Ağın	°	°	°	°	°
Örencik-Ağın	°	°	°	°	°

+: P<0,05

-: P>0,05

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

°: *C. trutta* bireyi yok.

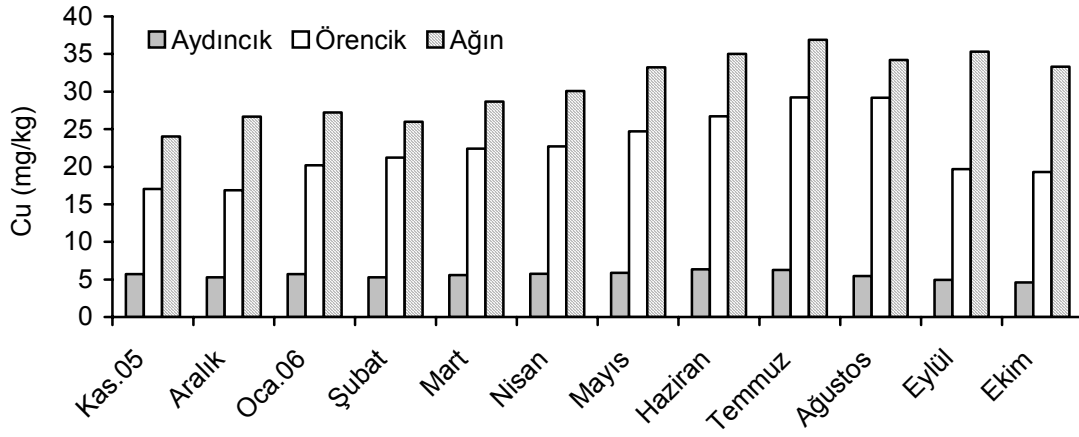
ø: İstatistik yapabilmek için yeterli veri yok.

4.4.4.7. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Birikim Gösteren Ağır Metallerin Aylara Göre Değişimlerinin Karşılaştırması

Bakır (Cu)

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'ın aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, bütün aylarda en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Bütün aylarda, Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Cu konsantrasyonu genel olarak birbirine yakın değerlerde olurken, Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise üreme döneminin sonuna (temmuz ayı) kadar düzenli bir şekilde arttığı ve bu dönemden sonra azalmaya başladığı tespit edilmiştir. Her üç bölgede de

en yüksek değerlere temmuz ayında ulaşılmıştır. Yumurta ve spermilerin dökülmesiyle birlikte, gonaddaki Cu konsantrasyonu da azalmaya başlamıştır (Şekil 4.4.4.7.1). Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'nun aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı dikkate alındığında, bütün aylarda Aydınçık-Örencik, Aydınçık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Örencik-Ağın bölgeleri arasında ise sadece ocak ve mayıs aylarında önemli olduğu ($P<0,05$), diğer aylarda ise önemsiz olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.7.1).

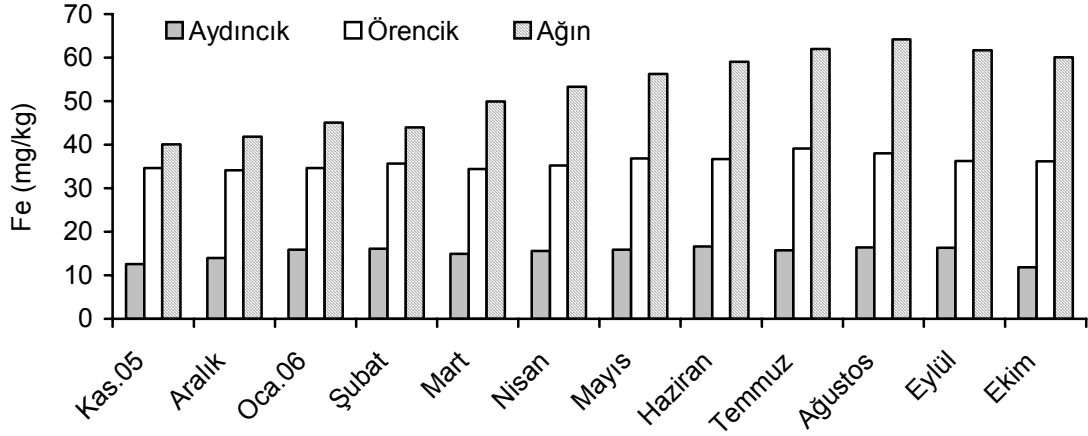


Şekil 4.4.4.7.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin aylara göre değişimi.

Demir (Fe)

Gonadlardaki Fe birikiminin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün aylarda en az birikimin Aydınçık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu tespit edilmiştir. Aydınçık ve Örencik bölgelerinden yakalanan balıkların gonadındaki Fe konsantrasyonu genel olarak birbirine yakın değerlerde olmuştur. Buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise Fe değerlerinin ağustos ayı sonuna kadar düzenli bir şekilde arttığı ve bu dönemden sonra azalmaya başladığı belirlenmiştir. Her üç bölgede de balıkların yumurta ve spermelerini dökmesiyle birlikte, gonadlardaki Fe konsantrasyonunun azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.7.2). Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe'nin aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Aydınçık-Örencik bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak kasm, aralık, mart, nisan ve haziran aylarında önemli olduğu ($P<0,05$), diğer aylarda ise önemsiz olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir. Aydınçık-Ağın

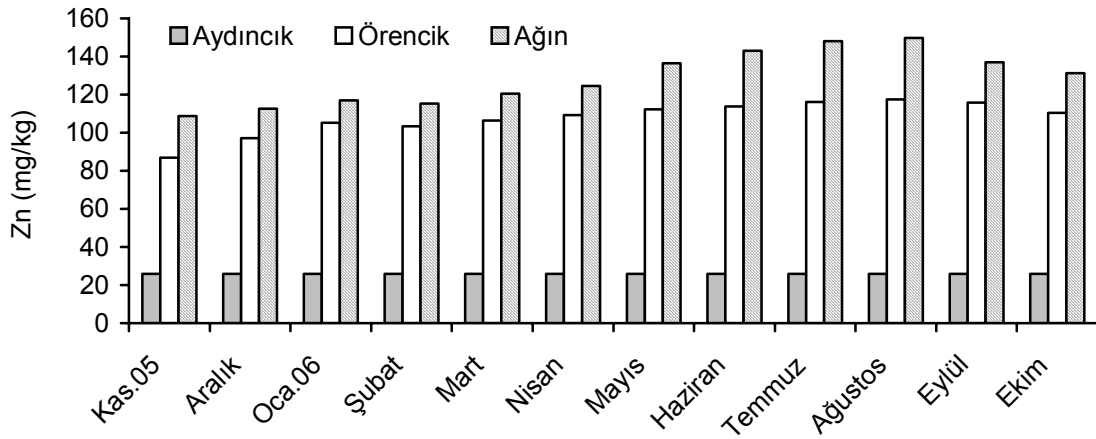
bölgeleri arasındaki ilişkinin Mayıs ayı hariç bütün aylarda önemli olduğu ($P<0,05$). Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin ise istatistiksel olarak bütün aylarda önemsiz olduğu ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.7.1).



Şekil 4.4.4.7.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Fe birikiminin aylara göre değişimi.

Çinko (Zn)

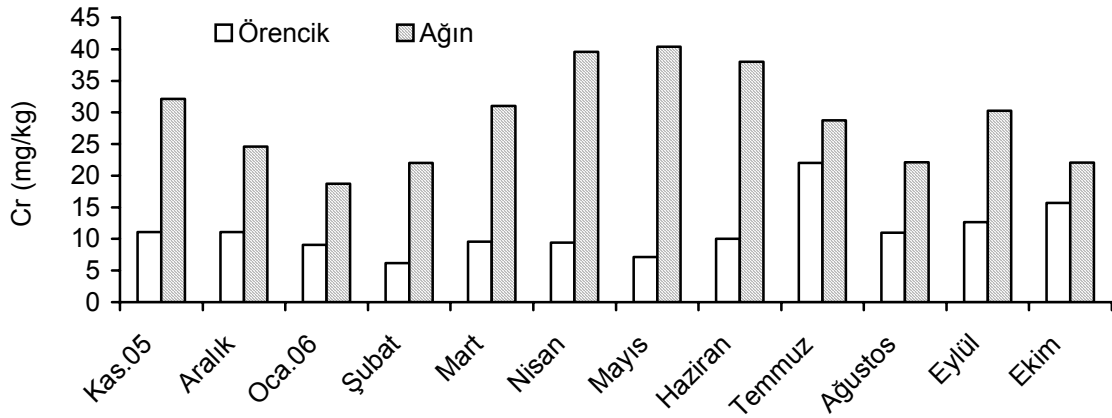
Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Zn birikiminin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün aylarda en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Zn konsantrasyonu aylar itibariyle birbirine yakın değerlerde olmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Zn konsantrasyonu da aylar itibariyle genel olarak birbirine yakın değerlerde olurken, üreme döneminde az da olsa bir artış gözlenmiştir. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise ağustos ayı sonuna kadar düzenli bir şekilde arttığı ve bu dönemden sonra yumurta ve spermilerin dökülmesiyle birlikte gonaddaki Zn konsantrasyonunun azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.7.3). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'nun aylara göre değişiminin istatistiksel olarak, Aydıncık-Örencik, Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin bütün aylarda önemli olduğu ($P<0,05$), buna karşılık Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin ise bütün aylarda önemsiz olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.7.1).



Şekil 4.4.4.7.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Zn birikiminin aylara göre değişimi.

Krom (Cr)

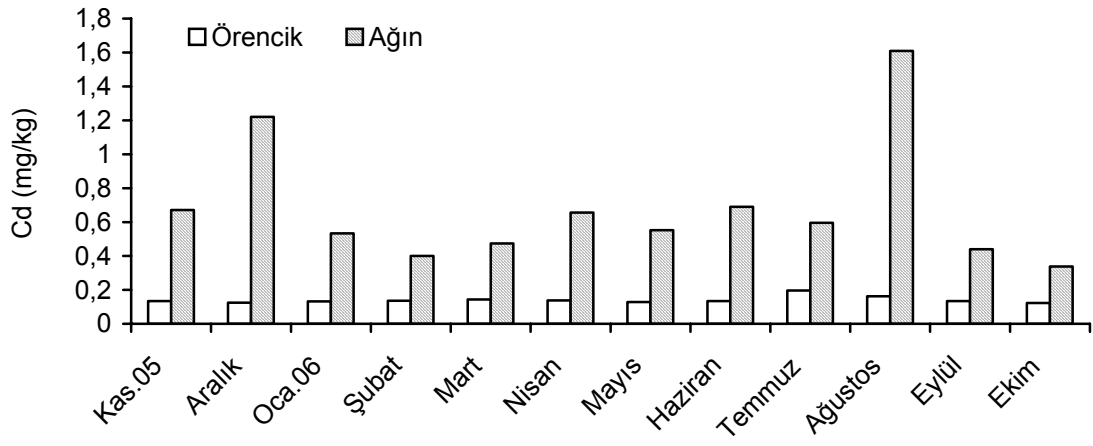
Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cr konsantrasyonu cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, bütün aylarda en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Her iki bölgeden de yakalanan bireylerin gonadındaki Cr konsantrasyonunun aylara göre değişimi dikkate alındığında düzensiz olarak arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir. Cr konsantrasyonunun en düşük değeri Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde şubat ayında, buna karşılık Ağın bölgesindeki bireylerde ise ocak ayında belirlenmiştir. Cr konsantrasyonunun en yüksek değeri Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde temmuz ayında kaydedilirken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde mayıs ayında kaydedilmiştir. Her iki bölgeden de yakalanan bireylerin gonadındaki Cr konsantrasyonunun üreme dönemindeki aylarda en yüksek değerine ulaştığı ve yumurta ve spermlerin dökülmesiyle birlikte gonaddaki Cr konsantrasyonunun azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.7.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un aylara göre değişiminin istatistiksel olarak, temmuz ayı hariç bütün aylarda önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.7.1).



Şekil 4.4.4.7.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cr birikiminin aylara göre değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cd konsantrasyonu cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün aylarda en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cd konsantrasyonu aylar itibariyle genel olarak birbirine yakın değerlerde olurken, temmuz ayında az da olsa bir artış olmuştur. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise Cd konsantrasyonunun aylar itibariyle düzensiz olarak arttığı ve azaldığı, ağustos ayında en yüksek değerine ulaştığı ve yumurta ve spermlerin dökülmesiyle birlikte gonaddaki Cd konsantrasyonunun azalmaya başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.7.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un aylara göre değişiminin istatistiksel olarak bütün aylarda önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.7.1).



Şekil 4.4.4.7.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd birikiminin aylara göre değişimi.

Tablo 4.4.4.7.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin aylara göre değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
KASIM 2005					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
ARALIK					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
OCAK 2006					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	+	+
ŞUBAT					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
MART					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
NİSAN					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
MAYIS					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	-	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	+	+
HAZİRAN					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	+	+	+
TEMMUZ					
Aydıncık-Örencik	+	-	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	-	+
AĞUSTOS					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
EYLÜL					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	+	+
EKİM					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	+	+

+: P<0,05

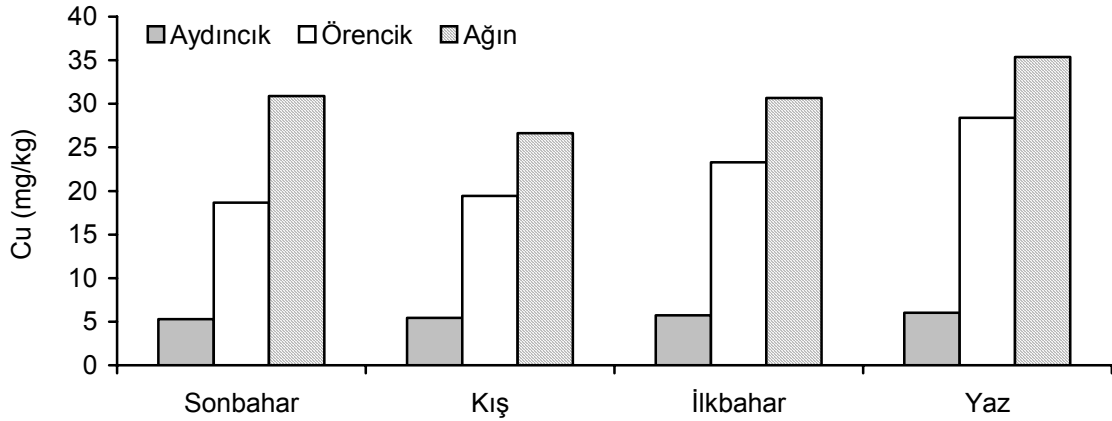
-: P>0,05

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

4.4.4.8. Aydınçık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadındaki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Mevsimsel Değişimi

Bakır (Cu)

Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'nın mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, bütün mevsimlerde en az birikimin Aydınçık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Aydınçık bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Cu konsantrasyonu bütün mevsimlerde birbirine yakın değerlerde olup, Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda en düşük konsantrasyon sonbahar, Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise kış mevsiminde belirlenirken, her iki bölgede de en yüksek Cu konsantrasyonu yaz mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.8.1). Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'nın mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak, bütün mevsimlerde her üç bölge arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.8.1).

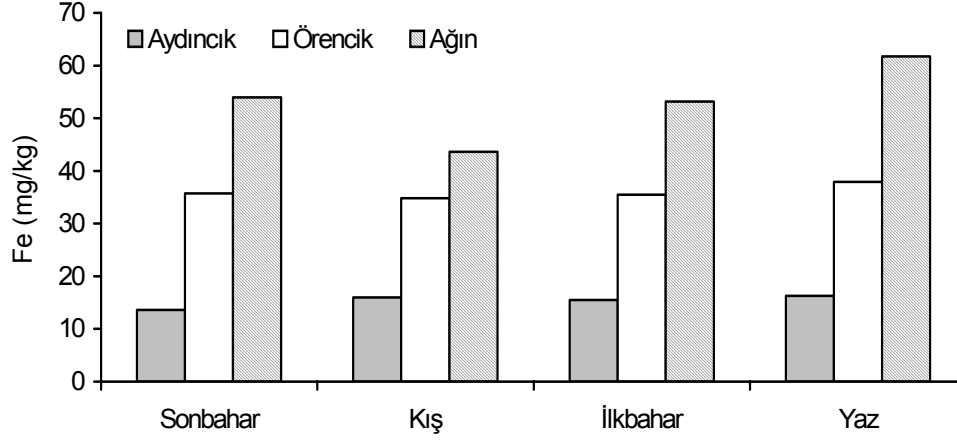


Şekil 4.4.4.8.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin mevsimsel değişimi.

Demir (Fe)

Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe'nin mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün mevsimlerde en az birikim Aydınçık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikim ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde tespit edilmiştir. Aydınçık ve Örencik bölgelerinden yakalanan bireylerin gonadındaki Fe konsantrasyonu bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın değerlerde olmuştur. Buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde ise en düşük konsantrasyon kış, en yüksek konsantrasyon ise yaz mevsiminde

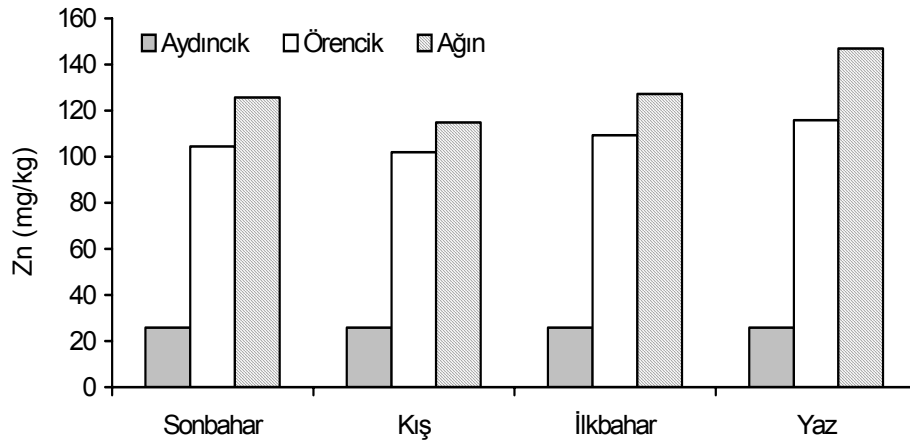
belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.8.2). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe'in mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak bütün mevsimlerde her üç bölge arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.8.1).



Şekil 4.4.4.8.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Fe birikiminin mevsimsel değişimi.

Çinko (Zn)

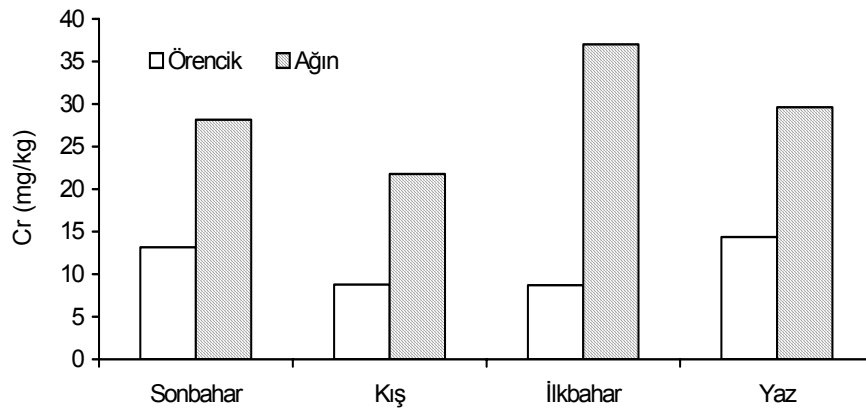
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn birikiminin mevsimsel değişimi dikkate alındığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün mevsimlerde en az birikim Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikim ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Zn konsantrasyonu bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın değerlerde olmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise Zn konsantrasyonu birbirine yakın değerlerde olmakla birlikte, yaz mevsiminde az da olsa bir artış olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi en düşük konsantrasyon kış, en yüksek konsantrasyon ise yaz mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.8.3). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'nun mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak, Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasında bütün mevsimlerde önemli olduğu ($P<0,05$), buna karşılık Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin bütün mevsimlerde önemsiz olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.8.1).



Şekil 4.4.4.8.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Zn birikiminin mevsimsel değişimi.

Krom (Cr)

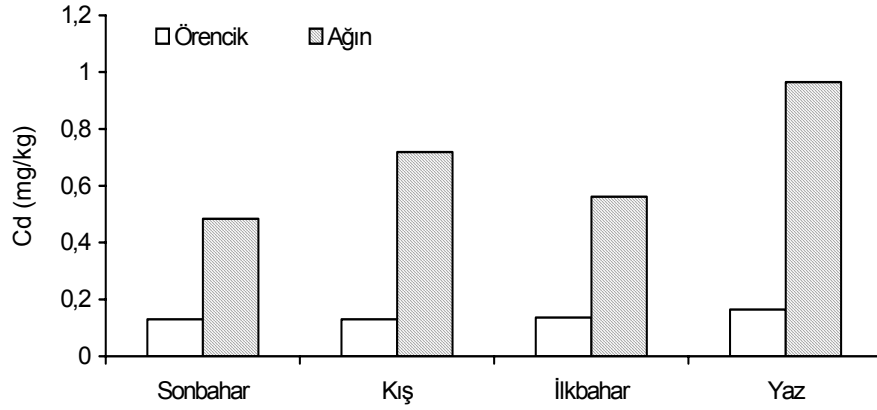
Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cr konsantrasyonu cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan tespit edilememiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un mevsimsel değişimi dikkate alındığında, bütün mevsimlerde en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda sonbahar ve kış, ilkbahar ve yaz mevsimindeki Cr değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise sonbahardan yazı doğru Cr konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.8.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak bütün mevsimlerde önemli olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.8.1).



Şekil 4.4.4.8.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cr konsantrasyonunun mevsimsel değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cd konsantrasyonu cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd birikiminin mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında ise, bütün mevsimlerde en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Cd konsantrasyonu yaz mevsimine doğru az da olsa bir artış gösterirken, Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda düzensiz artış ve azalmaların olduğu ve en yüksek değerine yaz mevsiminde ulaştığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.8.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un mevsimlere göre değişiminin istatistiksel olarak, bütün mevsimlerde önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.8.1).



Şekil 4.4.4.8.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd birikiminin mevsimsel değişimi.

Tablo 4.4.4.8.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin mevsimsel değişimlerinin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
SONBAHAR					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
KIŞ					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
İLKBAHAR					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
YAZ					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+

+: $P < 0,05$

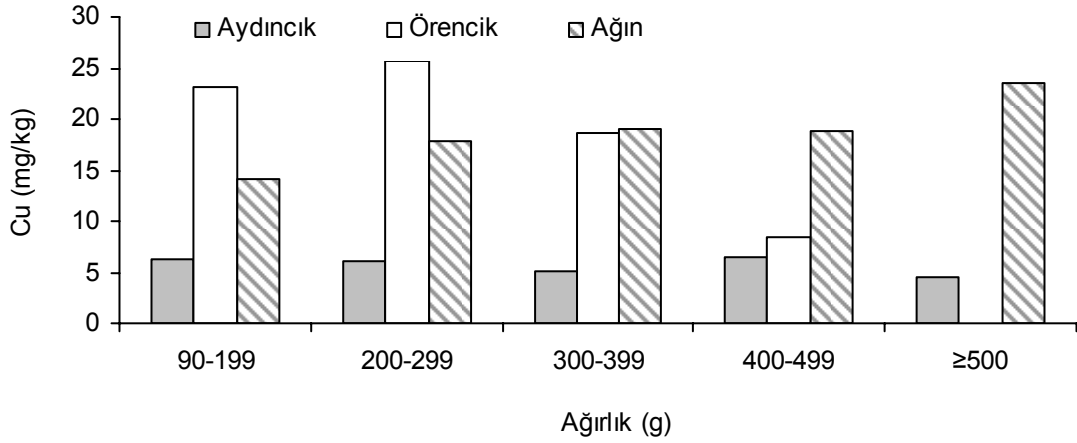
-: $P > 0,05$

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

4.4.4.9. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Ağırlığına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

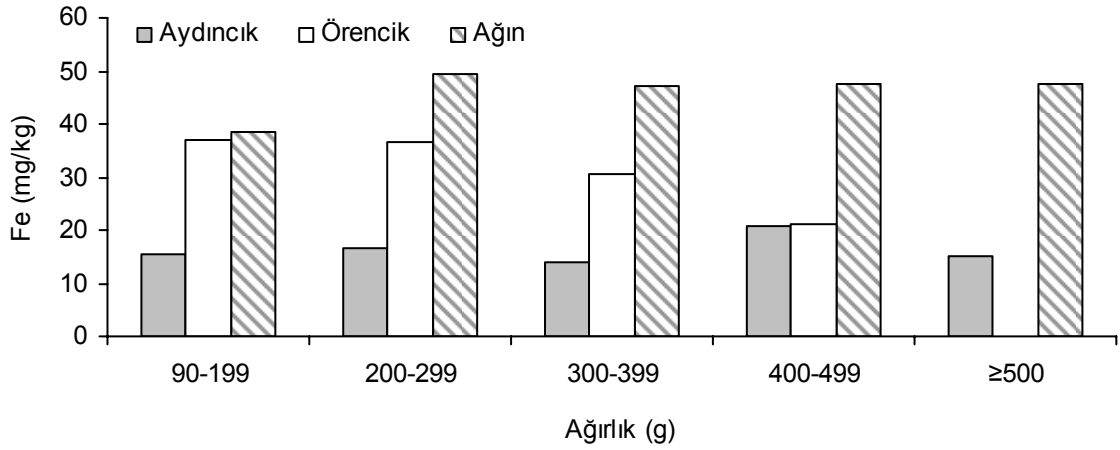
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Aydıncık ve Örencik bölgelerinden yakalanan balıkların gonadındaki Cu konsantrasyonu ağırlık gruplarına bağlı olarak düzensiz artmış ve azalmıştır. Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.9.1). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'nun ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, bütün ağırlık gruplarında Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık-Örencik bölgeleri arasındaki ilişki A1, A2 ve A3 ağırlık gruplarında önemli olurken ($P < 0,05$), diğer ağırlık gruplarında önemsiz ($P > 0,05$) olmuştur. Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişki ise sadece A2 ve A4 ağırlık gruplarında önemli ($P < 0,05$) olmuştur (Tablo 4.4.4.9.1).



Şekil 4.4.4.9.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Demir (Fe)

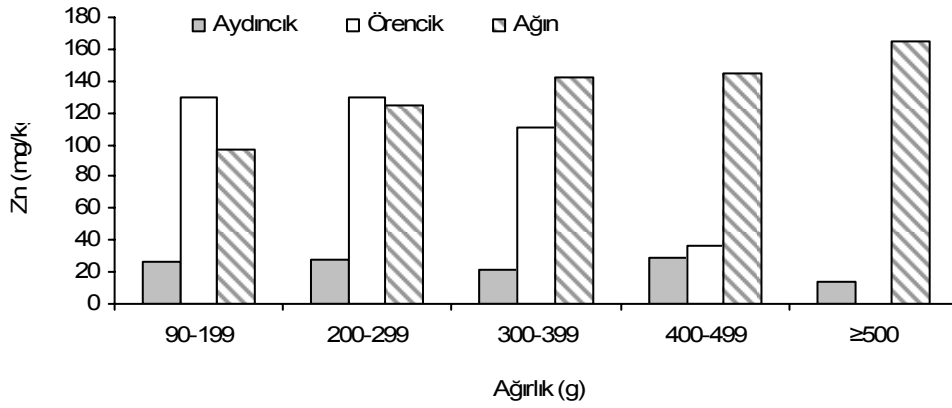
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu tespit edilmiştir. Her üç bölgeden yakalanan balıklarda ağırlık gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.4.9.2). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe'in ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Bütün ağırlık gruplarında Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Aydıncık-Örencik bölgeleri arasındaki ilişki A1, A2 ve A3 ağırlık gruplarında önemli olurken ($P < 0,05$), diğer ağırlık gruplarında önemsiz ($P > 0,05$) olmuştur. Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin sadece A1 ağırlık grubunda önemsiz ($P > 0,05$) olduğu, diğer ağırlık gruplarında ise önemli olduğu ($P < 0,05$) tespit edilmiştir. A5 ağırlık grubunda sadece Aydıncık-Ağın bölgeleri arasında istatistik yapılabilmiş ve ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P > 0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.9.1).



Şekil 4.4.4.9.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Fe birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Çinko (Zn)

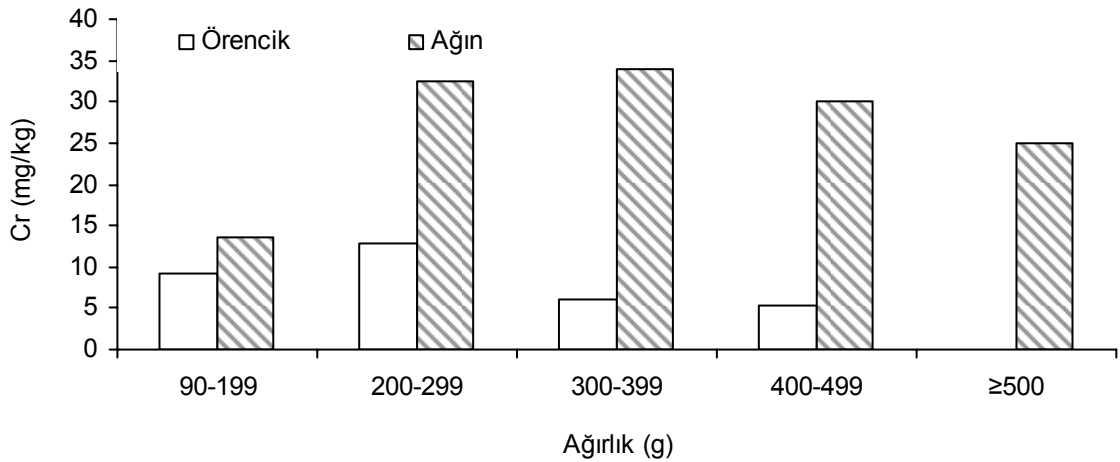
Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise A1 ve A2 ağırlık grubunda yer alan bireyler hariç Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda Zn konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmalar gösterdiği tespit edilmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde ise Zn değerleri ağırlık gruplarına bağlı olarak azalmıştır. Buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Zn konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.9.3). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'nun ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Bütün ağırlık gruplarında Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Aydıncık-Örencik bölgeleri arasındaki ilişki A4 ağırlık grubu hariç bütün ağırlık gruplarında önemli olmuştur ($P<0,05$). Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin A1 ve A2 ağırlık grupları hariç bütün ağırlık gruplarında önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin ise sadece A3 ve A4 ağırlık gruplarında istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. A5 ağırlık grubunda Aydıncık-Ağın bölgeleri arasında istatistik yapılabilmemiş ve ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.9.1).



Şekil 4.4.4.9.3. Aydın, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Zn birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Krom (Cr)

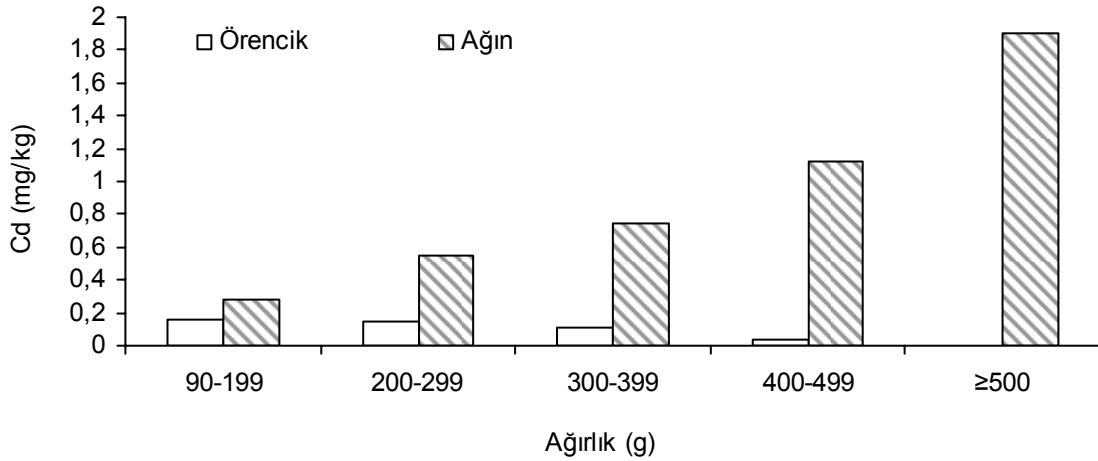
Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Her iki bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cr konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.9.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, A1 ağırlık grubunda Örencik-Ağın arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu ($P>0,05$), A2, A3 ve A4 ağırlık gruplarında ise önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.9.1).



Şekil 4.4.4.9.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cr birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda Cd konsantrasyonunun ağırlık gruplarına bağlı olarak azaldığı ve A4 ağırlık grubundaki bireylerde en düşük değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise ağırlık gruplarına bağlı olarak Cd konsantrasyonu artış göstermiş ve A5 ağırlık grubunda yer alan balıklarda en yüksek değerine ulaşmıştır (Şekil 4.4.4.9.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un ağırlık gruplarına bağlı olarak birikiminin istatistiksel olarak A1 ağırlık grubunda önemsiz olduğu ($P>0,05$), A2, A3 ve A4 ağırlık gruplarında ise önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.9.1).



Şekil 4.4.4.9.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd birikiminin ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi.

Tablo 4.4.4.9.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin ağırlık gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
90-199 g					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	-	-
200-299 g					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+
300-399 g					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
400-499 g					
Aydıncık-Örencik	-	-	-	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
≥ 500 g					
Aydıncık-Örencik	o	o	o	o	o
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	o	o	o	o	o

+: P<0,05

-: P>0,05

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

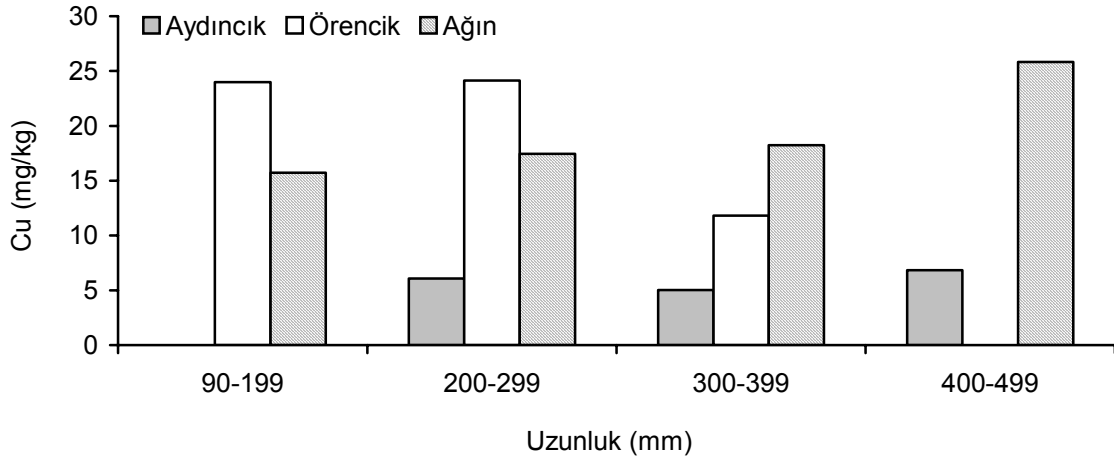
o: *C. trutta* bireyi yok.

4.4.4.10. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Vücut Uzunluğuna Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, U1 uzunluk grubu hariç (Aydıncık bölgesinde bu uzunluk grubunda balık örneği bulunmamaktadır) bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda Cu konsantrasyonu düzensiz artış ve azalma göstermiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Cu konsantrasyonu ise U1 ve U2 uzunluk grubunda birbirine yakın değerlerde olurken, U3 uzunluk grubunda yer alan balıklarda azalmıştır. Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise gonadlardaki Cu konsantrasyonu uzunluk gruplarına bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.4.4.10.1). Çalışma süresince her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, U1 uzunluk grubunda Aydıncık bölgesinde *C. trutta* bireyi bulunmadığından yalnızca Örencik-Ağın bölgeleri için

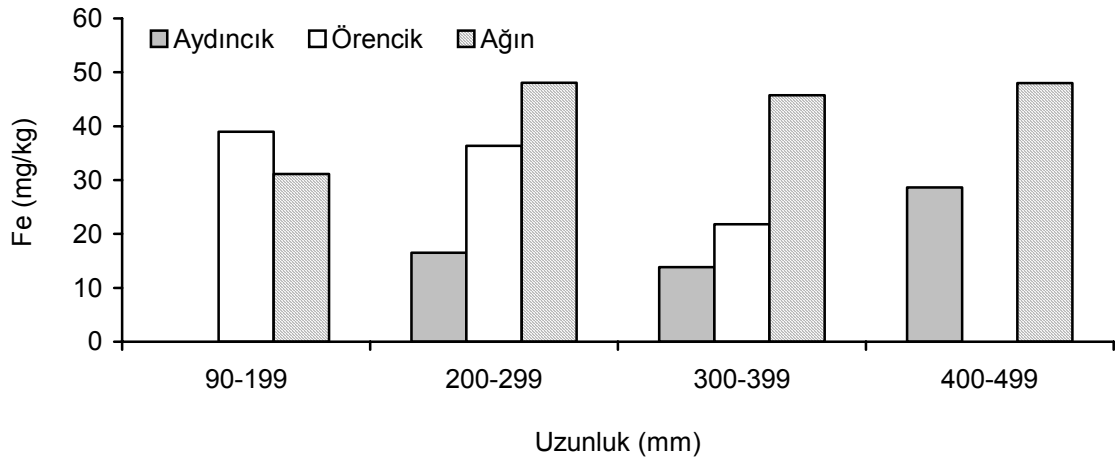
istatistik yapılmış ve ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir. U2 uzunluk grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. U3 uzunluk grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur. U4 uzunluk grubunda ise Örencik bölgesinde *C. trutta* bireyi olmadığından, diğer iki bölgede ise istatistik yapabilmek için yeterli veri bulunmadığından bu uzunluk grubu için istatistik yapılamamıştır (Tablo 4.4.4.10.1).



Şekil 4.4.4.10.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Demir (Fe)

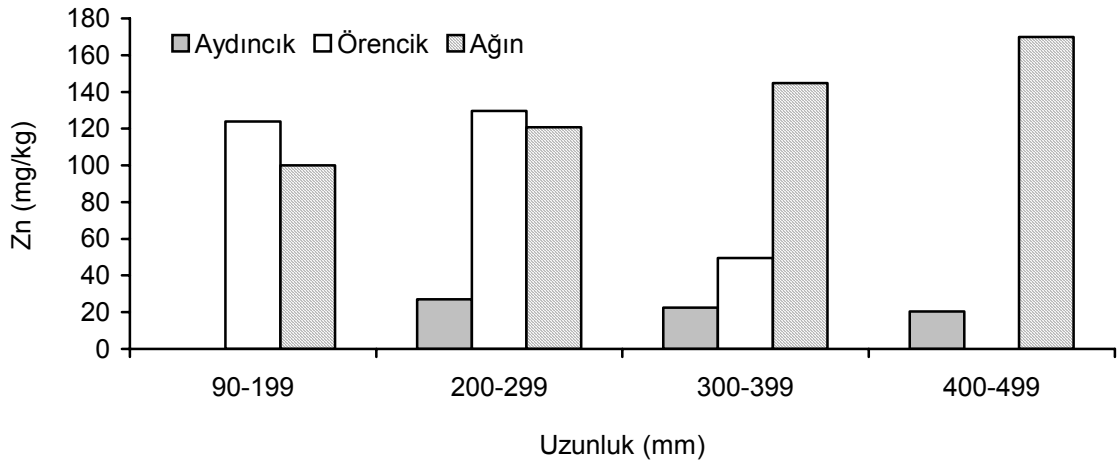
Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, Cu elementinde olduğu gibi bütün uzunluk gruplarında gonaddaki en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda Cu konsantrasyonu uzunluk gruplarına bağlı olarak artmıştır. Buna karşılık Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda Fe konsantrasyonu uzunluk gruplarına bağlı olarak azalmıştır. Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise düzensiz artış ve azalmalar kaydedilmiştir (Şekil 4.4.4.10.2). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe'in uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, U1 uzunluk grubunda Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). U2 uzunluk grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). U3 uzunluk grubunda ise Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.10.1).



Şekil 4.4.4.10.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Fe birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Çinko (Zn)

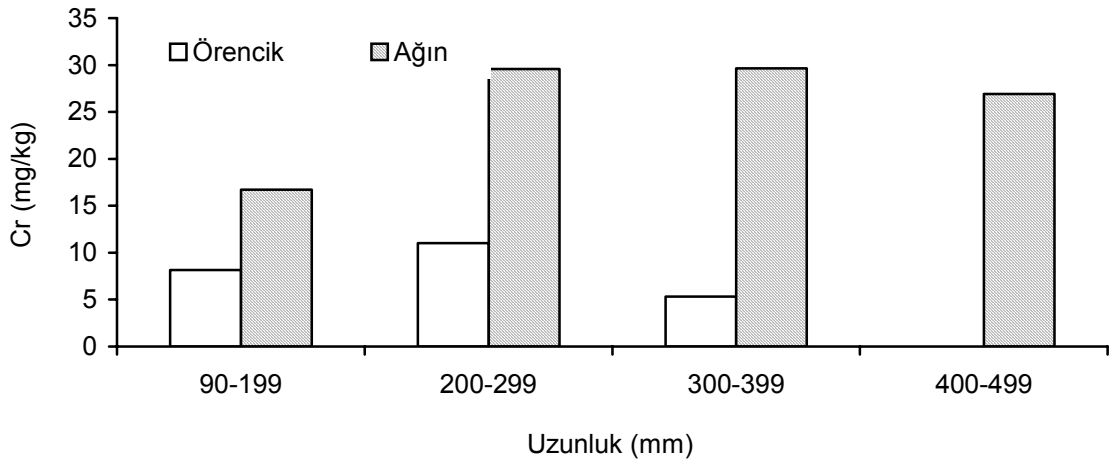
Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Zn birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda bütün uzunluk gruplarındaki Zn değerlerinin genel olarak birbirine yakın olduğu, Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda ise Zn konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı, buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.10.3). Araştırmanın yürütüldüğü üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'nun uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. U1 uzunluk grubunda Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). U2 uzunluk grubunda her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). U3 uzunluk grubunda Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P < 0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.10.1).



Şekil 4.4.4.10.3. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Zn birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Krom (Cr)

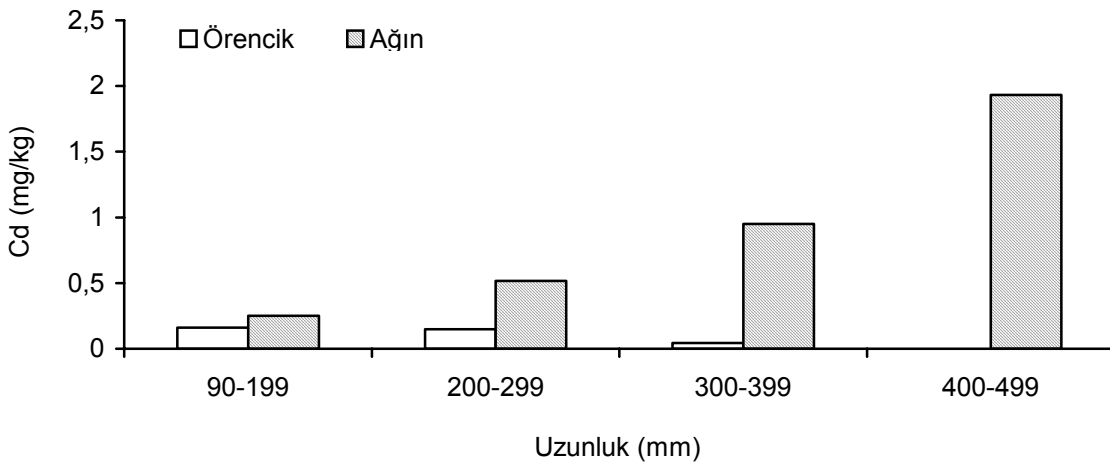
Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, U4 uzunluk grubu hariç (Örencik bölgesinde bu uzunluk grubunda balık örneği bulunmamaktadır) bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cr konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı, buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.10.3). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak U1 uzunluk grubunda önemsiz olduğu ($P>0,05$), U2 ve U3 uzunluk gruplarında ise önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.10.1).



Şekil 4.4.4.10.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cr birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cd birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cd konsantrasyonunun uzunluk gruplarına bağlı olarak azaldığı, buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda ise arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.4.10.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak U1 uzunluk grubunda önemsiz olduğu ($P>0,05$), U2 ve U3 uzunluk gruplarında ise önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.10.1).



Şekil 4.4.4.10.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd birikiminin uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi.

Tablo 4.4.4.10.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin uzunluk gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
90-199 mm					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	°	°
Aydıncık-Ağın	°	°	°	°	°
Örencik-Ağın	+	-	+	-	-
200-299 mm					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
300-399 mm					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	-	-	+	+
400-499 mm					
Aydıncık-Örencik	ø	ø	ø	°	°
Aydıncık-Ağın	ø	ø	ø	°	°
Örencik-Ağın	°	°	°	°	°

+: $P < 0,05$

-: $P > 0,05$

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

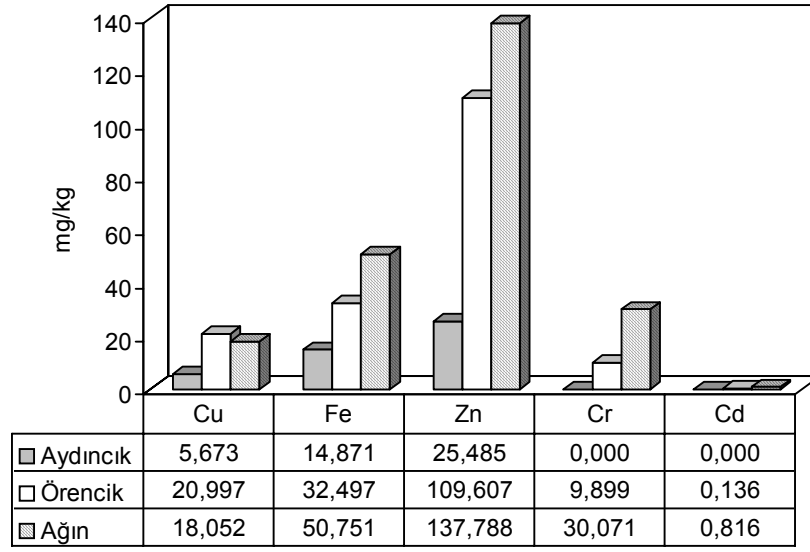
°: *C. trutta* yok.

ø: İstatistik yapabilmek için yeterli veri yok.

4.4.4.11. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Cinsiyete Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Dişi Bireyler

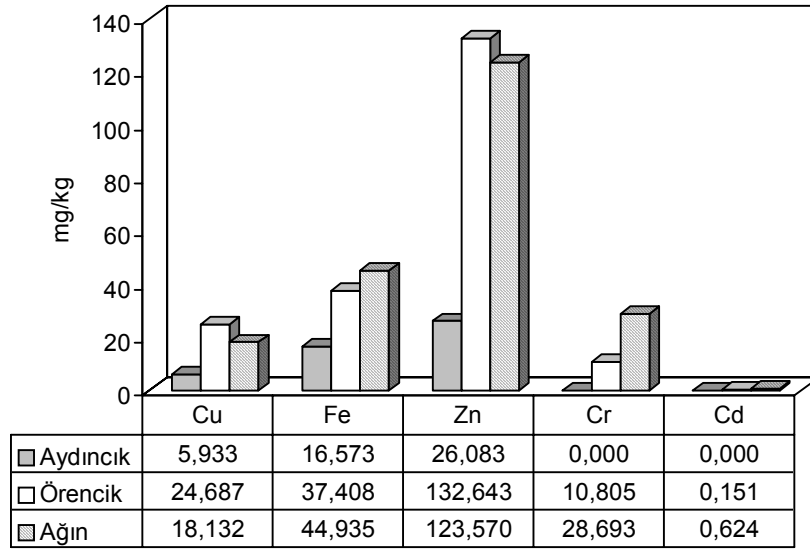
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında tespit edilen ağır metallerin konsantrasyonlarının dişi bireylerdeki değişimi karşılaştırıldığında, en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. *C. trutta* bireylerinin gonadında tespit edilen ağır metaller arasında en az birikim gösteren element Cd, en fazla birikim gösteren element ise Zn olmuştur (Şekil 4.4.4.11.1). Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren elementlerin dişi bireylerde değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, Cu, Fe ve Zn elementlerinin dişi bireylerde birikiminin, her üç bölge arasında da önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Cr ve Cd elementlerinin dişi bireylerin gonadındaki birikiminin ise Örencik-Ağın bölgeleri arasında önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.11.1).



Şekil 4.4.4.11.1. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin gonadında tespit edilen ağır metallerin konsantrasyonları.

Erkek Bireyler

Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında tespit edilen ağır metallerin erkek bireylerdeki değişimi dikkate alındığında, en az birikimin Aydınçık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Örencik bölgesinden yakalanan erkek bireylerde olduğu belirlenmiştir. Aydınçık bölgesinden yakalanan bireylerde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir. *C. trutta* bireylerinin gonadında tespit edilen ağır metaller arasında en az birikim gösteren element Cd, en fazla birikim gösteren element ise Zn olmuştur (Şekil 4.4.4.11.2). Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren elementlerin erkek bireylerde değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. Buna göre, Cu ve Fe elementlerinin erkek bireylerde birikiminin, her üç bölge arasında önemli olduğu ($P<0,05$), Zn birikiminin ise Aydınçık-Örencik ve Aydınçık-Ağın bölgeleri arasında önemli olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir. Cr ve Cd elementlerinin erkek bireylerin gonadındaki birikiminin ise Örencik-Ağın bölgeleri arasında önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.11.1).



Şekil 4.4.4.11.2. Aydınık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinin gonadında tespit edilen ağır metallerin konsantrasyonları.

Tablo 4.4.4.11.1. Aydınık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin cinsiyete göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
DİŞİ BİREYLER					
Aydınık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydınık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
ERKEK BİREYLER					
Aydınık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydınık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	-	+	+

+: $P < 0,05$

-: $P > 0,05$

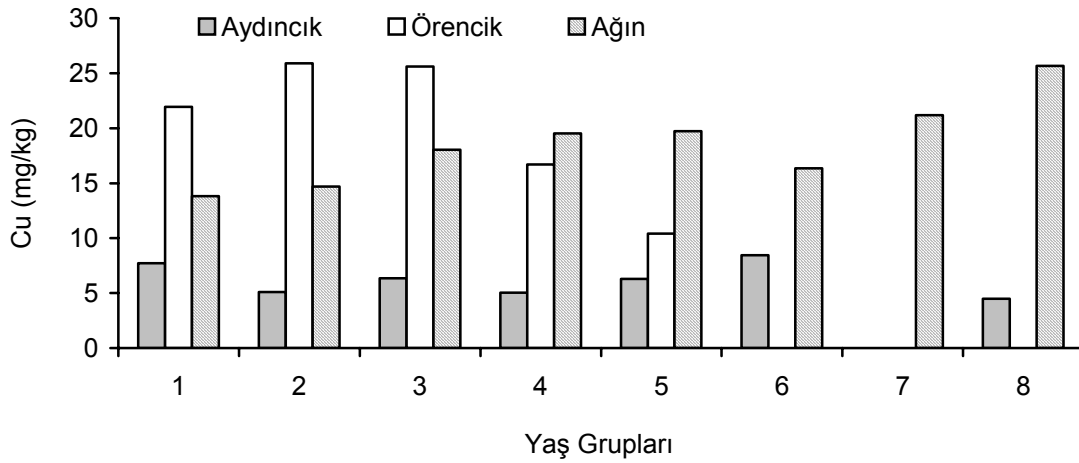
*: Aydınık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

4.4.4.12. Aydınık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta*'nın Gonadında Yaş Gruplarına Bağlı Olarak Ağır Metallerin Birikim Düzeyleri

Bakır (Cu)

Aydınık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydınık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise 1-3. yaş grupları hariç (bu yaş gruplarında en fazla Cu birikimi Örencik bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenmiştir) Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cu

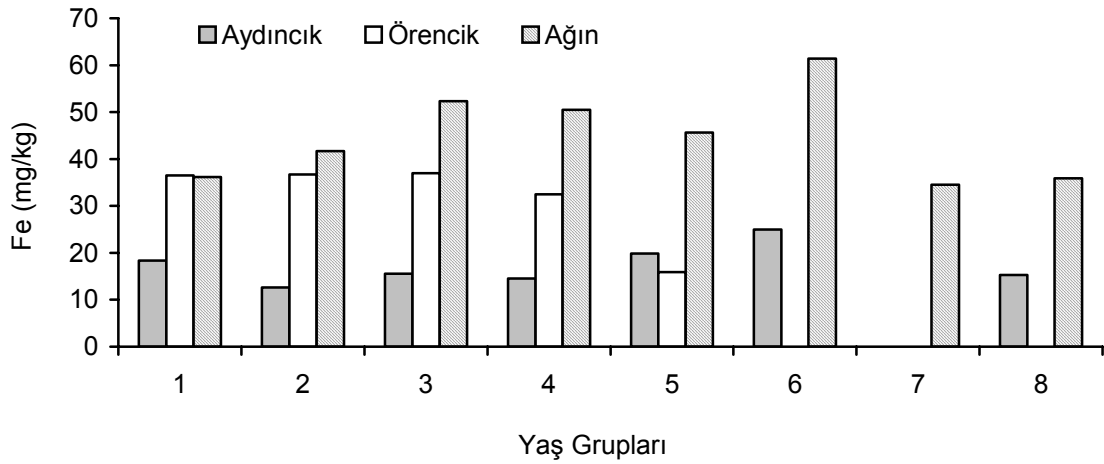
konsantrasyonunda yaş gruplarına bağlı olarak düzensiz artış ve azalmalar olmuştur (Şekil 4.4.4.12.1). Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cu'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. 1. yaş grubunda Aydıncık-Örencik ve Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir. 2 ve 3. yaş gruplarında her üç bölge arasındaki ilişkinin, 4. yaş grubunda Aydıncık-Örencik ve Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin, 5. yaş grubunda ise Aydıncık-Ağın ve Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.12.1).



Şekil 4.4.4.12.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cu birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Demir (Fe)

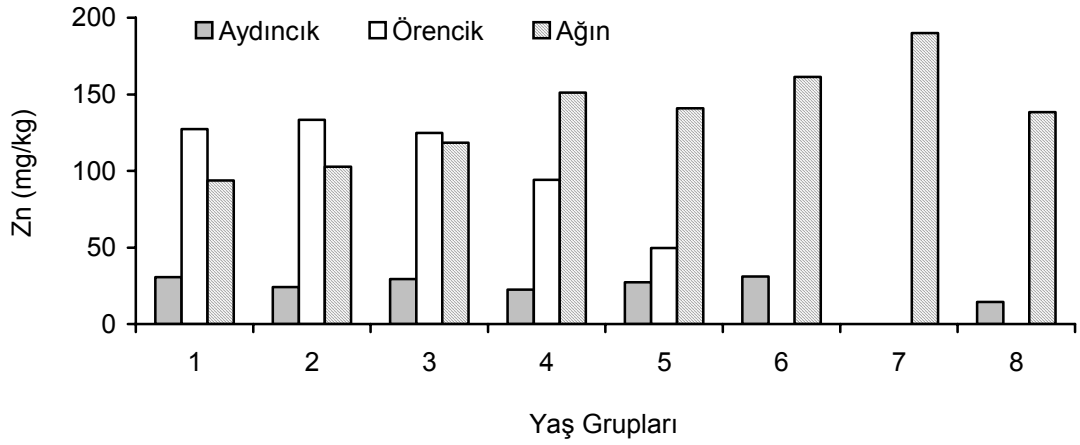
Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadındaki Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi dikkate alındığında, bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise 1. yaş grubu hariç Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Aydıncık ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Fe konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak düzensiz arttığı ve azaldığı tespit edilmiştir. Buna karşılık Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur (Şekil 4.4.4.12.2). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Fe'nin yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. 1. ve 2 yaş gruplarında Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin, 3. ve 4. yaş gruplarında her üç bölge arasındaki ilişkinin, 5. yaş grubunda ise Aydıncık-Ağın ve Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P>0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.12.1).



Şekil 4.4.4.12.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Fe birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Çinko (Zn)

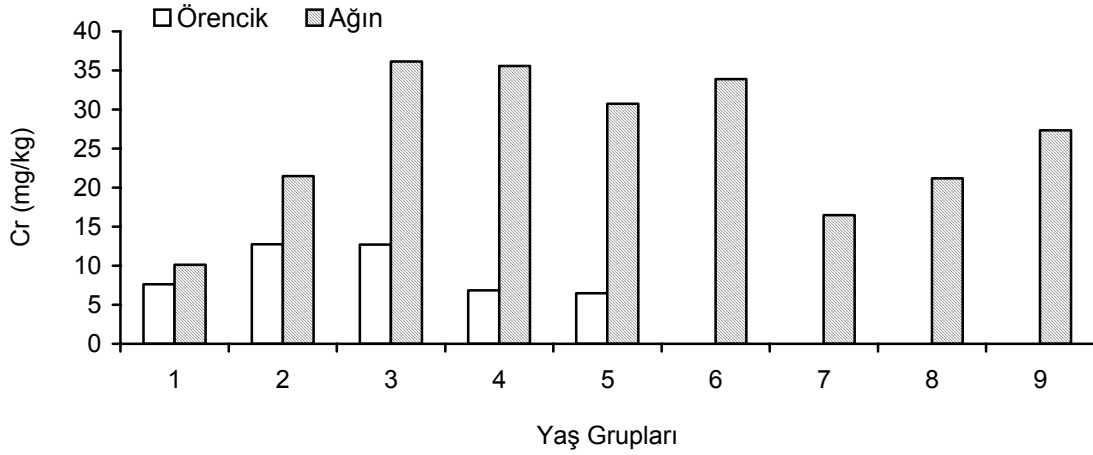
Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'nun yaş gruplarına göre değişimi karşılaştırıldığında, Cu ve Fe elementlerinde olduğu gibi bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise 1-3. yaş grupları hariç Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Zn konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak düzensiz arttığı ve azaldığı bulunmuştur. Buna karşılık Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.12.3). Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Zn'nun yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı incelenmiştir. 1. ve 2. yaş gruplarında Aydıncık-Örencik ve Aydıncık-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin, 3. yaş grubunda Aydıncık-Ağın ve Örencik-Ağın bölgeleri arasındaki ilişkinin, 4. ve 5. yaş grupların da ise her üç bölge arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.4.4.12.1).



Şekil 4.4.4.12.3. Aydınçık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Zn birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Krom (Cr)

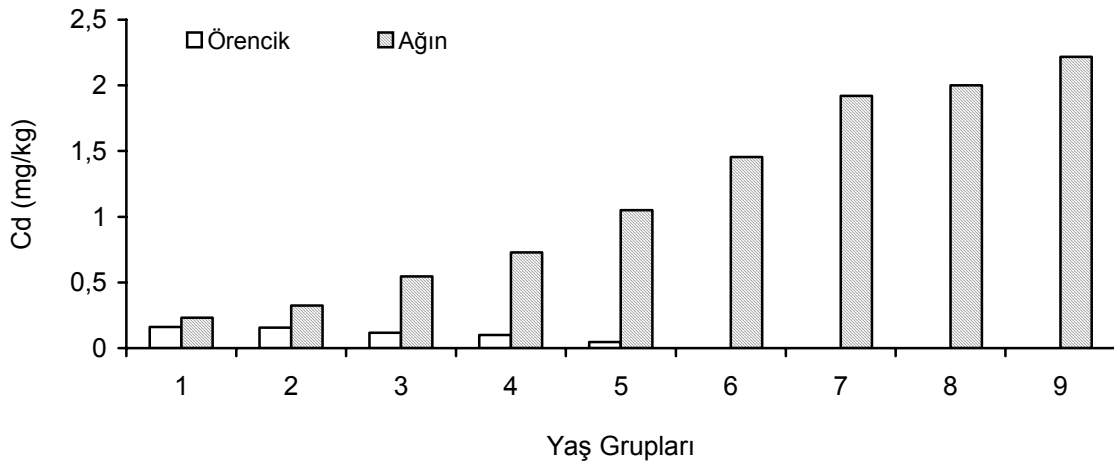
Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un yaş gruplarına göre değişimi dikkate alındığında, bütün yaş gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde olduğu tespit edilmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Cr konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak azaldığı kaydedilmiştir. Buna karşılık Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki Cr konsantrasyonunun yaş gruplarına bağlı olarak düzensiz arttığı ve azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.4.4.12.4). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cr'un yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak, 1. yaş grubu hariç bütün yaş gruplarında önemli olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Tablo 4.4.4.12.1).



Şekil 4.4.4.12.4. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cr birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Kadmiyum (Cd)

Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un yaş gruplarına göre değişimi karşılaştırıldığında, Cr elementinde olduğu gibi bütün yaş gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan balıkların gonadındaki Cd konsantrasyonu yaş gruplarına bağlı olarak azalırken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde yaş gruplarına bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.4.4.12.5). Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında birikim gösteren Cd'un yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin istatistiksel olarak 1. yaş grubu hariç bütün yaş gruplarında önemli olduğu ($P<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 4.4.4.12.1).



Şekil 4.4.4.12.5. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın gonadında Cd birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişimi.

Tablo 4.4.4.12.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C.trutta*'nın gonadında birikim gösteren ağır metallerin yaş gruplarına göre değişiminin istatistiksel olarak önem dereceleri.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
1. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	-	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	-	-
2. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	-	-	+	+
3. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	-	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	+	+	+	+	+
4. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	+	+	+	*	*
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	*
Örencik-Ağın	-	+	+	+	+
5. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	-	-	+	*	°
Aydıncık-Ağın	+	+	+	*	°
Örencik-Ağın	+	+	+	+	°
6. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	°	°
Aydıncık-Ağın	-	-	+	°	°
Örencik-Ağın	°	°	°	°	°
7. Yaş Grubu					
Aydıncık-Örencik	°	°	°	°	°
Aydıncık-Ağın	°	°	°	°	°
Örencik-Ağın	°	°	°	°	°

+: P<0,05

-: P>0,05

*: Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde Cr ve Cd konsantrasyonları cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan bu bölgede veri bulunmamaktadır.

°: *C. trutta* bireyi yok.

ø: İstatistik yapabilmek için yeterli veri yok.

4.5. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta* Populasyonunun Üreme Biyolojisi

4.5.1. Yaş Kompozisyonu ve Eşey Dağılımı

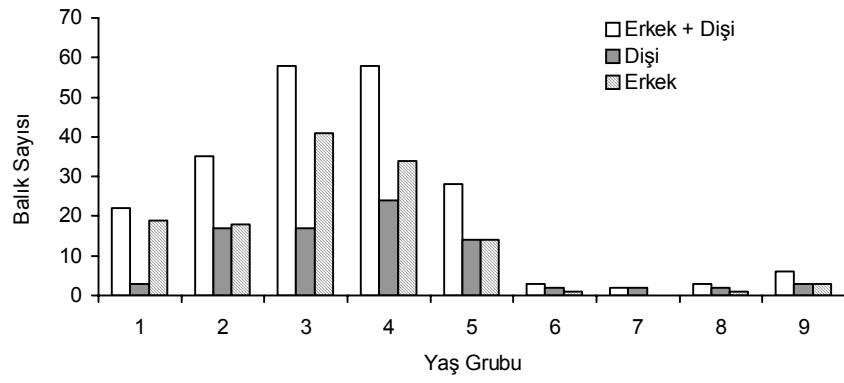
Aydıncık, Örencik ve ağın bölgelerinden elde edilen balık örneklerinin yaş grupları ve eşeylere göre dağılımları Tablo 4.5.1.1 ile Şekil 4.5.1.1-4.5.1.3'de verilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; Ağın bölgesinde yakalanan 215 adet *C. trutta* bireyinin 84 adedini dişi (%39,07), 131 adedini ise erkek bireylerin oluşturduğu (% 60,93) ve populasyonun 1-9 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en fazla bireyi 3. yaş grubundaki erkek balıkların oluşturduğu anlaşılmıştır (Tablo 4.5.1.1). Örencik bölgesinden yakalanan 345 adet *C.trutta* bireyinin 142 adedini dişi (%41,16), 203 adedini ise

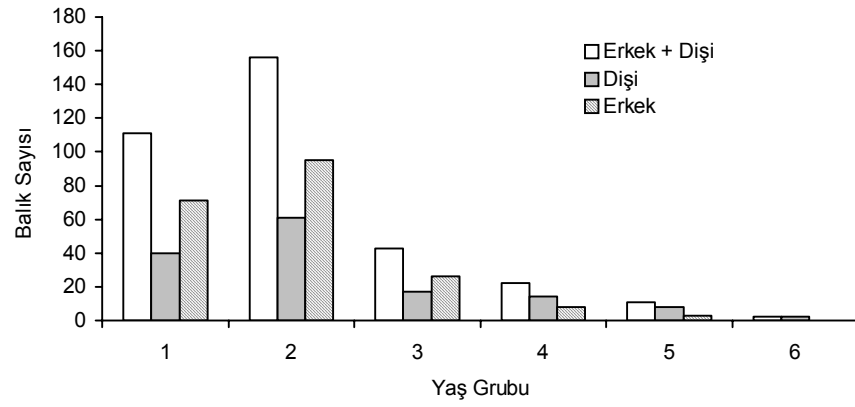
erkek bireylerin oluşturduğu (%58,84) ve populasyonun 1-6 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği bulunmuştur. Bu bölgede en fazla bireyi 2. yaş grubundaki erkek balıkların oluşturduğu belirlenmiştir (Tablo 4.5.1.1). Aydıncık bölgesinden yakalanan 270 adet *C. trutta* bireyinin 98 adedini dişi (%36,3), 172 adedini ise erkek bireylerin oluşturduğu (%63,7) ve populasyonun 1-8 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca en fazla bireyi 3. yaş grubundaki erkek balıkların oluşturduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5.1.1).

Tablo 4.5.1.1. Ağın, Örencik ve Aydınçık bölgelerinden yakalanan *C. trutta* populasyonunun yaş kompozisyonu ve eşey dağılımı.

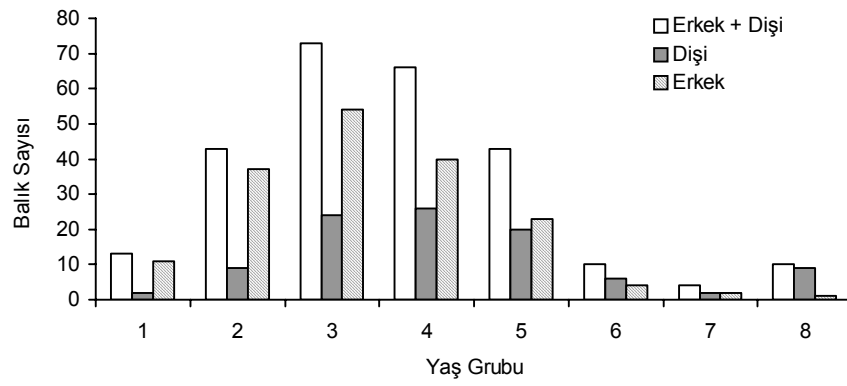
Yaş Grupları	Ağın							Örencik							Aydınçık						
	♀		♂		♀ + ♂		♂/♀ Oranı	♀		♂		♀ + ♂		♂/♀ Oranı	♀		♂		♀ + ♂		♂/♀ Oranı
	N	%	N	%	N	%		N	%	N	%	N	%		N	%	N	%	N	%	
1	3	1,40	19	8,84	22	10,23	6,33:1	40	11,59	71	20,58	111	32,17	1,78:1	2	0,74	11	4,08	13	4,81	5,5:1
2	17	7,91	18	8,37	35	16,27	1,06:1	61	17,68	95	27,54	156	45,22	1,56:1	9	3,33	37	13,70	46	17,04	3,8:1
3	17	7,91	41	19,07	58	26,98	2,41:1	17	4,92	26	7,54	43	12,46	1,53:1	24	8,89	54	20,00	78	28,89	2,04:1
4	24	11,15	34	15,81	58	26,98	1,42:1	14	4,06	8	2,32	22	6,38	0,73:1	26	9,63	40	14,82	66	24,45	1,54:1
5	14	6,51	14	6,51	28	13,02	1:1	8	2,32	3	0,87	11	3,19	0,38:1	20	7,41	23	8,52	43	15,93	1,15:1
6	2	0,93	1	0,47	3	1,40	0,5:1	2	0,58	-	-	2	0,58	-	6	2,22	4	1,48	10	3,70	0,67:1
7	2	0,93	-	-	2	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,74	2	0,74	4	1,48	1:1
8	2	0,93	1	0,47	3	1,40	0,5:1	-	-	-	-	-	-	-	9	3,33	1	0,37	10	3,70	0,11:1
9	3	1,40	3	1,39	6	2,79	1:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	84	39,07	131	60,93	215	100	1,56:1	142	41,15	203	58,85	345	100	1,43:1	98	36,29	172	63,71	270	100	1,76:1



Şekil 4.5.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın yaş gruplarına ve eşeylere göre dağılımı.



Şekil 4.5.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın yaş gruplarına ve eşeylere göre dağılımı.



Şekil 4.5.1.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın yaş gruplarına ve eşeylere göre dağılımı.

4.5.2. Eşeyssel Olgunluğa Ulaşma Yaşı

Kasım 2005-Ekim 2006 tarihleri arasında Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgesinden yakalanmış olan toplam 830 adet bireyin karınları açılıp gonadları incelenerek eşey tayini yapılmıştır.

Ağın bölgesinde dişi ve erkek *C. trutta* bireylerinin 2 yaşında eşeyssel olgunluğa eriştikleri tespit edilmiştir (Tablo 4.5.2.1). Örencik bölgesinde dişi *C. trutta* bireylerinin 3 yaşında, erkek bireylerin ise 2 yaşında eşeyssel olgunluğa eriştikleri bulunmuştur (Tablo 4.5.2.1). Aydıncık bölgesinde ise dişi ve erkek *C. trutta* bireylerinin 2 yaşında eşeyssel olgunluğa eriştikleri saptanmıştır (Tablo 4.5.2.1).

Tablo 4.5.2.1. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan *C. trutta* populasyonunun eşeyssel olgunluk durumunun yaş gruplarına göre dağılımı.

Ağın									Örencik								Aydıncık							
Yaş Grupları	Olgun Erkek		Olgun Olmayan Erkek		Olgun Dişi		Olgun Olmayan Dişi		Olgun Erkek		Olgun Olmayan Erkek		Olgun Dişi		Olgun Olmayan Dişi		Olgun Erkek		Olgun Olmayan Erkek		Olgun Dişi		Olgun Olmayan Dişi	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	0	0	19	100	1	33,3	2	66,7	0	0	71	100	0	0	40	100	1	9,1	10	90,9	0	0	2	100
2	17	94,4	1	5,6	13	76,4	4	23,6	86	90,5	9	9,5	18	29,5	43	70,5	27	73,0	10	27,0	7	77,8	2	22,2
3	38	92,7	3	7,3	14	82,3	3	17,7	23	88,5	3	11,5	16	94,1	1	5,9	41	76,0	13	24,0	16	66,7	8	33,3
4	33	97,0	1	3,0	21	87,5	3	12,5	8	100	0	0	14	100	0	0	29	72,5	11	27,5	24	92,3	2	7,7
5	10	71,4	4	28,6	13	92,9	1	7,1	3	100	0	0	8	100	0	0	17	74,0	6	26,0	17	85,0	3	15,0
6	1	100	0	0	2	100	0	0	-	-	-	-	2	100	0	0	4	100	0	0	4	66,7	2	33,3
7	0	0	0	0	2	100	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100	0	0	2	100	0	0
8	1	100	0	0	2	100	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	100	0	0	8	88,9	1	11,1
9	3	100	0	0	3	100	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.5.3. Üreme Dönemi

Üreme aylarında dişi bireylerin ovaryumlarında granül şeklinde yumurtalar, erkek bireylerde ise süt beyazı ve yüzeyi düzgün olan testisleri tespit edilmiştir. Dişi bireylerde herhangi bir sekonder seks özelliği tespit edilmemiştir. *C. trutta* populasyonunun üreme dönemini saptamak amacıyla her bireyin aylara göre ortalama gonadosomatik indeks (GSİ) değerleri saptanmıştır.

Ağın bölgesinden yakalanan bütün erkek bireylerin GSİ değerleri %0,34-14,19 arasında değişmiş ve ortalama değer $1,57 \pm 0,31$ olarak hesaplanmıştır. Bütün dişi bireyler için GSİ %0,31-11,41 arasında değişmiş olup, ortalama değer $1,60 \pm 0,35$ olduğu saptanmıştır. (Tablo 4.5.3.1). Hem erkek hem de dişi *C. trutta* bireylerinin gonadosomatik indeks değerlerinin mayıs ayında maksimuma eriştiği (Şekil 4.5.3.1) ve sperm ve yumurtalarını mayıs–haziran ayları arasında bıraktıkları saptanmıştır. Bu bölgede yaşayan *C. trutta*'nın üreme döneminde, yüzey su sıcaklığı 19,6–23,9°C olarak ölçülmüştür.

Örencik bölgesinden yakalanan bütün erkek bireylerin GSİ değerleri %0,09-10,50 arasında değişmekte olup, ortalama değer $1,17 \pm 0,34$ olarak hesaplanmıştır. Bütün dişi bireyler için GSİ %0,13-5,23 arasında değişmiş ve ortalama değer $1,32 \pm 0,16$ olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5.3.2). Erkek ve dişi balıkların gonadosomatik indeks değerlerinin mayıs ayında maksimuma eriştiği (Şekil 4.5.3.2) ve sperm ve yumurtalarını mayıs–haziran ayları arasında bıraktıkları saptanmıştır. Bu bölgede üreme döneminde, yüzey su sıcaklığı 21,7-26,6°C olarak ölçülmüştür.

Aydıncık bölgesinden yakalanan bütün erkek bireylerin GSİ değerleri %0,19-9,74 arasında değişmiş ve ortalama değer $1,14 \pm 0,13$ olarak hesaplanmıştır. Bütün dişi bireyler için GSİ %0,08-10,12 arasında değişmiş olup, ortalama değer $1,76 \pm 0,40$ olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5.3.3). Erkek ve dişi balıkların gonadosomatik indeks değerlerinin mayıs ayında maksimuma eriştiği (Şekil 4.5.3.3) ve sperm ve yumurtalarını mayıs-haziran ayları arasında bıraktıkları belirlenmiştir. Bu bölgede yaşayan *C. trutta*'nın üreme döneminde, yüzey su sıcaklığı 18,5-22,7°C olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.5.3.1. Ağın bölgesinde yaşayan *C. trutta* populasyonunun gonadosomatik indeks değerlerinin eşeylere ve aylara göre dağılımı.

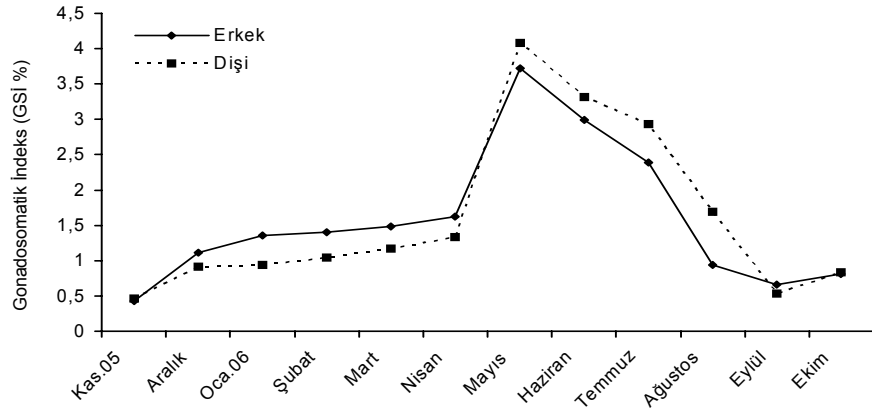
AYLAR	Gonadosomatik İndeks (Erkek)					Gonadosomatik İndeks (Dişi)				
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Kasım 2005	4	0,3448	0,4929	0,4262	0,0305	5	0,3725	0,5803	0,4669	0,0443
Aralık	1	-	-	1,1164	-	10	0,6564	1,9255	0,9147	0,1248
Ocak 2006	8	0,8797	1,7814	1,3542	0,1068	3	0,5223	1,4920	0,9377	0,2884
Şubat	8	0,9125	2,1015	1,4009	0,1526	3	0,8071	1,2824	1,0461	0,1372
Mart	9	1,1042	1,9221	1,4860	0,0906	4	1,0979	1,2543	1,1761	0,0781
Nisan	7	1,1133	2,1452	1,6208	0,1647	3	0,4702	2,2465	1,3306	0,3013
Mayıs	8	0,4419	10,1969	3,7284	1,4974	5	1,2284	11,4160	4,0837	1,1500
Haziran	30	0,4606	9,2503	2,9896	0,7455	9	0,9551	7,5795	3,3156	0,9021
Temmuz	26	0,3042	4,1928	2,3908	0,6131	18	0,5550	8,8511	2,9317	0,4996
Ağustos	12	0,5022	2,1646	0,9451	0,1521	8	0,5204	3,7548	1,6899	0,3749
Eylül	17	0,3472	1,1595	0,6580	0,0652	6	0,3123	0,8537	0,5362	0,0912
Ekim	8	0,5032	1,5818	0,8092	0,1247	10	0,3562	3,0519	0,8350	0,2546

Tablo 4.5.3.2. Örencik bölgesinde yaşayan *C. trutta* populasyonunun gonadosomatik indeks değerlerinin eşeylere ve aylara göre dağılımı.

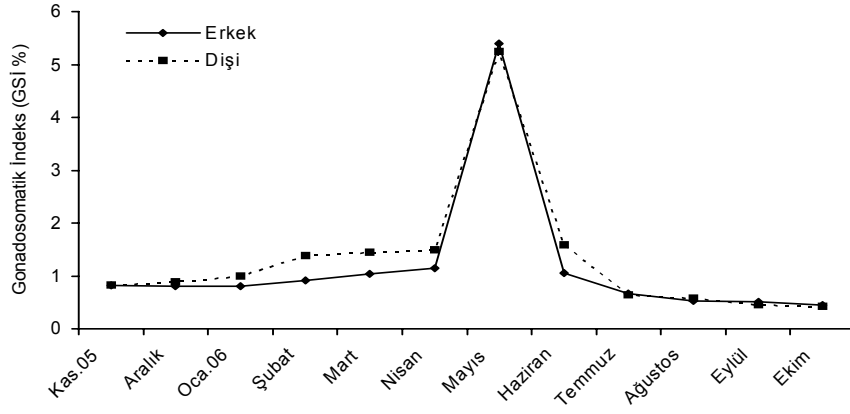
AYLAR	Gonadosomatik İndeks (Erkek)					Gonadosomatik İndeks (Dişi)				
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Kasım 2005	10	0,5572	1,2589	0,8155	0,0748	6	0,5025	1,6233	0,8158	0,1803
Aralık	8	0,3594	1,1340	0,8134	0,1257	7	0,3807	2,0326	0,8865	0,2117
Ocak 2006	15	0,4449	1,6260	0,8097	0,0846	5	0,6704	1,4245	0,9994	0,1435
Şubat	13	0,2498	1,7543	0,9201	0,1183	13	0,6187	2,5295	1,3723	0,2176
Mart	8	0,7787	1,8366	1,0448	0,1241	9	0,3639	2,6966	1,4482	0,3122
Nisan	22	0,5091	2,3608	1,1513	0,1155	16	1,3773	2,9092	1,4915	0,1949
Mayıs	13	0,4599	10,5060	1,4799	0,7556	6	4,8831	6,0432	5,2332	0,2425
Haziran	16	0,2770	7,4963	1,0507	0,4329	3	1,3765	1,8006	1,5886	0,2120
Temmuz	38	0,0949	1,5774	0,6591	0,0556	33	0,3179	1,6725	0,6367	0,0508
Ağustos	28	0,2280	0,9456	0,5324	0,0332	24	0,1396	1,6138	0,5709	0,0740
Eylül	17	0,2342	0,9892	0,5089	0,0433	10	0,2258	1,0013	0,4485	0,0713
Ekim	20	0,1692	0,8026	0,4536	0,0487	10	0,1924	1,0405	0,4217	0,0793

Tablo 4.5.3.3. Aydıncık bölgesinde yaşayan *C. trutta* populasyonunun gonadosomatik indeks değerlerinin eşeylere ve aylara göre dağılımı.

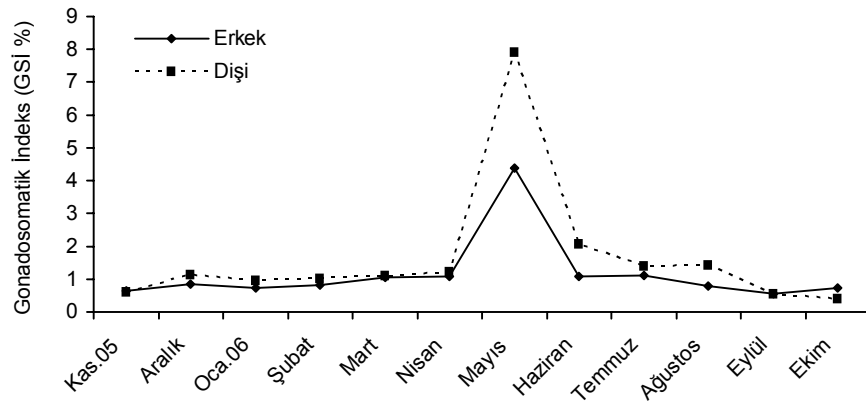
AYLAR	Gonadosomatik İndeks (Erkek)					Gonadosomatik İndeks (Dişi)				
	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Hata
Kasım 2005	9	0,3509	0,8280	0,6332	0,0511	4	0,5131	0,7826	0,6037	0,0613
Aralık	3	0,6809	0,9630	0,8465	0,0851	11	0,6510	1,6466	1,1316	0,1078
Ocak 2006	6	0,3321	0,1060	0,7199	0,1251	4	0,3157	1,5188	0,9631	0,2479
Şubat	7	0,4383	1,9083	0,8067	0,1885	3	0,5617	1,8490	1,0211	0,4148
Mart	12	0,3932	2,2954	1,0597	0,1453	4	0,3939	1,7678	1,1192	0,3504
Nisan	18	0,2183	2,3587	1,0862	0,1340	12	0,0845	2,9514	1,2305	0,2959
Mayıs	27	0,7423	9,7403	4,3957	0,4449	3	6,9459	9,0103	7,9327	0,5977
Haziran	7	0,5361	1,7846	1,0688	0,1581	6	0,1314	7,9464	2,0698	1,3462
Temmuz	21	0,2380	3,1443	1,1013	0,1559	12	0,1721	3,3862	1,4057	0,3238
Ağustos	21	0,3302	1,4884	0,7803	0,0611	8	0,3971	4,4258	1,4249	0,4553
Eylül	23	0,2343	1,2320	0,5535	0,0534	18	0,2258	1,2569	0,5534	0,0795
Ekim	18	0,3820	1,1817	0,7233	0,0499	13	0,1945	1,0182	0,4203	0,0775



Şekil 4.5.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* populasyonunun erkek ve dişi bireylerinin GSI değerlerinin aylara göre değişimi.



Şekil 4.5.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* populasyonunun erkek ve dişi bireylerinin GSI değerlerinin aylara göre değişimi.



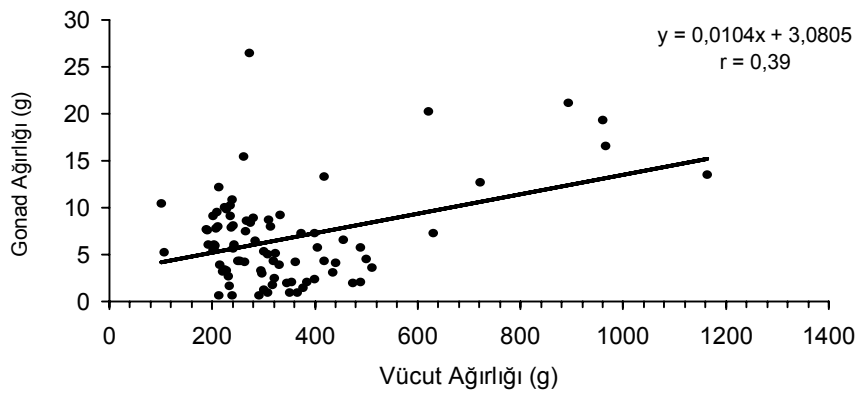
Şekil 4.5.3.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* populasyonunun erkek ve dişi bireylerinin GSI değerlerinin aylara göre değişimi.

4.5.4.Vücut Ağırlığı ile Ovaryum Ağırlığı İlişkisi

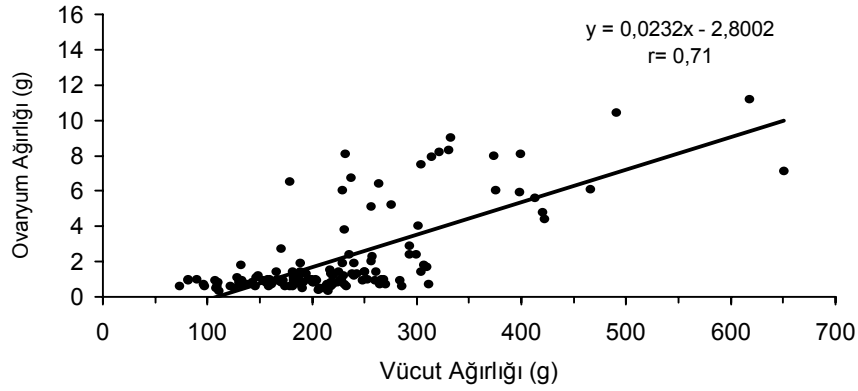
Ağın bölgesinden yakalanan dişi bireylerin en küçük ovaryum ağırlığı mart ayında 0,6 g olarak 239,4 g ağırlığa sahip balıkta saptanmıştır. En büyük ovaryum ağırlığı ise haziran ayında 26,4 g olarak 272,3 g'lık balıkta tespit edilmiştir. En büyük balık ağırlığı temmuz ayında 1163,1 g ve ovaryum ağırlığı 13,5 g bulunurken, en düşük balık ağırlığı mayıs ayında 101,5 g ve ovaryum ağırlığı 10,4 g olarak belirlenmiştir. Araştırma süresince incelenen bütün dişi *C. trutta* bireylerinin ovaryum ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında pozitif zayıf-orta derecede bir ilişki ($r=0,39$) bulunmuştur (Şekil 4.5.4.1).

Örencik bölgesinden yakalanan dişi bireylerin en küçük ovaryum ağırlığı ağustos ayında 0,3 g olarak 215,1 g'lık balıkta saptanmıştır. En büyük ovaryum ağırlığı ise şubat ayında 11,2 g olarak 617,5 g'lık balıkta tespit edilmiştir. En büyük balık ağırlığı şubat ayında 650,7 g ve ovaryum ağırlığı 7,1 g bulunurken, en düşük balık ağırlığı ocak ayında 73,2 g ve ovaryum ağırlığı 0,6 g olarak saptanmıştır. Araştırma süresince incelenen bütün dişi *C. trutta* bireylerinin ovaryum ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında pozitif iyi derecede bir ilişki ($r= 0,71$) bulunmuştur (Şekil 4.5.4.2).

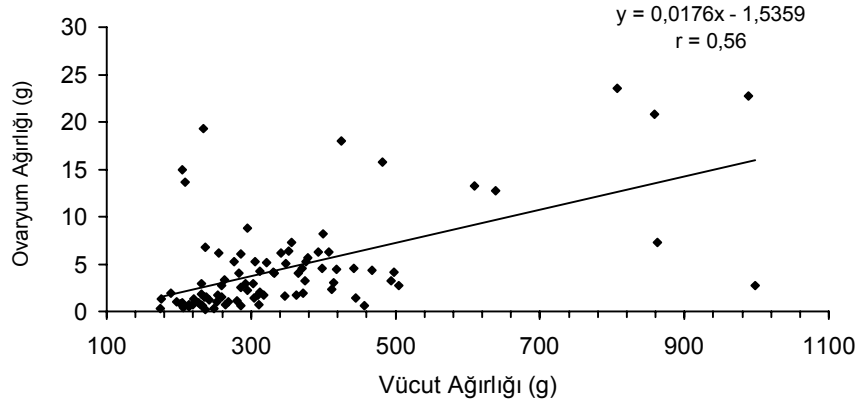
Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi bireylerin en küçük ovaryum ağırlığı nisan ayında 0,2 g olarak 236,9 g'lık balıkta belirlenmiştir. En büyük ovaryum ağırlığı ise temmuz ayında 23,5 g olarak 806,6 g'lık balıkta tespit edilmiştir. En büyük balık ağırlığı eylül ayında 998,2 g ve ovaryum ağırlığı 2,7 g bulunurken, en düşük balık ağırlığı temmuz ayında 174,6 g ve ovaryum ağırlığı 0,3 g olarak bulunmuştur. Araştırma süresince incelenen bütün dişi *C. trutta* bireylerinin ovaryum ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında pozitif iyi derecede bir ilişki ($r=0,56$) bulunmuştur (Şekil 4.5.4.3).



Şekil 4.5.4.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut ağırlığı ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.



Şekil 4.5.4.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut ağırlığı ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.



Şekil 4.5.4.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut ağırlığı ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.

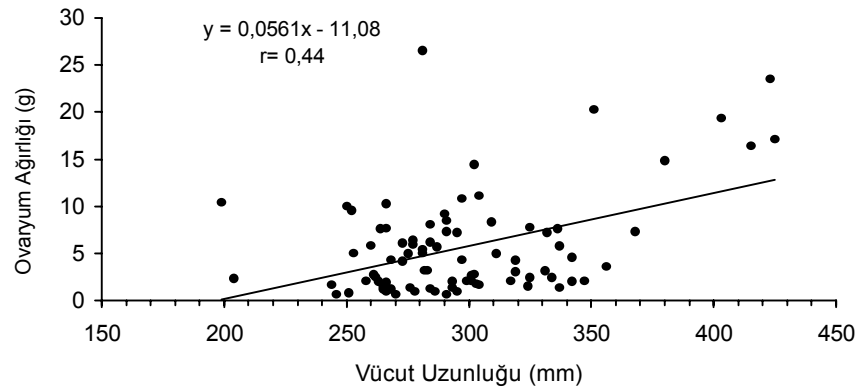
4.5.5.Vücut Uzunluğu ile Ovaryum Ağırlığı İlişkisi

Ağın bölgesinden yakalanan ve ovaryumları tartılan 84 adet dişi *C. trutta* bireyinin vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı arasında zayıf-orta derecede bir ilişki ($r=0,44$) bulunmuştur. En düşük vücut uzunluğu mayıs ayında (199 mm) ve ovaryum ağırlığı 10,4 g bulunurken, en büyük uzunluk ise temmuz ayında (425 mm) ve ovaryum ağırlığı 17,1 g olarak tespit edilmiştir. Ovaryum ağırlığının en büyük değeri haziran ayında (26,4 g) 281 mm uzunluğundaki balıkta ve ovaryum ağırlığının en küçük değeri mart ayında (0,6 g) 270 mm uzunluğundaki balıkta saptanmıştır (Şekil 4.5.5.1).

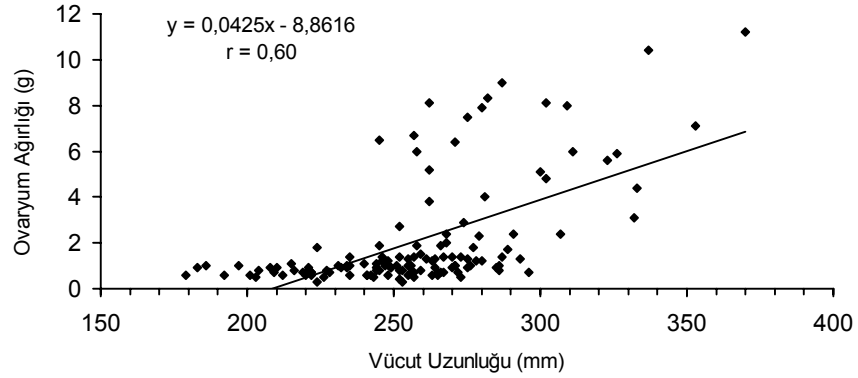
Örencik bölgesinden yakalanan ve ovaryumları tartılan 142 adet dişi *C. trutta* bireyinin vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,60$) bulunmuştur. En düşük vücut uzunluğu ocak ayında (179 mm) ve ovaryum ağırlığı 0,6 g, en büyük uzunluk ise şubat ayında (370 mm) ve ovaryum ağırlığı 11,2 g olarak tespit edilmiştir. Ovaryum ağırlığının en büyük değeri şubat ayında 11,2 g olarak 370 mm uzunluğundaki balıkta ve ovaryum

ağırlığının en küçük değeri ise mart ayında 0,3 g olarak 224 mm uzunluğundaki balıkta belirlenmiştir (Şekil 4.5.5.2).

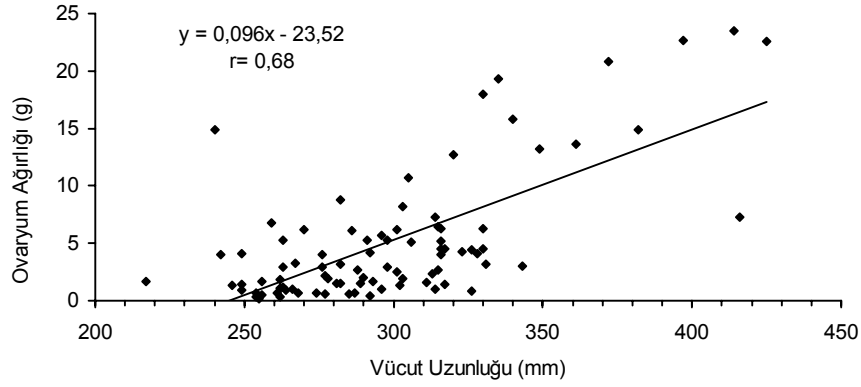
Aydıncık bölgesinden yakalanan ve ovaryumları tartılan 98 adet dişi *C. trutta* bireyinin vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,68$) bulunmuştur. En düşük vücut uzunluğu mayıs ayında (240 mm) ve ovaryum ağırlığı 14,9 g bulunurken, en büyük uzunluk ise eylül ayında (425 mm) ve ovaryum ağırlığı 22,6 g olarak tespit edilmiştir. Ovaryum ağırlığının en büyük değeri temmuz ayında 23,5 g olarak 414 mm uzunluğundaki balıkta ve ovaryum ağırlığının en küçük değeri ise nisan ayında 0,2 g olarak 255 mm uzunluğundaki balıkta bulunmuştur (Şekil 4.5.5.3).



Şekil 4.5.5.1. Ağın bölgesinde yaşayan *C. trutta*'da vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.



Şekil 4.5.5.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.



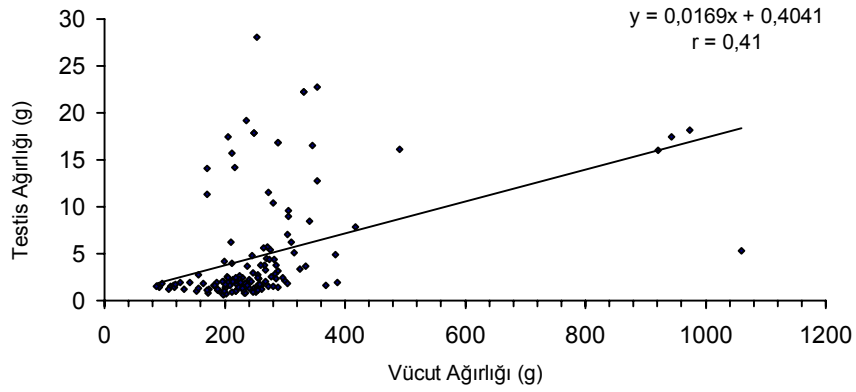
Şekil 4.5.5.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut uzunluğu ile ovaryum ağırlığı ilişkisi.

4.5.6. Vücut Ağırlığı İle Testis Ağırlığı İlişkisi

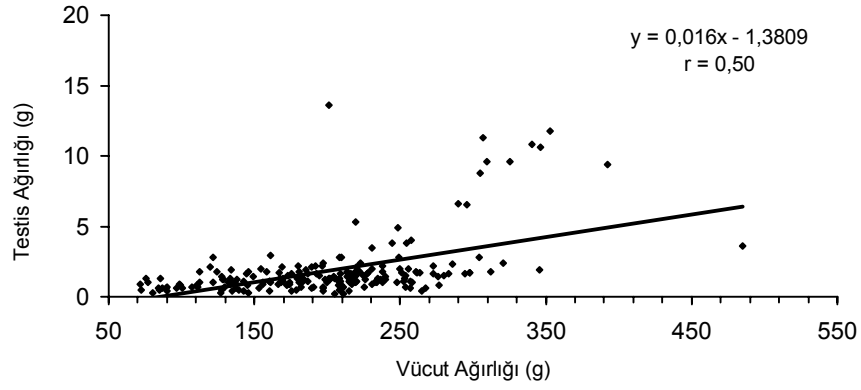
Ağın bölgesinde araştırma süresince incelenen bütün erkek *C. trutta* bireylerinin testis ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında zayıf-orta derecede bir ilişki ($r=0,41$) bulunmuştur. Testis ağırlığının en büyük değeri haziran ayında 28,1 g olarak 252,9 g balıkta ve testis ağırlığının en düşük değeri temmuz ayında 0,6 g olarak 197,8 g balıkta tespit edilmiştir. Ağırlığı en fazla olan balık haziran ayında 1060,5 g ve testis ağırlığı 5,3 g bulunurken, ağırlığı en az olan balık ocak ayında 90,8 g ve testis ağırlığı da 1,4 g olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5.6.1).

Örencik bölgesinde araştırma süresince incelenen bütün erkek *C. trutta* bireylerinin testis ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,50$) bulunmuştur. Testis ağırlığının en büyük değeri nisan ayında 6,6 g olarak 289,9 g'lık balıkta ve testis ağırlığının en düşük değeri temmuz ayında 0,2 g olarak 204,9 g balıkta tespit edilmiştir. Ağırlığı en fazla olan balık temmuz ayında 484,9 g ve testis ağırlığı 3,6 g bulunurken, ağırlığı en az olan balık ocak ayında 71,9 g ve testis ağırlığı da 0,9 g olarak saptanmıştır (Şekil 4.5.6.2).

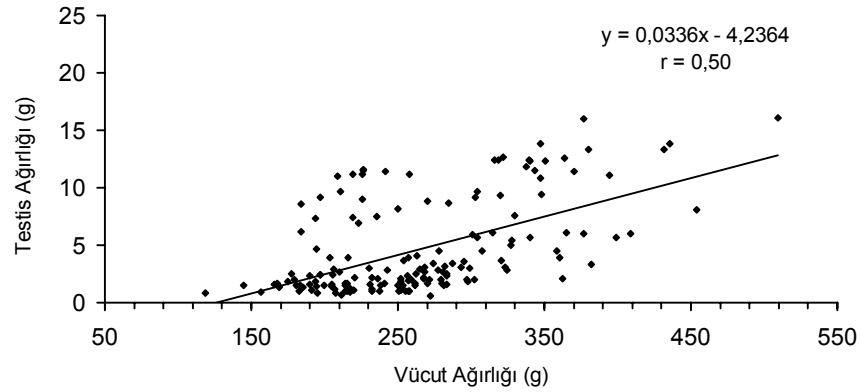
Aydıncık bölgesinde araştırma süresince incelenen bütün erkek *C. trutta* bireylerinin testis ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,50$) bulunmuştur. Testis ağırlığının en büyük değeri mayıs ayında 16,1 g olarak 377 g'lık balıkta ve testis ağırlığının en düşük değeri ağustos ayında 0,5 g olarak 293,3 g balıkta belirlenmiştir. Ağırlığı en fazla olan balık temmuz ayında 519,1 g ve testis ağırlığı 13,1 g bulunurken, ağırlığı en az olan balık ağustos ayında 118 g ve testis ağırlığı da 0,8 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5.6.3).



Şekil 4.5.6.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın vücut ağırlığı ile testis ağırlığı arasındaki ilişki.



Şekil 4.5.6.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın vücut ağırlığı ile testis ağırlığı arasındaki ilişki.



Şekil 4.5.6.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın vücut ağırlığı ile testis ağırlığı arasındaki ilişki.

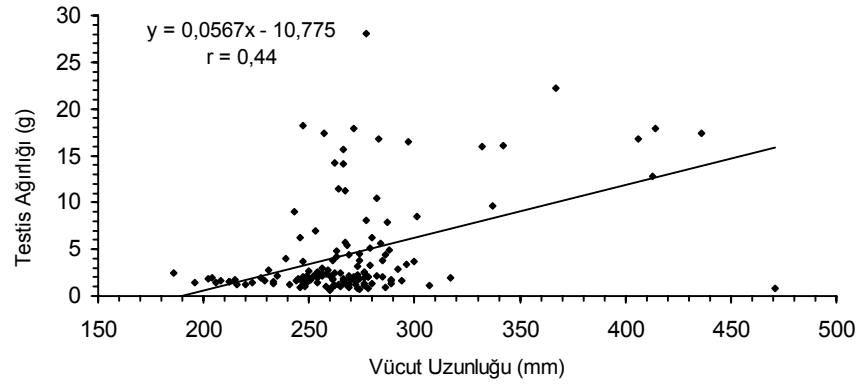
4.5.7. Vücut Uzunluğu ile Testis Ağırlığı İlişkisi

Ağın bölgesinde araştırma süresince *C. trutta* populasyonunun erkek bireylerin vücut uzunluğu ile testis ağırlığı arasında zayıf-orta derecede ($r=0,44$) bir ilişki bulunmuştur. En

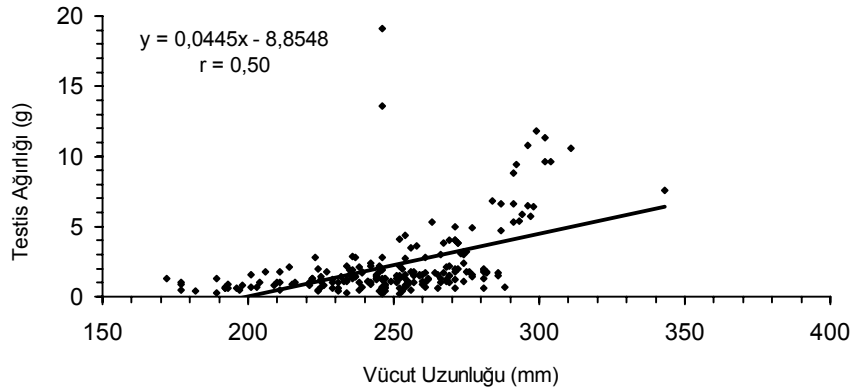
küçük erkek bireyin boyu ocak ayında 186 mm ve testis ağırlığı 2,5 olarak, en uzun bireyin boyu ise mayıs ayında 471 mm ve testis ağırlığı da 0,8 g olarak tespit edilmiştir. En düşük testis ağırlığı temmuz ayında 0,6 g olarak 260 mm'lik balıkta, en büyük testis ağırlığı ise haziran ayında 28,1 g olarak 277 mm uzunluğundaki balıkta görülmüştür (Şekil 4.5.7.1).

Örencik bölgesinde araştırma süresince incelenen *C. trutta* populasyonunun erkek bireylerin vücut uzunluğu ile testis ağırlığı arasında iyi derecede ($r=0,50$) bir ilişki bulunmuştur. En küçük erkek bireyin boyu şubat ayında 172 mm ve testis ağırlığı da 1,3 g olarak, en uzun bireyin boyu ise temmuz ayında 343 mm ve testis ağırlığı da 3,6 g olarak tespit edilmiştir. En düşük testis ağırlığı temmuz ayında 0,2 g olarak 252 mm'lik balıkta, en büyük testis ağırlığı ise mayıs ayında 19,1 g olarak 246 mm uzunluğundaki balıkta görülmüştür (Şekil 4.5.7.2).

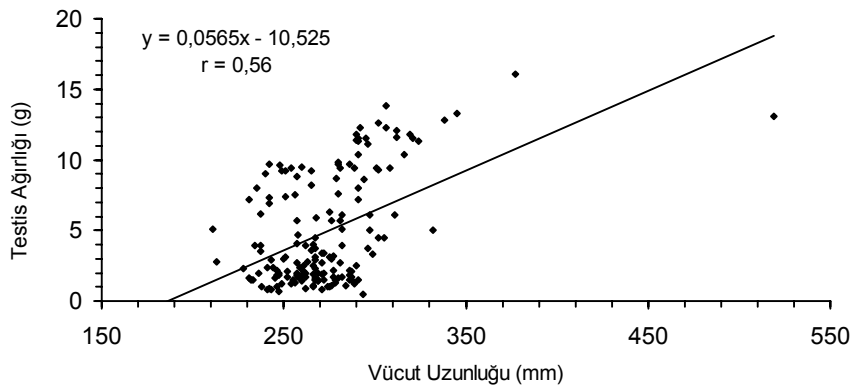
Aydincık bölgesinde araştırma süresince incelenen *C. trutta* populasyonunun erkek bireylerin vücut uzunluğu ile testis ağırlığı arasında iyi derecede ($r=0,56$) bir ilişki bulunmuştur. En küçük erkek bireyin boyu mart ayında 231 mm ve testis ağırlığı da 1,6 g olarak, en uzun bireyin boyu ise ağustos ayında 377 mm ve testis ağırlığı 6 g olarak tespit edilmiştir. En düşük testis ağırlığı eylül ayında 0,6 g olarak 271 mm'lik balıkta, en büyük testis ağırlığı mayıs ayında 16 g olarak 377 mm uzunluğundaki balıkta görülmüştür (Şekil 4.5.7.3).



Şekil 4.5.7.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın vücut uzunluğu ile testis ağırlığı ilişkisi.



Şekil 4.5.7.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın vücut uzunluğu ile testis ağırlığı ilişkisi.



Şekil 4.5.7.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın vücut uzunluğu ile testis ağırlığı ilişkisi.

4.5.8. Yumurta Çapı

Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinde yaşayan *C. trutta* popülasyonundan yakalanan dişi bireylerin yumurta çapları her örneklemede düzenli olarak ölçülmüştür. Üremeden sonraki

aylarda dişi balıkların ovaryumlarındaki yumurtaların sayılamayacak kadar küçük ve hatta tamamen boşaltılmış granüllü bir yapı gösterdikleri gözlenmiştir. Araştırma süresince ovaryum içinde farklı büyüklük ve renkte yumurta tespit edilmiş olup, bu renk değişimi yeşilimsi-çok açık sarı veya kirli beyaz ve olgun yumurtalarda ise temiz süt beyazı-portakal sarısı rengindedir. Renk değişimine bağılı olarak yumurta çaplarının büyüklüğünde de farklılık görülmüştür. Yumurta çapları ölçülebilen *C. trutta* bireylerinin yumurta çapındaki aylık değişimler Tablo 4.5.8.1’de verilmiştir. Bu tablodan yararlanılarak yumurta çapındaki aylık değişimleri gösteren grafikler çizilmiştir.

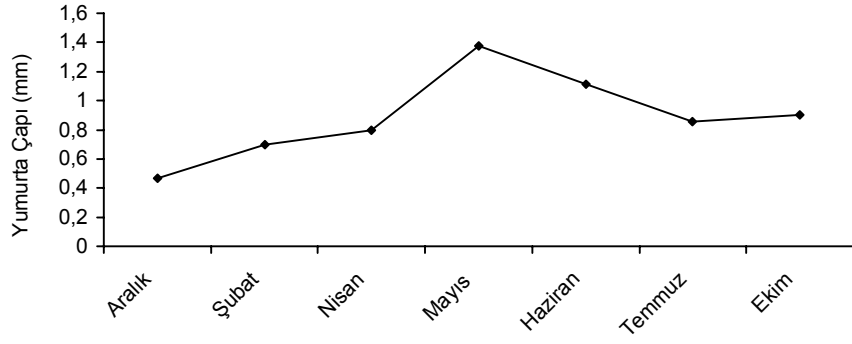
Ağın bölgesinde yaşayan *C. trutta* bireylerinde en büyük ortalama yumurta çapı mayıs ayında 1,37 mm olarak ölçülürken, en küçük ortalama yumurta çapı ise aralık ayında 0,47 mm olarak ölçülmüştür. Kasım, ocak, mart, ağustos ve eylül aylarında dişi bireylerin yumurta çapı belirlenememiştir (Tablo 4.5.8.1 ve Şekil 4.5.8.1).

Örencik bölgesinde yaşayan *C. trutta* bireylerinde en büyük ortalama yumurta çapı mayıs ayında 1,22 mm olarak ölçülürken, en küçük ortalama yumurta çapı ise kasım ve şubat aylarında 0,60 mm olarak ölçülmüştür. Temmuz, ağustos, eylül ve ekim aylarında dişi bireylerin yumurta çapı belirlenememiştir (Tablo 4.5.8.1 ve Şekil 4.5.8.2).

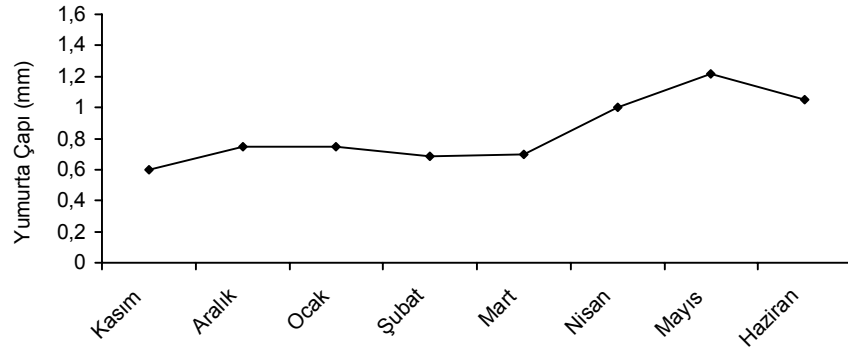
Aydıncık bölgesinde yaşayan *C. trutta* bireylerinde en büyük ortalama yumurta çapı haziran ayında 1,5 mm olarak ölçülürken, en küçük ortalama yumurta çapı ise aralık ayında 0,45 mm olarak ölçülmüştür. Kasım, eylül ve ekim aylarında dişi bireylerin yumurta çapı belirlenememiştir (Tablo 4.5.8.1 ve Şekil 4.5.8.3).

Tablo 4.5.8.1 Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın yumurta çaplarının (mm) aylara göre dağılımı.

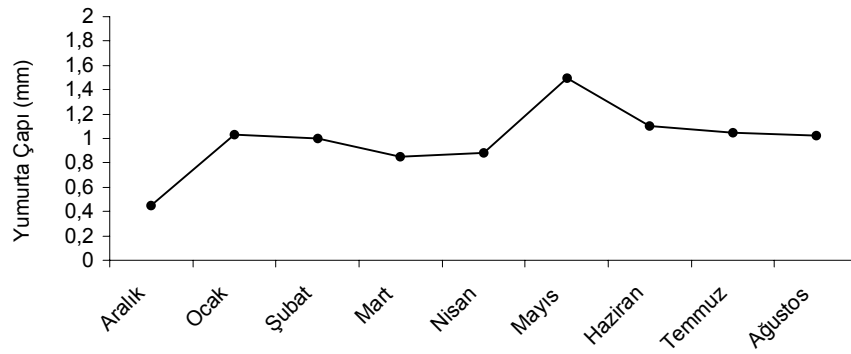
Ağın						Örencik					Aydıncık				
Aylar	N	Min.	Mak.	Ort.	S. Hata	N	Min.	Mak.	Ort.	S. Hata	N	Min.	Mak.	Ort.	S. Hata
Kasım 2005	-	-	-	-	-	1	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-
Aralık	10	0,4	0,6	0,5	0,0298	2	0,7	0,8	0,75	0,05	11	0,4	0,6	0,45	0,0207
Ocak 2006	-	-	-	-	-	2	0,7	0,8	0,75	0,05	3	1	1,1	1,03	0,0333
Şubat	1	-	-	0,7	-	6	0,6	0,8	0,68	0,307	1	-	-	1	0
Mart	-	-	-	-	-	2	0,7	0,7	0,7	0	2	0,8	0,9	0,85	0,05
Nisan	3	0,7	0,9	0,8	0,0577	4	1	1	1	0	6	0,6	1,1	0,88	0,0792
Mayıs	9	0,9	1,5	1,38	0,2987	5	1	1,9	1,22	0,1714	3	1	1,2	1,1	0,0577
Haziran	10	0,4	1,2	1,11	0,0426	2	1	1,1	1,05	0,05	2	-	-	1,5	0
Temmuz	7	0,5	1,1	0,857	0,0649	-	-	-	-	-	8	0,8	1,5	1,05	0,1035
Ağustos	1	-	-			-	-	-	-	-	5	1	1,1	1,02	0,02
Eylül	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ekim	1	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 4.5.8.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin ortalama yumurta çaplarının aylara göre dağılımı.



Şekil 4.5.8.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin yumurta çaplarının aylara göre dağılımı.



Şekil 4.5.8.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin yumurta çaplarının aylara göre dağılımı.

4.5.9. Yumurta Verimliliği (Fekundite)

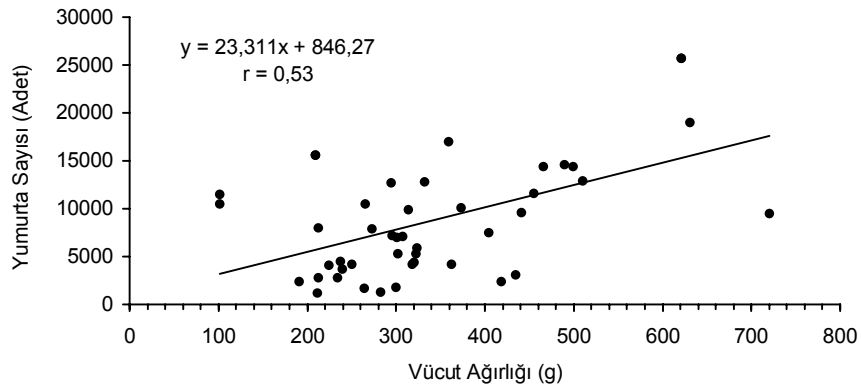
Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yumurta verimliliği mukayese açısından ayrı ayrı hesaplanmıştır.

4.5.9.1. Vücut Ağırlığı ile Yumurta Sayısı İlişkisi

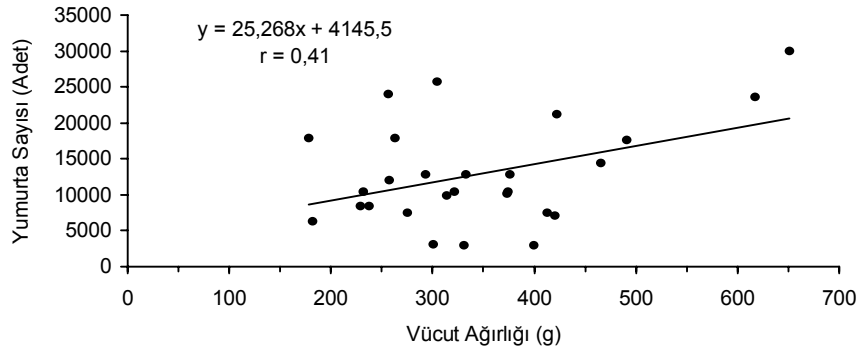
Ağın bölgesindeki *C. trutta* populasyonundan 40 adet dişi bireyin yumurtası düzenli olarak sayılmış ve yaş gruplarına göre saptanmış olan yumurta miktarı ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki Tablo 4.5.9.1.1’de verilmiştir. Yumurta sayısı ile vücut ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,53$) bulunmuştur. Tablo 4.5.9.1.1’ de görüldüğü gibi, yumurta sayısı, balığın ağırlığı ve yaşına bağlı olarak bireyden bireye değişiklik göstermiştir. Yumurta sayısı 190–25680 arasında değişmiş ve ortalama 7702 olarak hesaplanmıştır. Gram vücut ağırlığına (F/g) denk gelen yumurta sayısı 4,53-120,73 ve ortalama yumurta sayısı ise 43,05 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5.9.1.1).

Örencik bölgesindeki *C. trutta* populasyonundan 24 adet dişi bireyin yumurtası düzenli olarak sayılmış ve yaş gruplarına göre saptanmış olan yumurta miktarı ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki Tablo 4.5.9.1.2’de verilmiştir. Yumurta sayısı ile vücut ağırlığı arasında zayıf-orta derecede bir ilişki ($r=0,41$) bulunmuştur. Tablo 4.4.9.1.2’de görüldüğü gibi yumurta sayısı, balığın ağırlığı ve yaşına bağlı olarak bireyden bireye değişiklik göstermiştir. Yumurta sayısı 2865-29900 arasında değişmiş ve ortalama 14098 olarak hesaplanmıştır. Gram vücut ağırlığına (F/g) denk gelen yumurta sayısı 7,18-93,75 ve ortalama yumurta sayısı ise 36,94 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5.9.1.2).

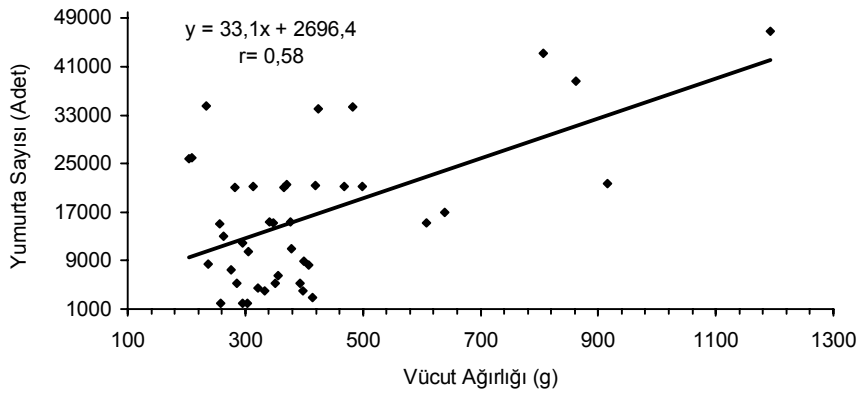
Aydıncık bölgesindeki *C. trutta* populasyonundan 25 adet dişi bireyin yumurtası düzenli olarak sayılmış ve yaş gruplarına göre saptanmış olan yumurta miktarı ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki Tablo 4.5.9.1.3’de verilmiştir. Yumurta sayısı ile vücut ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,58$) bulunmuştur. Tablo 4.5.9.1.3’de görüldüğü gibi yumurta sayısı, balığın ağırlığı ve yaşına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Yumurta sayısı 1892-34432 arasında değişmiş ve ortalama 18519 olarak saptanmıştır. Gram vücut ağırlığına (F/g) denk gelen yumurta sayısı 5,60-147,46 ve ortalama yumurta sayısı ise 39,39 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.5.9.1.3).



Şekil 4.5.9.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.1.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.

Tablo 4.5.9.1.1. Ağın bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.

Yaş Grubu	N	Vücut Ağırlığı (g)				Yumurta Sayısı (F)				F/g			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
1	1	101,5	-	-	-	11550	-	-	-	113,79	-	-	-
2	3	204,03	190,7	212,7	11,719	14564,0	2407	25680	11671,37	69,37	12,62	120,73	54,25
3	7	241,79	211,4	295,5	31,389	5231	1210	8000	2553,8	21,34	5,72	37,57	10,21
4	13	316,24	250,3	373,2	36,518	6963,2	1283	16971	4700,0	21,31	4,53	47,25	13,11
5	12	397,83	265,2	630,5	103,82	8510,8	1760	18962	5126,4	21,25	5,68	39,48	10,95
6	2	504,7	498,9	510,5	8,2024	13606	12860	14352	1055	26,97	25,191	28,76	2,52
7	2	670,75	620,8	720,7	70,64	17604	9528	25680	11421	27,29	13,22	41,36	19,90

Tablo 4.5.9.1.2. Örencik bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.

Yaş Grubu	N	Vücut Ağırlığı (g)				Yumurta Sayısı (F)				F/g			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
2	6	233,13	182,3	263,2	28,45	12545	6244	24000	6907	52,13	34,25	93,75	23,97
3	2	284,25	275,5	293	12,37	10073	7400	12745	3780	35,18	26,86	43,50	11,76
4	11	358,83	300,7	490,8	61,78	10493	2865	25700	7272	29,94	7,18	84,54	22,74
5	3	416,97	373	465,5	46,41	10678	7500	14404	3485	25,43	18,19	30,94	6,55
6	2	634,1	617,5	650,7	23,47	26700	14404	29900	4526	42,00	30,06	45,95	5,58

Tablo 4.5.9.1.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.

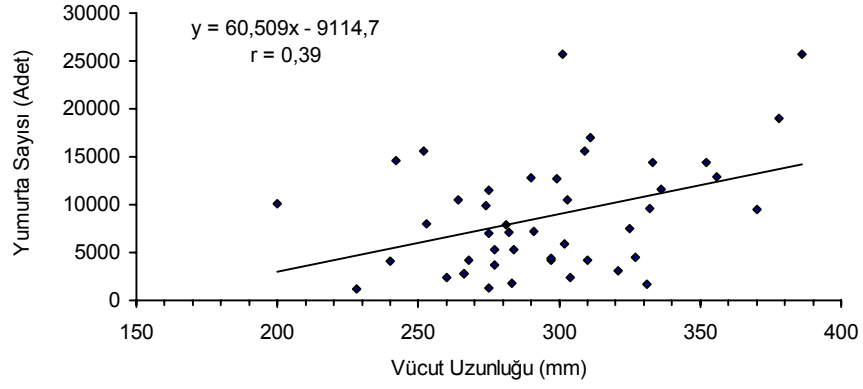
Yaş Grubu	N	Vücut Ağırlığı (g)				Yumurta Sayısı (F)				F/g			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
2	4	239,68	204,90	285,80	39,21	14722	1892	25940	12933,38	68,87	7,32	125,80	64,80
3	7	312,79	233,50	392,60	53,80	9761	1893	34432	11471	36,81	6,40	147,46	19,20
4	6	349,77	255,80	413,70	68,14	7460	2880	15000	4298,43	23,88	6,96	58,64	7,58
5	3	387,97	305,10	482,40	89,21	20081	10494	34380	13442	48,83	34,40	71,27	12,42
6	1	608,80	-	-	-	15180	-	-	-	24,93	5,60	-	-
7	1	806,60	-	-	-	43136	-	-	-	53,48	-	-	-
8	2	1054,20	915,70	1192,70	195,87	19291	16858	21724	3440,78	18,93	14,13	23,72	4,79

4.5.9.2. Vücut Uzunluğu ile Yumurta Sayısı İlişkisi

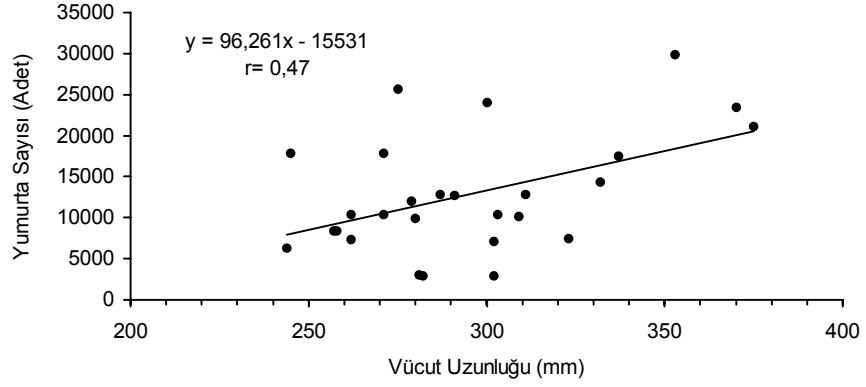
Ağın bölgesinden yakalanan 40 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurtaları sayılmış ve yaş gruplarına göre yumurta sayısı ile vücut uzunluğu arasındaki ilişki değerleri Tablo 4.4.9.2.1’ de verilmiştir. Yumurta sayısı ile vücut uzunluğu arasında zayıf-orta derecede bir ilişki ($r=0,39$) bulunmuştur (Şekil 4.5.9.2.1). Balığın yaşı ve yumurta sayısı bireyden bireye farklılık göstermiştir. Yumurta sayısı 190-25680 arasında ortalama yumurta sayısı da 7215 olarak bulunmuştur. Milimetre uzunluğuna (F/mm) isabet eden yumurta sayısı 0,65-84,34 arasında değişmiş ve ortalama 31,59 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.5.9.2.1).

Örencik bölgesinden yakalanan 26 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurtaları sayılmış ve yaş gruplarına göre yumurta sayısı ile vücut uzunluğu arasındaki ilişki değerleri Tablo 4.5.9.2.2’de verilmiştir. Yumurta sayısı ile vücut uzunluğu arasında zayıf-orta derecede bir ilişki ($r=0,47$) bulunmuştur (Şekil 4.5.9.2.2). Balığın yaşı ve yumurta sayısı bireyden bireye farklılık göstermiştir. Yumurta sayısı 2865-29900 arasında ve ortalama yumurta sayısı da 14098 olarak bulunmuştur. Milimetre uzunluğuna (F/mm) isabet eden yumurta sayısı 7,18-84,54 arasında değişmiş ve ortalama 43,64 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.5.9.2.2).

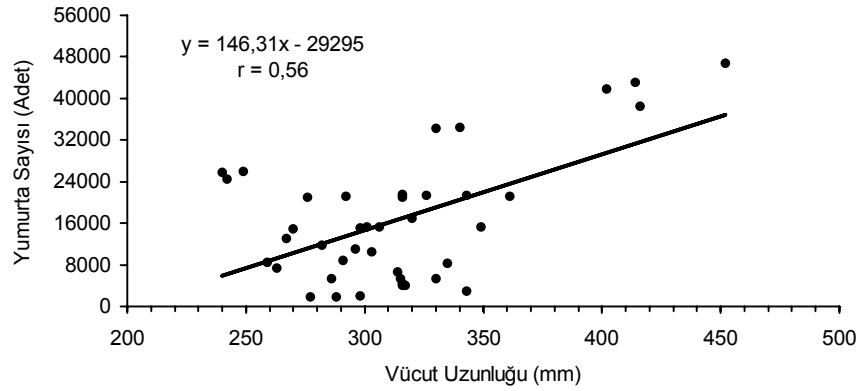
Aydıncık bölgesinden yakalanan 41 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurtaları sayılmış ve yaş gruplarına göre yumurta sayısı ile vücut uzunluğu arasındaki ilişki değerleri Tablo 4.5.9.2.3’da verilmiştir. Yumurta sayısı ile vücut uzunluğu arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,56$) bulunmuştur (Şekil 4.5.9.2.3). Balığın yaşı ve yumurta sayısı bireyden bireye farklılık göstermiştir. Yumurta sayısı 1892-34432 arasında ve ortalama yumurta sayısı da 18519 olarak bulunmuştur. Milimetre uzunluğuna (F/mm) isabet eden yumurta sayısı 6,57-142,28 arasında değişmiş ve ortalama 53,86 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.5.9.2.3).



Şekil 4.5.9.2.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut uzunluğu ile yumurta sayısı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.2.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut uzunluğu ile yumurta sayısı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.2.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da vücut uzunluğu ile yumurta sayısı ilişkisi.

Tablo 4.5.9.2.1. Ağın bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut uzunluğu, yumurta sayısı ile F/mm değerleri.

Yaş Grubu	N	Vücut Uzunluğu (mm)				Yumurta Sayısı (F)				F/mm			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
1	1	199	-	-	-	11550	-	-	-	58,04	-	-	-
2	3	259,33	252	266	7,02	14564,0	2407	25680	11671,37	69,37	12,62	120,73	64,25
3	7	269,28	250	291	15,62	5231	1210	8000	2553,8	21,34	5,72	37,57	10,21
4	13	293,76	268	319	14,50	6963,2	1283	16971	4700,0	21,31	4,53	47,25	13,11
5	12	311,08	284	368	31,28	8510,8	1760	18962	5126,4	26,86	6,21	51,52	14,62
6	2	349	342	356	9,89	13606	12860	14352	1055	39,04	36,12	41,96	4,13
7	2	365,50	351	380	20,50	17604	9528	25680	11421	49,11	25,07	73,16	34,00

Tablo 4.5.9.2.2. Örencik bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut uzunluğu, yumurta sayısı ile F/mm değerleri.

Yaş Grubu	N	Vücut Uzunluğu (mm)				Yumurta Sayısı (F)				F/mm			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
2	6	265,3	244	300	29,096	12545	6244	24000	6907	46,05	25,59	80	21,78
3	2	276,5	262	291	20,506	10073	7400	12745	3780	35,18	26,86	43,50	11,76
4	11	293,7	271	337	19,479	10493	2865	25700	7272	29,73	7,18	84,54	21,51
5	3	321,3	309	323	11,59	10678	7500	14404	3485	33,13	23,22	43,39	10,09
6	2	361,5	353	370	12,021	26700	14404	29900	4526	74,11	63,51	84,20	14,98

Tablo 4.5.9.2.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama vücut uzunluğu, yumurta sayısı ile F/mm değerleri.

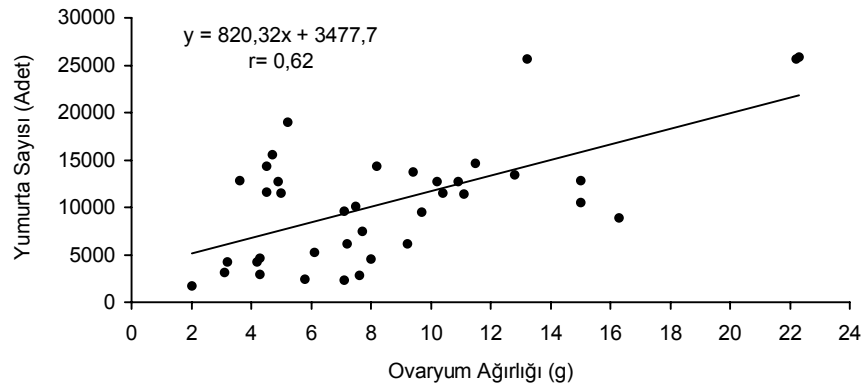
Yaş Grubu	N	Vücut Uzunluğu (mm)				Yumurta Sayısı (F)				F/mm			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
2	4	265,75	240	288	12,412	14722	1892	25940	12933,38	59,15	6,57	107,40	54,09
3	7	294,71	242	330	32,72	9761	1893	34432	11471	36,75	6,83	142,28	48,48
4	6	301,67	263	343	30,316	7460	2880	15000	4298,43	25,84	8,40	55,56	16,74
5	3	309,67	291	340	29,698	20081	10494	34380	13442	61,92	36,06	101,12	35,03
6	1	349	-	-	-	15180	-	-	-	43,50	-	-	-
7	1	414	-	-	-	43136	-	-	-	104,19	-	-	-
8	2	427	402	452	35,355	19291	16858	21724	3440,78	45,67	37,30	54,04	11,84

4.5.9.3. Ovaryum Ağırlığı ile Yumurta Sayısı İlişkisi

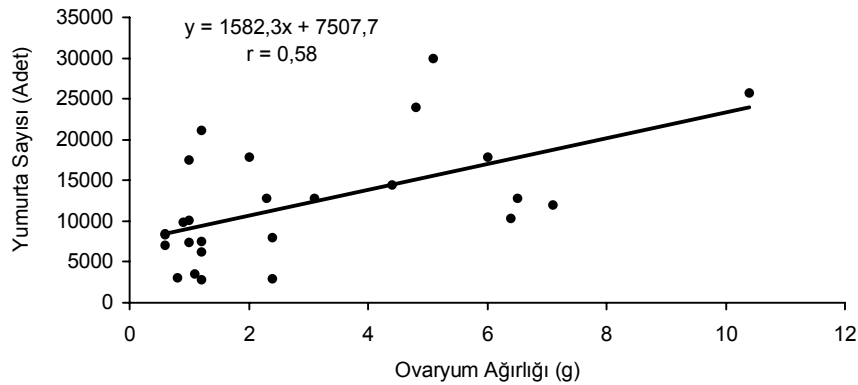
Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta* populasyonundan 40 adet dişi bireyin yumurta sayısı ile ovaryum ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,62$) bulunmuştur (Şekil 4.5.9.3.1). Ayrıca yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/mm değerleri Tablo 4.5.9.3.1’de verilmiştir.

Örencik bölgesinden elde edilen *C. trutta* populasyonundan 26 adet dişi bireyin yumurta sayısı ile ovaryum ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,58$) bulunmuştur (Şekil 4.9.3.2). Yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/mm değerleri Tablo 4.5.9.3.2’de verilmiştir.

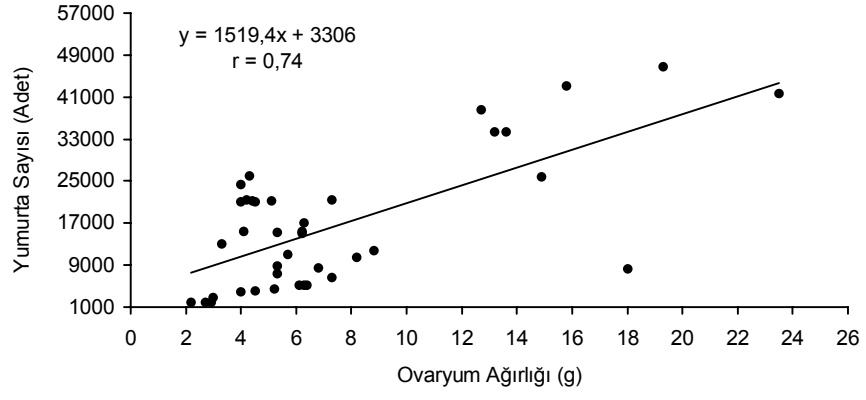
Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* populasyonundan 41 adet dişi bireyin yumurta sayısı ile ovaryum ağırlığı arasında iyi derecede bir ilişki ($r=0,74$) bulunmuştur (Şekil 4.5.9.3.3). Yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/mm değerleri Tablo 4.5.9.3.3’de verilmiştir.



Şekil 4.5.9.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da ovaryum ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da ovaryum ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.3.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da ovaryum ağırlığı ile yumurta sayısı ilişkisi.

Tablo 4.5.9.3.1. Ağın bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.

Yaş Grubu	N	Ovaryum Ağırlığı (g)				Yumurta Sayısı (F)				F/g			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
1	1	5,0	-	-	-	11550	-	-	-	2310	-	-	-
2	3	10,90	4,7	22,2	9,801	14564,0	2407	25680	11671,37	1630,66	415,00	3320,21	1509,40
3	7	10,10	4,3	22,3	5,891	5231	1210	8000	2553,80	576,24	281,40	1285,71	354,00
4	13	8,115	2	12,8	3,657	6963,2	1283	16971	4700,00	883,61	180,70	1008,57	433,51
5	12	8,258	3,1	16,3	4,284	8510,8	1760	18962	5126,40	1371,855	158,86	3646,54	1180,63
6	2	4,05	3,6	4,5	0,6364	13606	12860	14352	1055	3380,78	3189,33	3572,22	270,743
7	2	11,45	9,7	13,2	2,774	17604	9528	25680	11421	1463,86	982,27	1945,45	681,08

Tablo 4.5.9.3.2. Örencik bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.

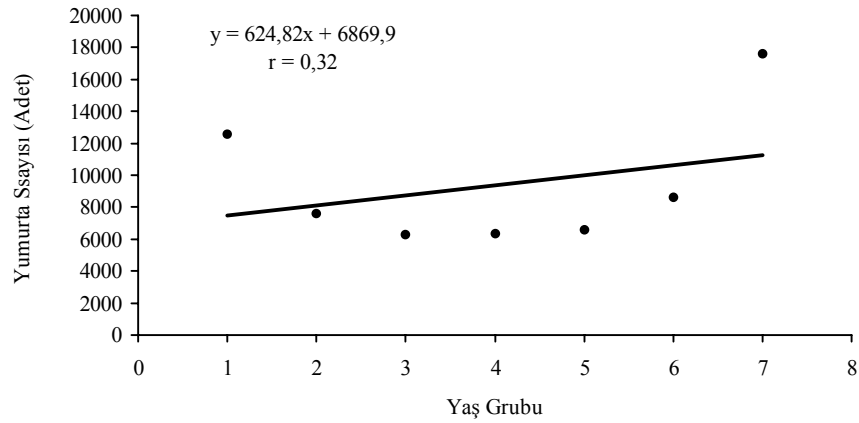
Yaş Grubu	N	Ovaryum Ağırlığı (g)				Yumurta Sayısı (F)				F/g			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
2	6	5,5667	1,1	8,1	2,3981	12545	6244	24000	6907	2850,91	1253,73	5676,3636	1026,60
3	2	3,8	2,4	5,2	1,9799	10073	7400	12745	3780	3366,75	1423,08	5310,4166	2748,76
4	11	11,145	4	48,4	12,493	10493	2865	25700	7272	1302,12	214,01	3426,6666	932,71
5	3	5,5667	3,1	8	2,4502	10678	7500	14404	3485	2417,33	1266,25	4646,4516	1930,82
6	2	9,15	7,1	11,2	2,8991	26700	14404	29900	4526	3154,74	2098,21	4211,2676	1494,15

Tablo 4.5.9.3.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre ortalama ovaryum ağırlığı, yumurta sayısı ile F/g değerleri.

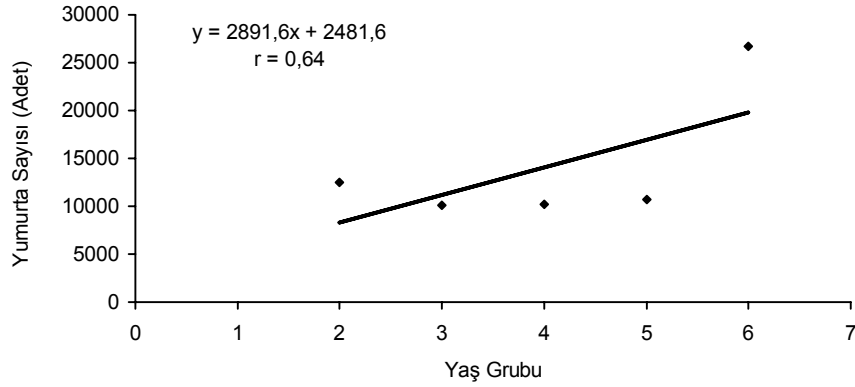
Yaş Grubu	N	Ovaryum Ağırlığı (g)				Yumurta Sayısı (F)				F/g			
		Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
2	4	9,325	2,7	14,9	5,8778	14722	1892	25940	12933,38	1300,92	700,74	1907,35	605,97
3	7	6,6714	2,2	19,3	2,1841	9761	1893	34432	11471	1443,10	821,88	1784,01	1153,32
4	6	5,75	3	8,2	1,8939	7460	2880	15000	4298,43	1275,66	894,67	2419,36	590,76
5	3	8,8	5,3	15,8	4,2866	20081	10494	34380	13442	2351,98	1980	2900	511,98
6	1	13,2	-	-	-	15180	-	-	-	1150	-	-	-
7	1	23,5	-	-	-	43136	-	-	-	1835,57	-	-	-
8	2	86	84,2	87,8	2,5455	19291	16858	21724	3440,78	225,00	192,00	258,00	46,67

4.5.9.4. Yaş Grubu ile Yumurta Sayısı İlişkisi

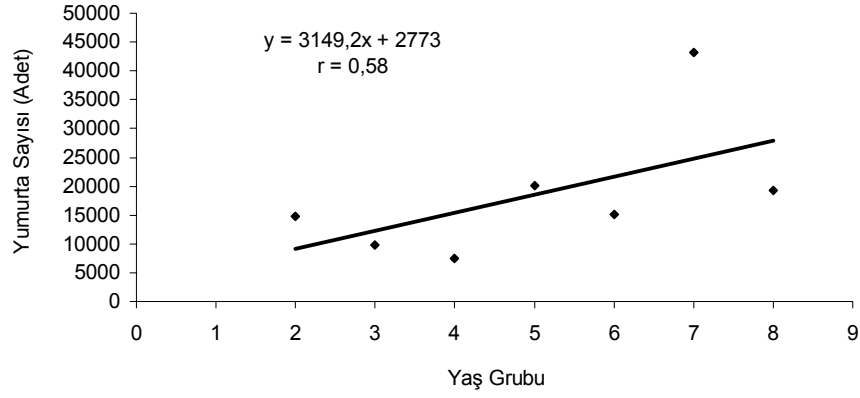
Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan; dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre yumurta sayıları periyodik olarak belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden elde edilen *C. trutta* populasyonunun yaş gruplarına göre ortalama yumurta sayılarının dağılımı Şekil 4.5.9.4.1-4.5.9.4.3’de verilmiştir. Ağın bölgesinden elde edilen dişi bireylerde yumurta sayısı ile yaş grubu arasında zayıf bir ilişki ($r=0,32$), Örencik ve Aydıncık bölgelerinde iyi derecede bir ilişki (Örencik $r=0,64$; Aydıncık $r=0,58$) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5.9.4.1 Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da yaş grubu ile yumurta sayısı ilişkisi.



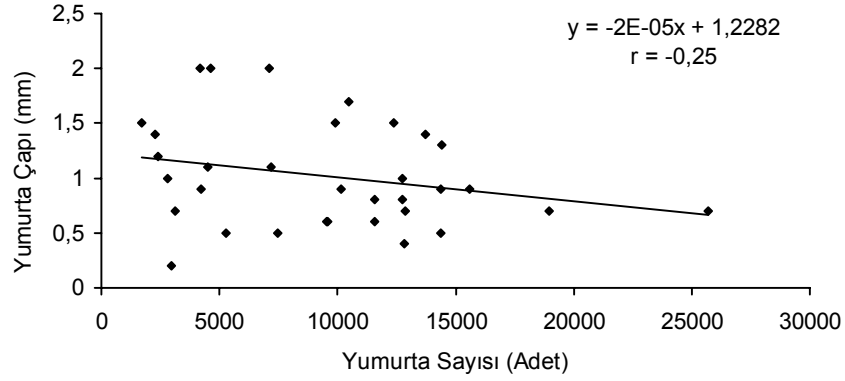
Şekil 4.5.9.4.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da yaş grubu ile yumurta sayısı ilişkisi.



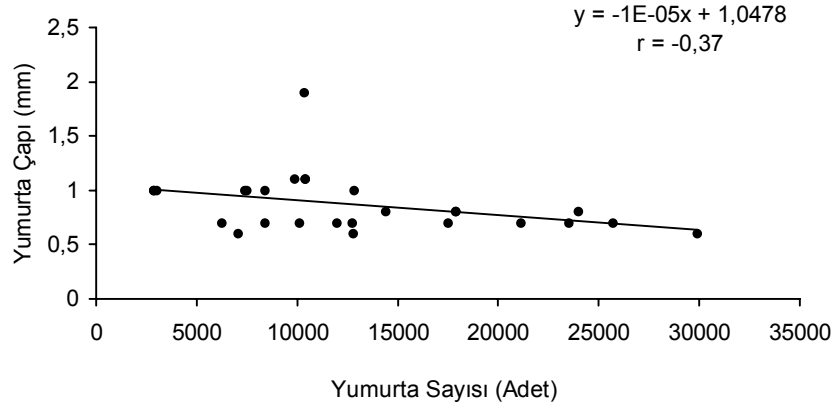
Şekil 4.5.9.4.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yaş grubu ile yumurta sayısı ilişkisi.

4.5.9.5. Yumurta Sayısı ile Yumurta Çapı İlişkisi

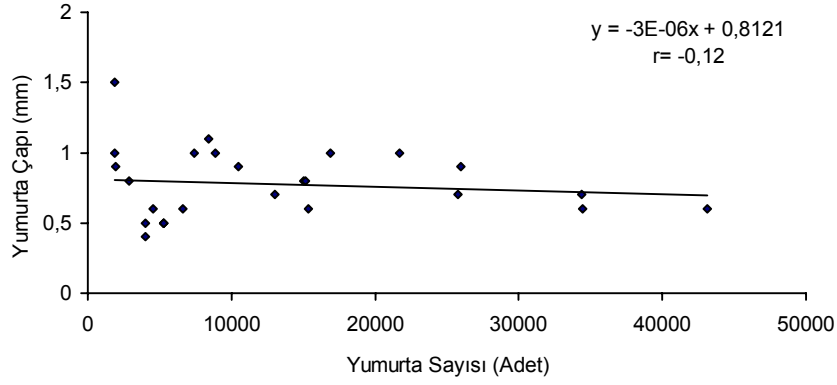
Araştırma süresince Ağın bölgesinden 40 adet, Örencik bölgesinden 26 adet, Aydıncık bölgesinden 41 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurtası sayılmış ve çapı ölçülmüştür. Ağın bölgesinde yumurta sayısı ile yumurta çapı arasında negatif yönde çok zayıf derecede bir ilişki ($r = -0,25$); Örencik bölgesinde negatif yönde zayıf-orta derecede bir ilişki ($r = -0,37$), Aydıncık bölgesinde ise negatif çok zayıf bir ilişki ($r = -0,12$) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5.9.5.14.5.9.5.3).



Şekil 4.5.9.5.1. Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yumurta sayısı ile yumurta çapı ilişkisi.



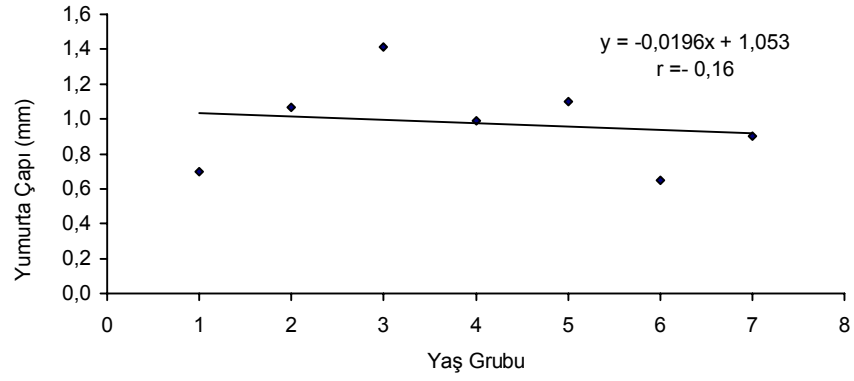
Şekil 4.5.9.5.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yumurta sayısı ile yumurta çapı ilişkisi.



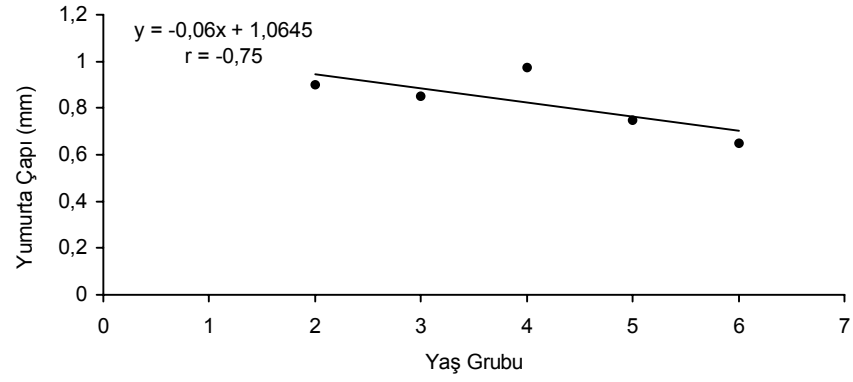
Şekil 4.5.9.5.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yumurta sayısı ile yumurta çapı ilişkisi.

4.5.9.6. Yaş Grubu ile Yumurta Çapı İlişkisi

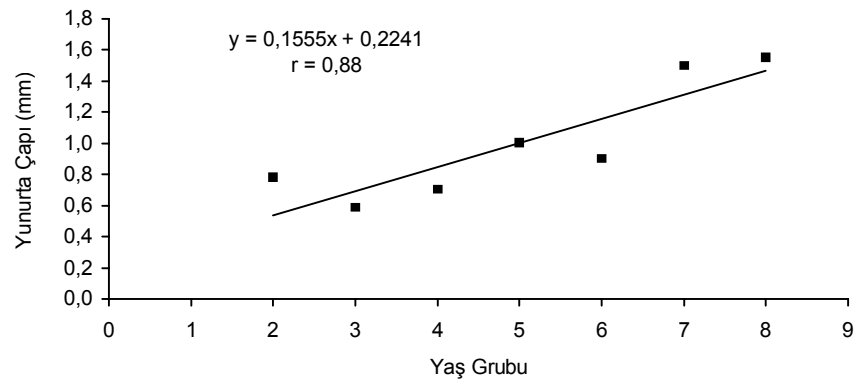
Araştırma süresince her üç bölgeden elde edilen *C. trutta* bireylerinde yapılan yumurta çapı ölçümleri sonucu yumurta çapı ile yaş grubu arasında Ağın bölgesinde negatif yönde zayıf bir ilişki ($r = -0,16$), Örencik bölgesinde negatif yönde çok iyi derecede bir ilişki ($r = -0,75$), Aydıncık bölgesinde ise pozitif yönde çok iyi derecede bir ilişki ($r = 0,88$) olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden elde edilen *C. trutta* populasyonunun yaş gruplarına göre ortalama yumurta çaplarının dağılımı Şekil 4.5.9.6.1-4.5.9.6.3'de verilmiştir.



Şekil 4.5.9.6.1 Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yaş grubu ile yumurta çapı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.6.2. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yaş grubu ile yumurta çapı ilişkisi.



Şekil 4.5.9.6.3. Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yaş grubu ile yumurta çapı ilişkisi.

4.5.10. Araştırma Verilerinin İstasyonlara Göre Karşılaştırılması

Bu araştırma sonucunda elde edilen balık ağırlığı, balık uzunluğu, gonad ağırlığı, testis ağırlığı, ovaryum ağırlığı, yumurta çapı ve yumurta sayısı verilerinin her bir yaş grubuna ait ortalama değerleri Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerine göre istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. İkili karşılaştırmalar “t” Testine göre, üçlü karşılaştırmalar ise varyans analizine göre yapılmış ve istatistiksel önem değerleri Tablo 4.5.10.1’de verilmiştir. Her bir yaş grubu için elde edilen ortalama ağırlık değerleri araştırma bölgelerine göre karşılaştırıldığında, 2. yaş grubu için istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$), 3. yaş grubu için çok önemli ($P<0,001$) 4. ve 5. yaş grupları için ise önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Her bir yaş grubu için elde edilen ortalama uzunluk değerleri araştırma bölgelerine göre karşılaştırıldığında 1, 2, ve 5, yaş grupları için istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$), 3. yaş grubu için ise çok önemli ($P<0,001$) bulunmuştur.

Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden elde edilen balık örneklerinin her bir yaş grubu için gonad ağırlıkları 1-4. yaş grupları önemli ($P<0,001$), 5. yaş grubu için ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Testis ağırlıkları açısından yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak 1. ve 4. yaş grubu için çok önemli ($P<0,001$), 3. ve 5. yaş grubu için önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur, Dişi bireylerin ovaryum ağırlıklarının karşılaştırılmasında 1. ve 2. yaş grubu için önemli ($P<0,001$), 3. ve 4. yaş grupları için önemli ($P<0,01$), 5. yaş grubu için ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Her üç çalışma bölgesinden elde edilen dişi bireylerin yumurta çapları sadece 3. yaş grubu için önemli ($P<0,05$), diğer yaş grupları için ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Yumurta sayısı ise sadece 3. yaş grubunda çok önemli ($P<0,001$), diğer yaş gruplarında ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.5.10.1).

Tablo 4.5.10.1. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan *C. trutta*’nın ağırlık (g), uzunluk (mm), gonad ağırlıkları (g), yumurta çapları (mm) ve yumurta sayılarının karşılaştırılması (Değerler Ortalama $\pm$ Standart hata ⁿ olarak verilmiştir).

	Ağın	Örencik	Aydıncık	P değeri
Yaş Grubu	Ağırlık			
1	136,79 $\pm$ 7,54 ²²	136,61 $\pm$ 3,25 ¹¹⁴	163,26 $\pm$ 7,56 ¹³	P<0,05
2	217,18 $\pm$ 4,54 ³⁵	216,81 $\pm$ 1,95 ¹⁵⁶	215,71 $\pm$ 4,61 ⁴³	P>0,05
3	240,88 $\pm$ 4,8 ⁵⁸	280,24 $\pm$ 3,81 ⁴³	262,06 $\pm$ 5,20 ⁷³	P<0,001
4	284,62 $\pm$ 6,73 ⁵⁸	324,08 $\pm$ 9,45 ¹⁹	299,35 $\pm$ 6,71 ⁶⁶	P<0,01
5	371,02 $\pm$ 12,32 ²⁷	416,38 $\pm$ 14,20 ¹¹	348,80 $\pm$ 10,40 ²³	P<0,01
6	500,03 $\pm$ 5,74 ³	634,10 $\pm$ 16,60 ²	412,45 $\pm$ 41,20 ¹⁰	-
7	670,75 $\pm$ 49,95 ²	-	651,52 $\pm$ 106,20 ⁴	-
8	619,36 $\pm$ 14,68 ³	-	900,74 $\pm$ 66,79 ¹⁰	-
9	1029,3 $\pm$ 42,33 ⁶	-	-	-
Yaş Grubu	Uzunluk			
1	221,31 $\pm$ 4,13 ²²	222,31 $\pm$ 2,15 ¹¹⁴	236,15 $\pm$ 4,13 ¹³	P>0,05
2	254,14 $\pm$ 2,64 ³⁵	257,97 $\pm$ 1,09 ¹⁵⁶	255,02 $\pm$ 2,66 ⁴³	P>0,05
3	261,75 $\pm$ 2,50 ⁵⁸	280,27 $\pm$ 2,24 ⁴³	271,95 $\pm$ 2,46 ⁷³	P<0,001
4	275,43 $\pm$ 3,32 ⁵⁸	289,63 $\pm$ 3,48 ¹⁹	282,31 $\pm$ 2,50 ⁶⁶	P<0,05
5	299,03 $\pm$ 4,71 ²⁷	312,09 $\pm$ 5,65 ¹¹	294,69 $\pm$ 3,60 ²³	P>0,05
6	331,66 $\pm$ 4,17 ³	361,50 $\pm$ 8,50 ²	307,5 $\pm$ 11,00 ¹⁰	-
7	365,50 $\pm$ 14,50 ²	-	367,50 $\pm$ 22,32 ⁴	-
8	407,66 $\pm$ 3,28 ³	-	394,30 $\pm$ 17,10 ¹⁰	-
9	421,00 $\pm$ 1,93 ⁶	-	-	-
Yaş Grubu	Gonad Ağırlığı (Erkek+Dişi)			
1	2,90 $\pm$ 0,48 ²²	1,06 $\pm$ 0,06 ¹¹⁴	2,15 $\pm$ 0,85 ¹³	P<0,001
2	3,44 $\pm$ 0,61 ³⁵	1,63 $\pm$ 0,17 ¹⁵⁶	4,26 $\pm$ 0,65 ⁴³	P<0,001
3	4,32 $\pm$ 0,76 ⁵⁸	1,88 $\pm$ 0,22 ⁴³	3,22 $\pm$ 0,45 ⁷³	P<0,001
4	6,96 $\pm$ 1,25 ⁵⁸	4,45 $\pm$ 0,67 ¹⁹	3,50 $\pm$ 0,05 ⁶⁶	P<0,01
5	7,05 $\pm$ 1,78 ²⁷	9,40 $\pm$ 3,97 ¹¹	4,05 $\pm$ 0,03 ²³	P>0,05
6	3,40 $\pm$ 0,7 ³	9,15 $\pm$ 2,05 ²	4,02 $\pm$ 1,14 ¹⁰	-
7	15,95 $\pm$ 6,25 ²	-	8,18 $\pm$ 5,12 ⁴	-
8	6,57 $\pm$ 0,97 ³	-	39,52 $\pm$ 12,70 ¹⁰	-
9	12,33 $\pm$ 1,99 ⁶	-	-	-

Tablo 4.5.10.1. Devamı

	Ağın	Örencik	Aydıncık	P değeri
Yaş Grubu	Testis Ağırlığı			
1	2,67 ± 0,36 ¹⁹	1,06 ± 0,06 ⁷³	2,04 ± 0,99 ¹¹	P<0,001
2	3,77 ± 0,93 ¹⁸	1,65 ± 0,25 ⁹⁵	4,12 ± 0,68 ³⁴	P<0,001
3	3,52 ± 0,80 ⁴¹	1,78 ± 0,23 ²⁶	3,34 ± 0,56 ⁴⁹	P>0,05
4	6,06 ± 1,35 ³⁴	2,15 ± 0,34 ⁸	2,87 ± 0,33 ⁴⁰	P<0,01
5	5,83 ± 2,01 ¹³	1,53 ± 0,32 ³	4,05 ± 0,36 ²³	P>0,05
6	2,1±-	-	2,82 ± 1,29 ⁴	-
7	-	-	3,20 ± 0,90 ²	-
8	6,0±-	-	3,10±-	-
9	6,97±0,86 ³	-	-	-
Yaş Grubu	Ovaryum Ağırlığı			
1	4,40 ± 3,04 ³	1,05 ± 0,15 ⁴¹	0,80 ± 0,50 ²	P<0,001
2	2,80 ± 0,80 ¹⁷	1,61 ± 0,22 ⁶¹	4,79 ± 1,87 ⁹	P<0,001
3	6,28 ± 1,70 ¹⁷	2,01 ± 0,46 ¹⁷	2,97 ± 0,80 ²⁴	P<0,01
4	8,23 ± 2,46 ²⁴	6,12 ± 0,85 ¹¹	4,43 ± 0,69 ²⁶	P<0,01
5	8,19 ± 3,07 ¹⁴	11,60 ± 5,32 ⁸	3,95 ± 0,74 ²⁰	P>0,05
6	4,05 ± 3,05 ²	9,15 ± 2,05 ²	4,81 ± 1,73 ⁶	P>0,05
7	15,95±6,25 ²	-	13,15 ± 10,35 ²	-
8	8,35±0,95 ²	-	43,57 ± 13,47 ⁹	-
9	12,33±3,14 ³	-	-	-
Yaş Grubu	Yumurta Çapı			
1	0,7±-	-	-	-
2	1,1 ± 0,20 ³	0,75 ± 0,16 ⁶	0,78 ± 0,39 ⁴	P>0,05
3	1,04 ± 0,27 ⁷	0,85 ± 0,21 ²	0,59 ± 0,25 ⁷	P<0,01
4	1,00 ± 0,24 ¹²	0,97 ± 0,36 ¹⁰	0,70 ± 0,28 ⁶	P>0,05
5	1,10 ± 0,23 ¹²	0,75 ± 0,15 ³	1,00 ± 0,46 ³	P>0,05
6	0,70 ± 0,05 ²	0,65 ± 0,07 ²	0,90 ±-	-
7	0,90 ± 0,30 ²	-	1,50 ±-	-
8	-	-	1,85± 0,07 ²	-
9	-	-	-	-

Tablo 4.5.10.1. Devamı

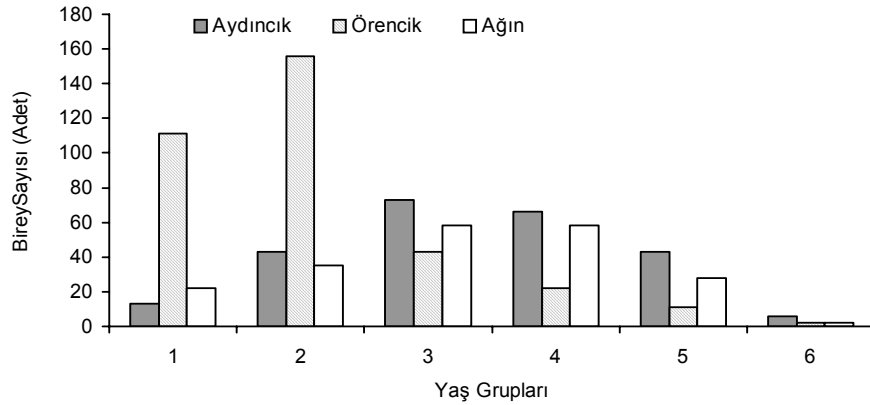
	Ağın	Örencik	Aydıncık	P değeri
Yaş Grubu	Yumurta sayısı			
1	12550	-	-	-
2	7588,67 ± 5009,17 ³	12544,83 ± 2819,27 ⁶	14722,25±6466,69 ⁴	P>0,05
3	6295,71 ± 798,90 ⁷	10072,60 ± 2672,50 ²	9761,25 ± 4316,90 ⁷	P<0,001
4	6345,58 ± 1314,13 ¹²	10244,30 ± 2284,77 ¹⁰	7460,00 ± 1754,83 ⁶	P>0,05
5	6594,18 ± 1183,42 ¹²	10678,0±201176 ³	20081,33 ± 7286,58 ³	P>0,05
6	8606,00 ± 5746,0 ²	26700,0 ± 3200,0 ²	15180,00±-	-
7	17604,00 ± 8076,0 ²	-	43136,00±-	-
8	-	-	19291,00 ± 2433,0 ²	-
9	-	-	-	-

4.6. Aydıncık, Örencik ve Ağın Bölgelerinden Yakalanan *C. trutta* Populasyonunda Gelişme

Araştırma süresince, Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin 1-8 yaş grubu, Örencik bölgesinden yakalanan bireylerin 1-6 yaş grubu ve Ağın bölgesinden yakalanan bireylerin ise 1-9 yaş grubu arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, Örencik bölgesinden yakalanan erkek bireyler 1-5 yaş grubu, dişi bireyler 1-6 yaş grubu arasında dağılım gösterdiğinden bölgeler arası karşılaştırma yapabilmek için, eşey ayrımı yapılmadan yapılan değerlendirmelerde 1-6 yaş grubu, erkek bireylerde 1-5 yaş grubu, dişi bireylerde ise 1-6 yaş grubu esas alınarak yapılmıştır.

4.6.1.Yaş Grupları -Birey Sayısı

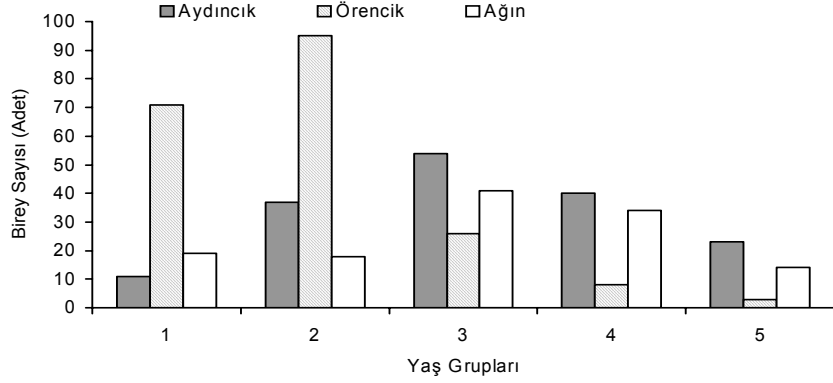
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın yaş gruplarına göre dağılımı Şekil 4.5.1.1'de verilmiştir. Her üç bölgede de *C. trutta* populasyonunda 6. yaş grubundaki balıklar en az birey sayısına (Aydıncık=10 adet, Örencik=2 adet, Ağın bölgesinde=3 adet) sahip olurken, Aydıncık bölgesinde 3. yaş grubu (73 adet), Örencik bölgesinde 2 yaş grubu (156 adet), Ağın bölgesinde 3. ve 4. yaş grupları (58 adet) en fazla bireyle temsil edilen yaş grupları olmuştur (Şekil 4.6.1.1). Bölgelere göre toplam birey sayıları ise Aydıncık bölgesinde 244 adet, Örencik bölgesinde 345 adet ve Ağın bölgesinde 203 adet olmuştur. Bu verilere göre en fazla birey Örencik bölgesinden elde edilmiştir.



Şekil 4.6.1.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın (dişi+erkek) yaş gruplarına göre birey sayısının dağılımı.

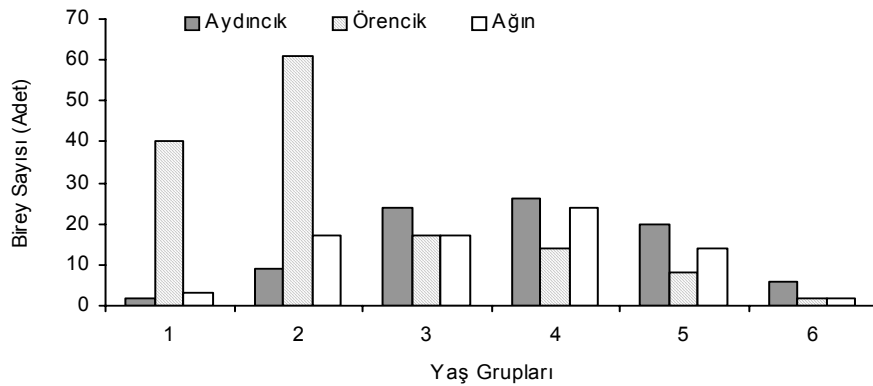
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta*'da yaş gruplarına göre birey sayılarının dağılımı karşılaştırıldığında, en az birey sayısı, Aydıncık bölgesinde 1. yaş grubunda (11 adet), Örencik ve Ağın bölgelerinde ise 5. yaş grubunda (Örencik=3 adet, Ağın bölgesinde=14 adet), en fazla birey sayısı Aydıncık ve Ağın bölgelerinde 3. yaş grubunda

(Aydıncık=54 adet, Ağın= 41 adet), Örencik bölgesinde 2 yaş grubunda (95 adet), tespit edilmiştir (Şekil 4.6.1.2). Bölgelere göre toplam birey sayıları ise Aydıncık bölgesinde 165 adet, Örencik bölgesinde 203 adet ve Ağın bölgesinde 126 adet olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere en fazla erkek birey Örencik bölgesinden elde edilmiştir.



Şekil 4.6.1.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre balık sayısının dağılımı.

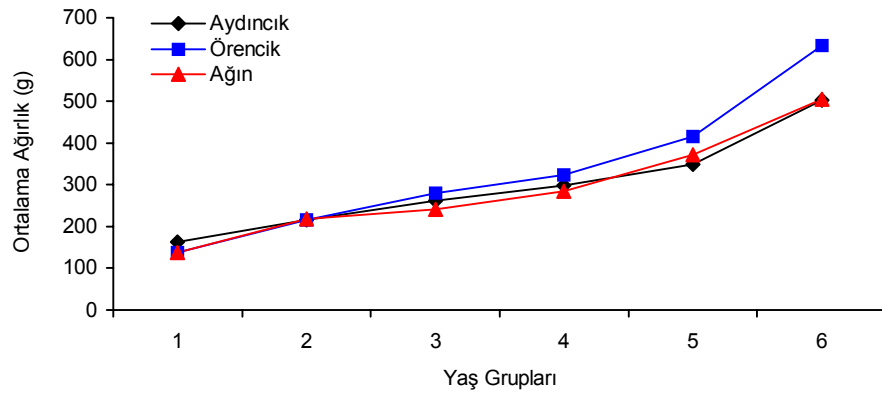
Araştırma süresince Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* da yaş gruplarına göre birey sayılarının dağılımı dikkate alındığında, Aydıncık bölgesinde 1. yaş grubu (2 adet), Örencik ve Ağın bölgelerinde ise 6. yaş grubu (Örencik=2 adet, Ağın bölgesinde=2 adet) en az birey sayısına sahip olurken, Aydıncık ve Ağın bölgelerinde 4. yaş grubu (Aydıncık=26 adet, Ağın=24 adet), Örencik bölgesinde ise 2. yaş grubu (61 adet) en fazla bireyle temsil edilen yaş grupları olmuştur (Şekil 4.6.1.3). Bölgelere göre toplam birey sayıları ise, Aydıncık bölgesinde 87 adet, Örencik bölgesinde 142 adet ve Ağın bölgesinde 77 adet olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere en fazla dişi birey Örencik bölgesinden elde edilmiştir.



Şekil 4.6.1.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin yaş gruplarına göre balık sayısının dağılımı.

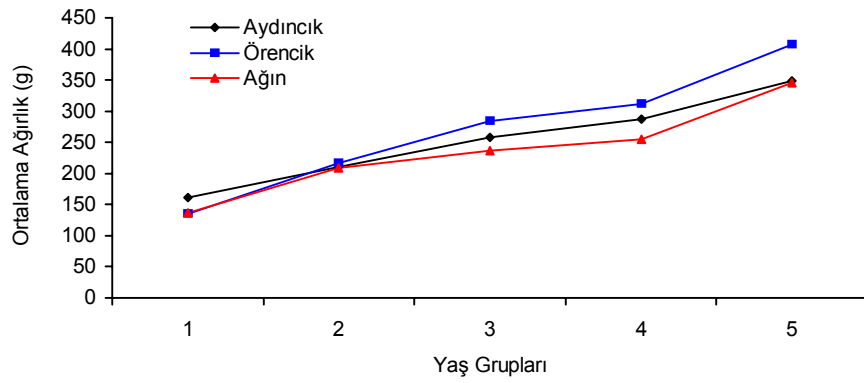
4.6.2. Yaş-Ağırlık İlişkisi

Araştırma süresince Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığının değişimi Şekil 4.6.2.1’de verilmiştir. Yakalanan bireylerin vücut ağırlıklarının Aydıncık bölgesi için 163,3-502,9 g, Örencik bölgesi için 136,6-634,1 g ve Ağın bölgesi için ise 136,8-504,7 g arasında olduğu tespit edilmiştir. Her üç bölgeden de yakalanan *C. trutta*’da yaşa paralel olarak vücut ağırlığının arttığı belirlenmiştir. 1. yaş grubunda en fazla ortalama vücut ağırlığı Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde tespit edilirken, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda ise birbirine eşit olduğu bulunmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan balıklarda yaşa bağlı olarak vücut ağırlığı değişimi dikkate alındığında, 2-5 yaş grupları arasında en az ortalama ağırlık Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde, 6. yaş grubunda ise Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde kaydedilmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da yaşa paralel olarak vücut ağırlığı, diğer iki bölgeden yakalanan balıklara göre biraz fazla olmuştur. Yaş gruplarına göre en az ortalama vücut ağırlığı Ağın bölgesinde belirlenmiştir (Şekil 4.6.2.1).



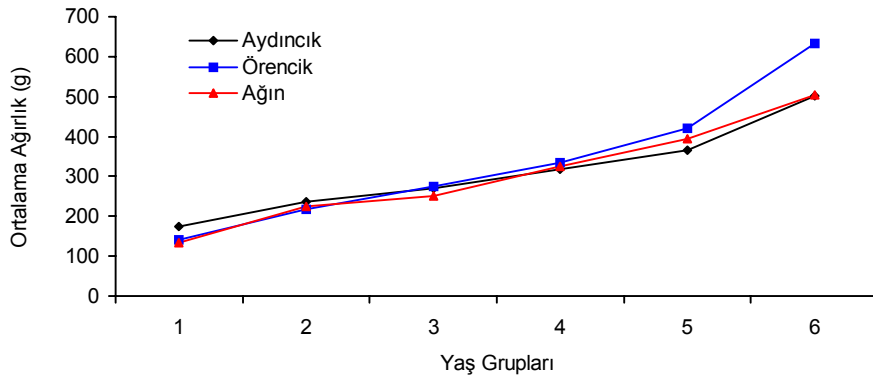
Şekil 4.6.2.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek *C. trutta* bireylerinde yaş-ağırlık ilişkisi.

Yakalanan erkek bireylerin vücut ağırlıklarının Aydıncık bölgesi için 161,1-348,8 g, Örencik bölgesi için 134,5-407,7 g ve Ağın bölgesi için ise 137,3-345,7 g arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığının değişimi dikkate alındığında, her üç bölgeden de yakalanan *C. trutta*’da yaşa paralel olarak vücut ağırlığının arttığı bulunmuştur. 1. yaş grubunda en fazla ortalama vücut ağırlığı Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde tespit edilmiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda ise birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da yaşa paralel olarak vücut ağırlığı artışı, diğer iki bölgeden yakalanan balıklara göre biraz fazla olmuştur. Yaş gruplarına göre en az ortalama vücut ağırlığı Ağın bölgesinde tespit edilmiştir (Şekil 4.6.2.2).



Şekil 4.6.2.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinde yaş-ağırlık ilişkisi.

Yakalanan dişi bireylerin vücut ağırlığının Aydıncık bölgesi için 175,3-502,9 g, Örencik bölgesi için 140,4-634,1 g ve Ağın bölgesi için ise 133,5-504,7 g arasında olduğu tespit edilmiştir. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına göre ortalama vücut ağırlığı Şekil 4.6.2.3’de verilmiştir. Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaşa paralel olarak vücut ağırlığının arttığı bulunmuştur. 1. yaş grubunda en fazla ortalama vücut ağırlığı Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenmiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda ise birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*’da yaşa paralel olarak vücut ağırlığı artışı, diğer iki bölgeden yakalanan balıklara göre biraz fazla olmuştur (Şekil 4.6.2.3).

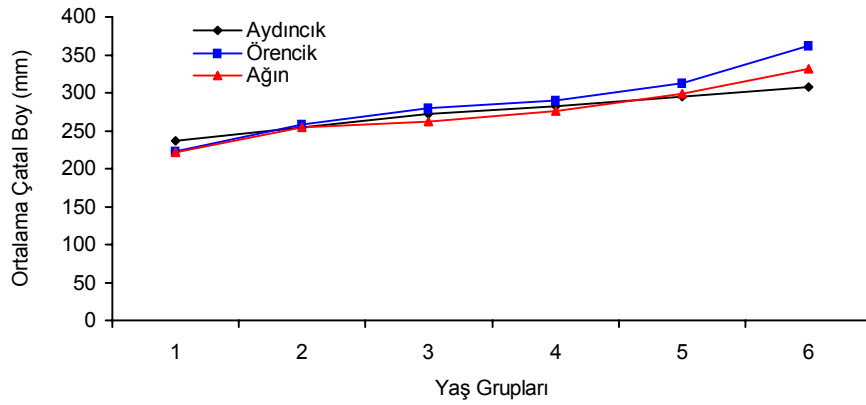


Şekil 4.6.2.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinde yaş-ağırlık ilişkisi.

4.6.3. Yaş-Uzunluk İlişkisi

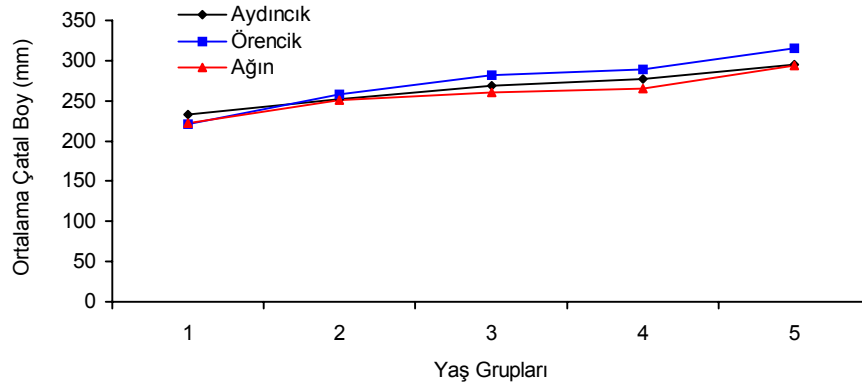
Araştırma süresince yakalanan *C.trutta* bireylerinde cinsiyet ayrımı yapmadan çatal boy değerlerinin bölgelere göre değişimi, Aydıncık bölgesi için 236,2-331,2 mm, Örencik bölgesi

için 222,3-361,5 mm ve Ağın bölgesi için ise 221,3-299,0 mm olarak belirlenmiştir. Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaşa paralel olarak vücut uzunluğunun arttığı tespit edilmiştir. 1. yaş grubunda en büyük ortalama vücut uzunluğu Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde bulunmuştur. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda ise birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yaşa paralel olarak vücut uzunluğu artışı, diğer iki bölgeden yakalanan balıklara göre biraz fazla olmuştur. Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde ise yaşa bağlı olarak vücut uzunluğundaki artış, genel olarak diğer iki bölgedeki bireylere oranla daha az olmuştur (Şekil 4.6.3.1).



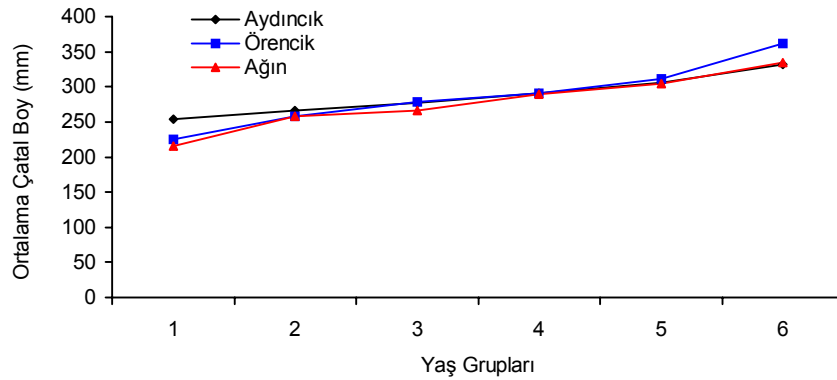
Şekil 4.6.3.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek *C. trutta* bireylerinde yaş-uzunluk ilişkisi.

Erkek *C. trutta* bireylerinin çatal boyları Aydıncık bölgesi için 232,9-294,7 mm, Örencik bölgesi için 220,7-315,3 mm ve Ağın bölgesi için ise 222,1-293,5 mm olarak tespit edilmiştir. Bu bölgelerden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaşa paralel olarak vücut uzunluğunun arttığı belirlenmiştir. 1. yaş grubunda en büyük ortalama vücut uzunluğu Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenirken, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. 2-5 yaş grubundaki ortalama vücut uzunluğu Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylerden daha fazla olup, en az uzunluk artışı Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda kaydedilmiştir (Şekil 4.6.3.2).



Şekil 4.6.3.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinde yaş-uzunluk ilişkisi.

Dişi *C. trutta* bireylerinin çatal boyları, Aydıncık bölgesi için 254-331,2 mm, Örencik bölgesi için 225,3-361,5 mm ve Ağın bölgesi için ise 216,3-334 mm olarak tespit edilmiştir. Bu bölgelerden yakalanan *C. trutta* bireylerinde yaşa paralel olarak vücut uzunluğunun arttığı belirlenmiştir. 1. yaş grubunda en büyük ortalama vücut uzunluğu Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenirken, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda birbirine yakın değerlerde olduğu bulunmuştur. 2-5 yaş grubundaki ortalama vücut uzunluğu Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylerden daha fazla olup, en az uzunluk artışı Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda kaydedilmiştir (Şekil 4.6.3.3).

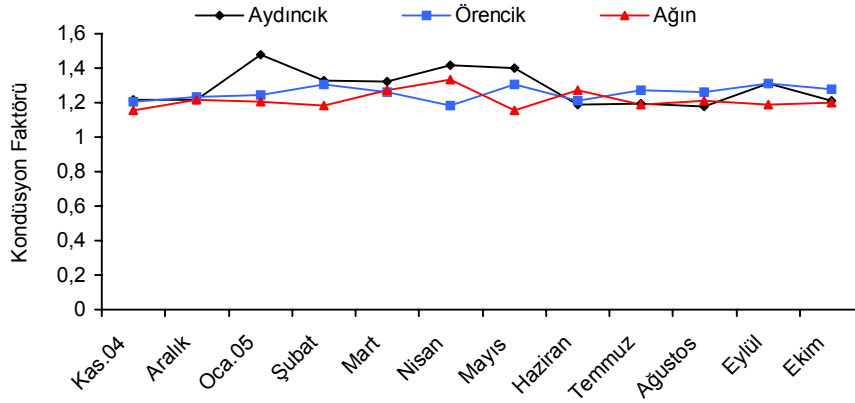


Şekil 4.6.3.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinde yaş-uzunluk ilişkisi.

4.6.4. Aylara Göre Kondüsyon Faktörü

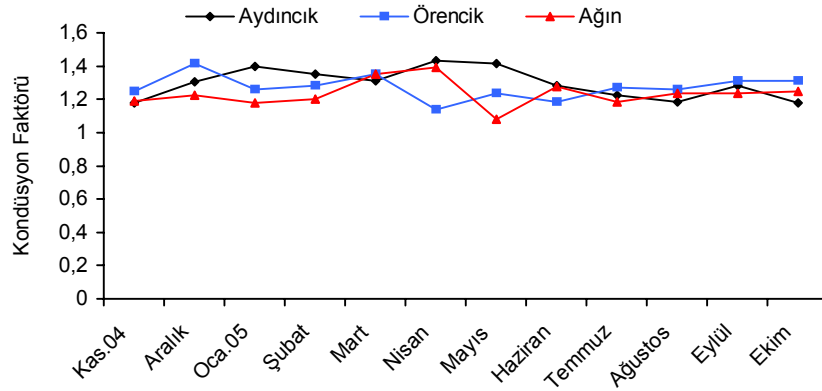
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde cinsiyet ayrımı yapılmadan aylara göre kondüsyon faktörünün değişimi Şekil 4.6.4.1'de verilmiştir. Yakalanan bireylerin kondüsyon faktörü değerlerinin yıl boyu Aydıncık bölgesi için 1,179-

1,479, Örencik bölgesi için 1,182-1,312 ve Ağın bölgesi için ise 1,188-1,331 arasında olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda *C. trutta* bireylerinde üreme döneminden önceki aylarda kondüsyon faktörünün en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Bölgelere göre kondüsyon faktörü karşılaştırıldığında referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta* bireylerindeki kondüsyon faktörü üreme dönemi hariç, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. En düşük kondüsyon faktörü değerleri Ağın bölgesinde kaydedilmiştir (Şekil 4.6.4.1).



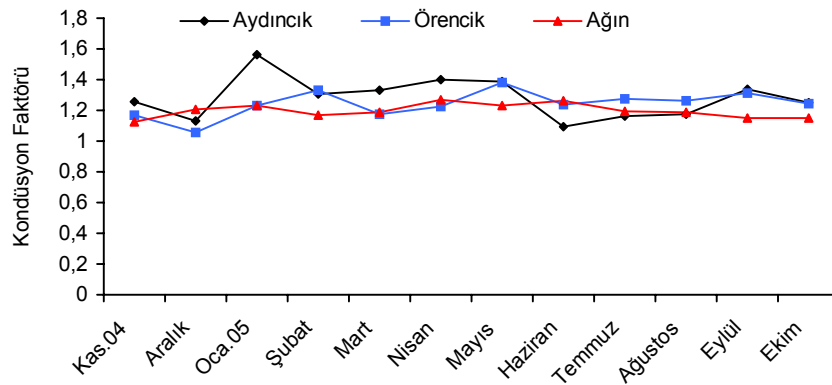
Şekil 4.6.4.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek *C. trutta* bireylerinde aylara göre kondüsyon faktörü.

Araştırma süresince, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinin aylara göre kondüsyon faktörleri Şekil 4.6.4.2’de verilmiştir. Buna göre; erkek bireylerin kondüsyon faktörü değerleri yıl boyu, Aydıncık bölgesi için 1,175–1,430, Örencik bölgesi için 1,138–1,413 ve Ağın bölgesi için ise 1,082–1,393 olarak kaydedilmiştir. Araştırma verilerine göre *C. trutta* bireylerinde üreme döneminden önceki aylarda kondüsyon faktörünün en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. Bölgelere göre kondüsyon faktörü karşılaştırıldığında referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta* bireylerindeki kondüsyon faktörünün üreme dönemi hariç, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En düşük kondüsyon faktörü değerleri ise Ağın bölgesinde bulunmuştur (Şekil 4.6.4.2).



Şekil 4.6.4.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinde aylara göre kondüsyon faktörü.

Bölgelere göre dişi *C. trutta* bireylerinin yıllık ortalama kondüsyon faktörü karşılaştırıldığında, Aydıncık bölgesi için 1,093–1,559, Örencik bölgesi için 1,053–1,379 ve Ağın bölgesi için ise 1,148–1,269 olarak belirlenmiştir. Araştırma verilerine göre *C. trutta* bireylerinde üreme döneminden önceki aylarda kondüsyon faktörünün en yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. Bölgelere göre kondüsyon faktörü karşılaştırıldığında, referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.trutta* bireylerindeki kondüsyon faktörü üreme dönemi hariç, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. Ocak- haziran ve ağustos-ekim ayları arasında en düşük kondüsyon faktörü değerleri ise Ağın bölgesinde belirlenmiş olup, Haziran-Ağustos (2006) ayları arasında ise en düşük değerler Aydıncık bölgesinde kaydedilmiştir (Şekil 4.6.4.3).

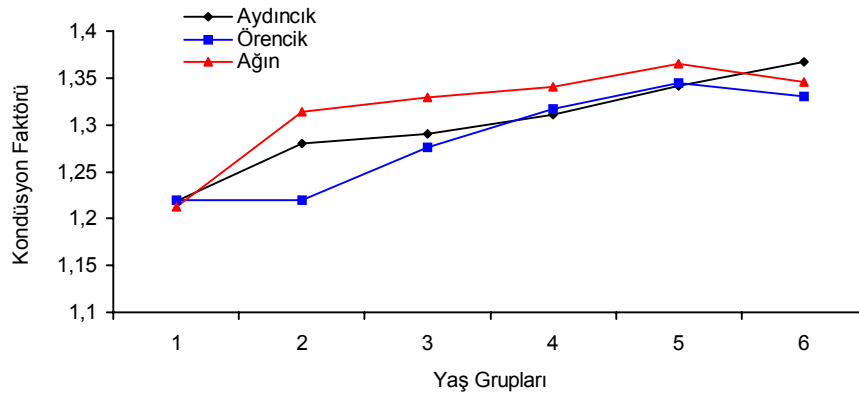


Şekil 4.6.4.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinde aylara göre kondüsyon faktörü.

4.6.5. Yaş-Kondüsyon Faktörü İlişkisi

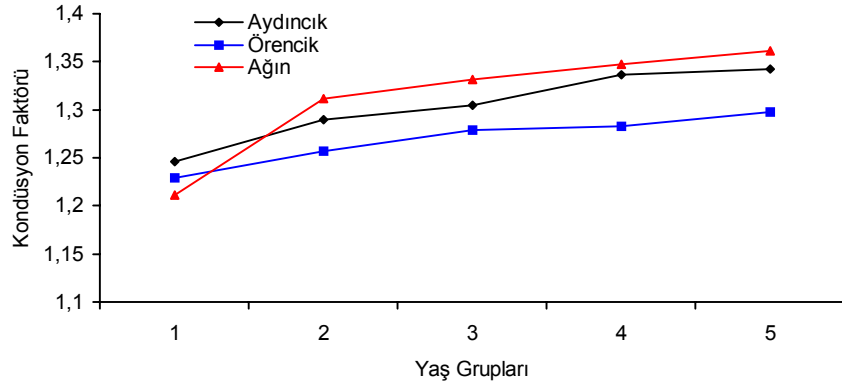
Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde cinsiyet ayrımı yapılmadan yaş gruplarına göre kondüsyon faktörünün değişimi Şekil 4.6.5.1’de

verilmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde yaşa göre hesaplanan kondüsyon faktörü değerlerinin 1,218-1,367; Örencik bölgesinde 1,219-1,330, Ağın bölgesinde ise 1,212-1,345 arasında olduğu belirlenmiştir. Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde kondüsyon faktörü yaşa paralel olarak artarken, belli bir yaştan sonra (Örencik ve Ağın bölgelerinde 5 yaşından sonra) azalmaya başlamıştır. Ağın bölgesinden yakalanan bireylerin kondüsyon faktörünün, Aydıncık ve Örencik bölgelerinden yakalanan bireylere oranla daha iyi olduğu tespit edilmiştir. En düşük kondüsyon faktörü değerleri ise Örencik bölgesinde kaydedilmiştir (Şekil 4.6.5.1).



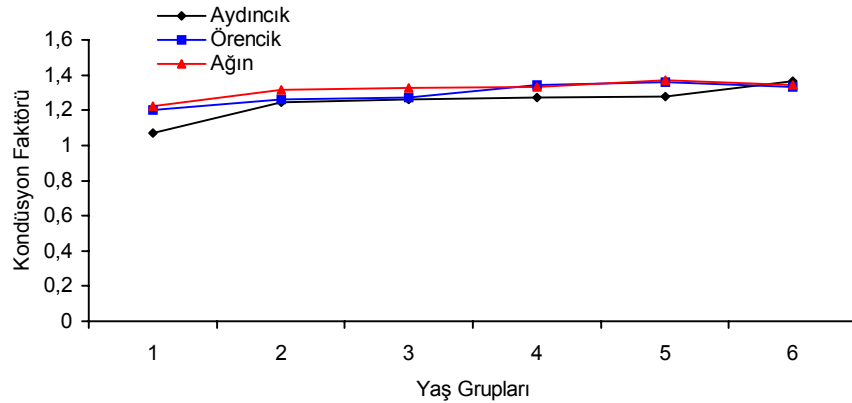
Şekil 4.6.5.1. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi+erkek *C. trutta* bireylerinde yaş-kondüsyon faktörü ilişkisi.

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına göre kondüsyon faktörünün değişimi dikkate alındığında, her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde kondüsyon faktörünün yaşa paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde yaşa göre hesaplanan kondüsyon faktörü değerleri 1,245-1,341; Örencik bölgesinde 1,229-1,297, Ağın bölgesinde ise 1,211-1,361 arasında değişim göstermiştir. Ağın bölgesinden yakalanan bireylerin kondüsyon faktörünün, Aydıncık ve Örencik bölgelerinden yakalanan bireylere oranla daha iyi olduğu belirlenmiştir. En düşük kondüsyon faktörü değerleri ise Örencik bölgesinde bulunmuştur (Şekil 4.6.5.2).



Şekil 4.6.5.2. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinde yaş-kondüsyon faktörü ilişkisi.

Araştırma süresince, her üç bölgeden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinde yaş gruplarına göre kondüsyon faktörünün değişimi Şekil 4.6.5.3’de verilmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde yaşa göre hesaplanan kondüsyon faktörü değerleri 1,071-1,367; Örencik bölgesinde 1,202-1,330, Ağın bölgesinde 1,224-1,345 arasında kaydedilmiştir. Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde kondüsyon faktörü yaşa paralel olarak artarken, Örencik ve Ağın bölgelerinde 5 yaşından sonra azalmaya başlamıştır. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan dişi bireylerde yaşa bağlı olarak kondüsyon faktörü değerlerinin genel olarak birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6.5.3).



Şekil 4.6.5.3. Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinde yaş-kondüsyon faktörü ilişkisi.

4.7. Laboratuarda Yürütülen Toksikolojik Testler

Bu araştırmada, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan laboratuara getirilen su örneklerine farklı yaşam evrelerindeki *C. carpio* bireyleri bırakılarak bu sularon balıklar üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler

kontrol grubu, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgesi başlıkları altında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Açılan yumurta sayısı ve oranları, larvalar, yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlardaki ölü sayısı ve ölüm oranlarını gösteren grafikler kümülatif değerler dikkate alınarak çizilmiştir.

Test çalışmasında haziran ayında alınan su örnekleri kullanılmış ve su örneklerinde tespit edilen ağır metal konsantrasyonları Tablo 4.7.1’de verilmiştir.

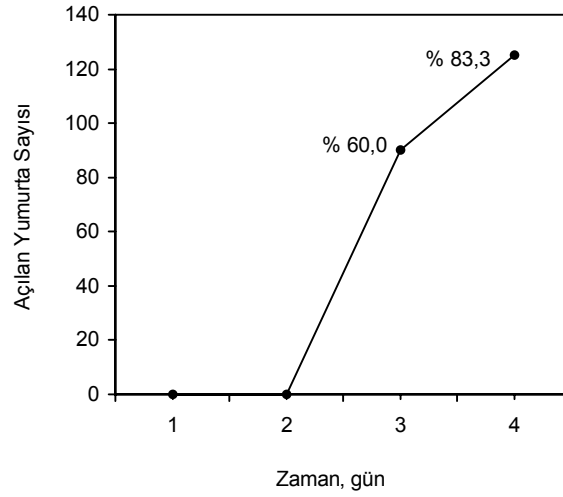
Tablo 4.7.1. Test çalışmasında kullanılan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları (mg/L).

İstasyonlar	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd	Ni	As	Hg
Ağın								
Atık Su	17,38	154,30	50,78	76,17	62,25	7,25	54,39	0,55
Karışım Bölgesi	9,37	66,40	23,43	52,73	41,75	3,5	26,54	0,33
Açık Bölge	0,38	0,30	0,59	0,07	0,01	0,003	*	*
Örencik								
Atık Su	1,26	3,79	1,68	1,21	*	*	*	*
Karışım Bölgesi	0,62	1,80	0,85	0,90	*	*	*	*
Açık Bölge	0,14	0,08	0,19	0,009	*	*	*	*
Aydıncık								
Referans Bölge	0,09	0,05	0,09	*	*	*	*	*

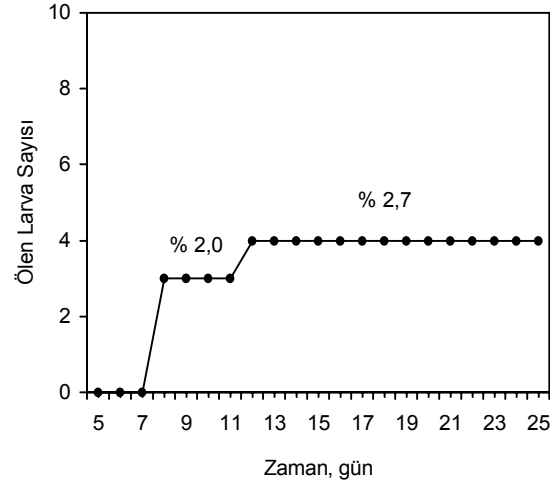
*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

4.7.1. Kontrol Grubu

Toplam 150 adet aynalı sazan yumurtası, 24 saat dinlendirilmiş içme suyunun bulunduğu akvaryuma bırakıldı. Aynalı sazan yumurtalarının ikinci günün sonunda açılmaya başladığı, yumurtaların açılmasının dört günde tamamlandığı ve toplam 125 (%83,3) adet yumurtanın açıldığı belirlendi (Şekil 4.7.1.1). Açılan yumurtalardan çıkan larvalar 21 gün boyunca takip edildi ve 21 gün sonunda toplam 4 adet (%3) larvanın öldüğü (Şekil 4.7.1.2) belirlendi. Test süresince pH’nın 8,0-8,2; sıcaklığın 18,1-19,5°C ve çözünmüş oksijenin 6,8-7,3 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

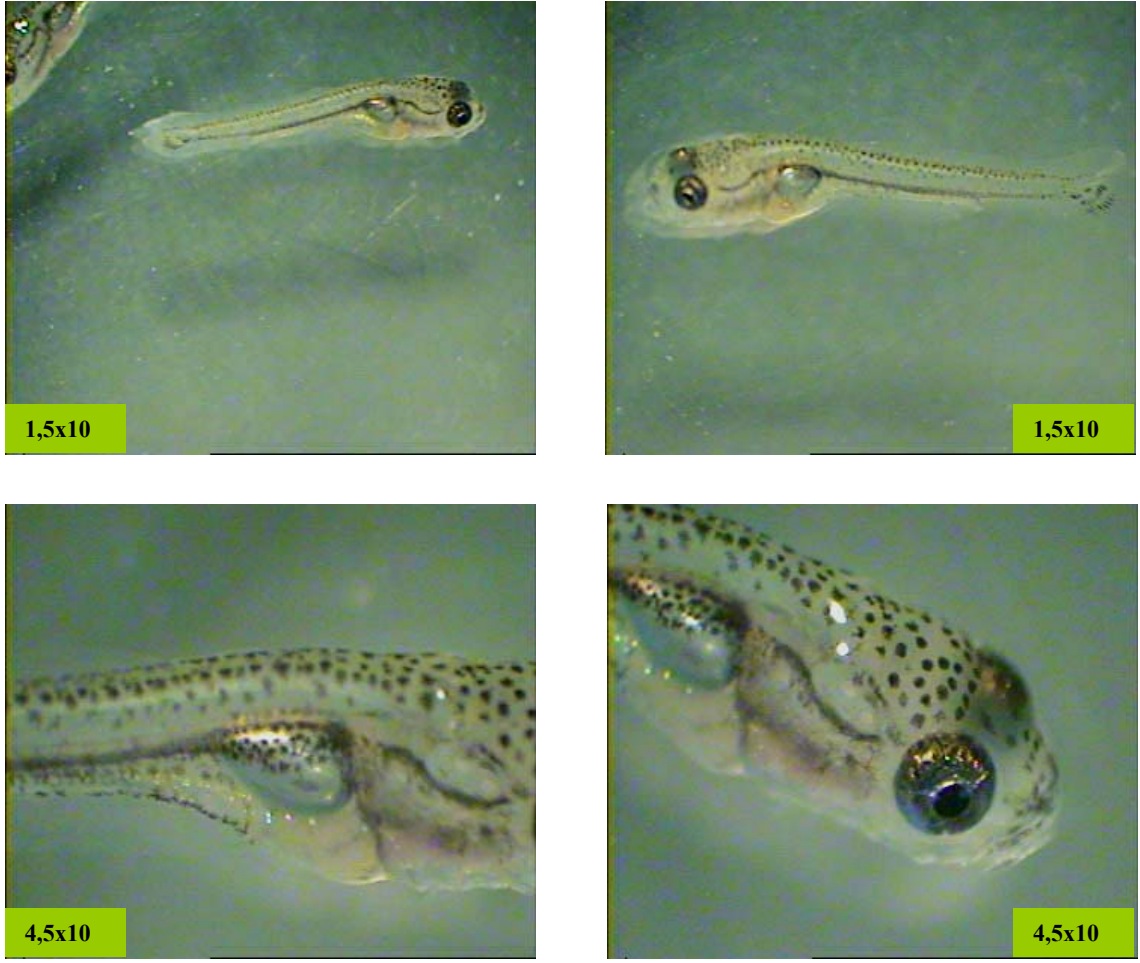


Şekil 4.7.1.1. Kontrol grubunda aynalı sazan yumurtalarının açılma sayısı ve oranları.

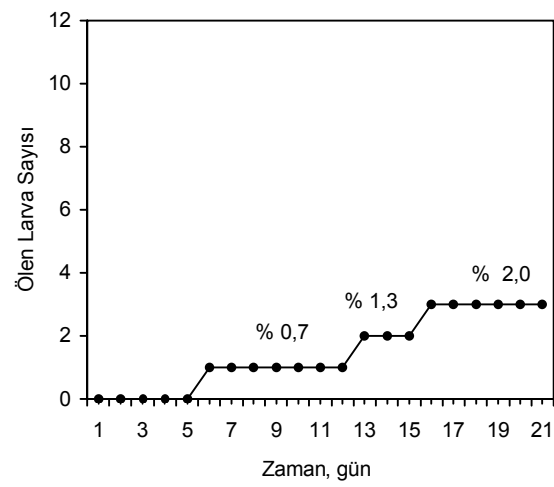


Şekil 4.7.1.2. Kontrol grubunda aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Toplam 150 adet aynalı sazan larvası (Şekil 4.7.1.3), 24 saat dinlendirilmiş içme suyuna bırakıldı. Çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda 4 adet larvanın (%2) öldüğü (Şekil 4.7.1.4), ölümlerin doğal ölümler olduğu belirlendi. Test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,0-21,5°C ve çözülmüş oksijenin 6,5-6,9 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.



Şekil 4.7.1.3. Kontrol grubu aynalı sazan larvaları.



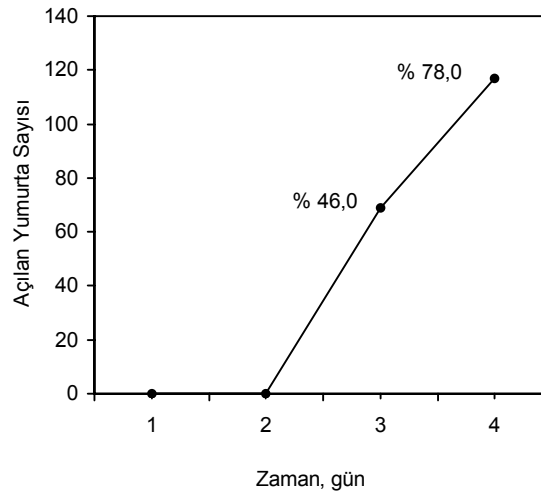
Şekil 4.7.1.4. Kontrol grubu aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.

Toplam 100 adet yavru aynalı sazan, 24 saat dinlendirilmiş içme suyunun bulunduğu akvaryuma bırakıldı ve çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda ölüm olmadığı, test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,0-21,7°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,4 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

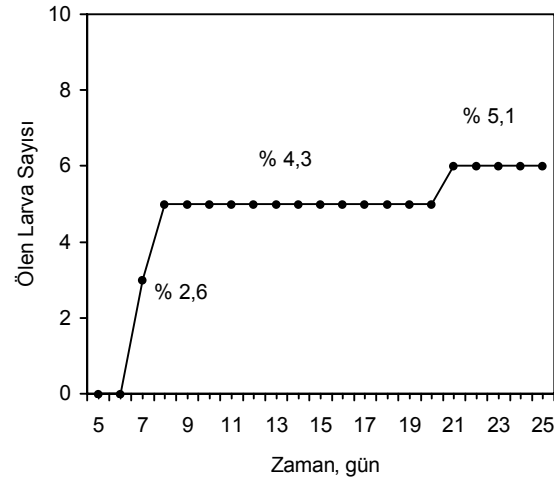
Toplam 50 adet bir yaşındaki aynalı sazan 24 saat dinlendirilmiş içme suyunun bulunduğu akvaryuma bırakıldı. Çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda ölüm olmadığı, test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,1-21,8 °C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,4 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.

4.7.2. Aydıncık Bölgesi

Aydıncık bölgesinden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan yumurtası bırakıldı. Aynalı sazan yumurtaları açık bölgeden alınan suya maruz bırakıldıktan üç gün sonra açılmaya başladı. Yumurtaların açılmasının dört günde tamamlandığı ve dört gün sonunda toplam 117 adet (%78) yumurtanın açıldığı belirlendi (Şekil 4.7.2.1). Açılan yumurtalardan çıkan larvalar 21 gün boyunca takip edilerek yaşama oranları tespit edildi ve 21. günün sonunda 6 adet (%5,1) larvanın öldüğü ve ölümlerin doğal olduğu (Şekil 4.7.2.2), test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 18,1-19,4°C ve çözülmüş oksijenin 6,8-7,3 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.

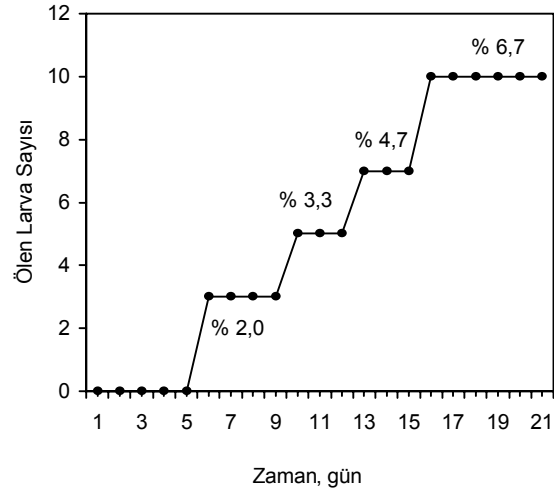


Şekil 4.7.2.1. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarında açılan yumurta sayısı ve oranları.

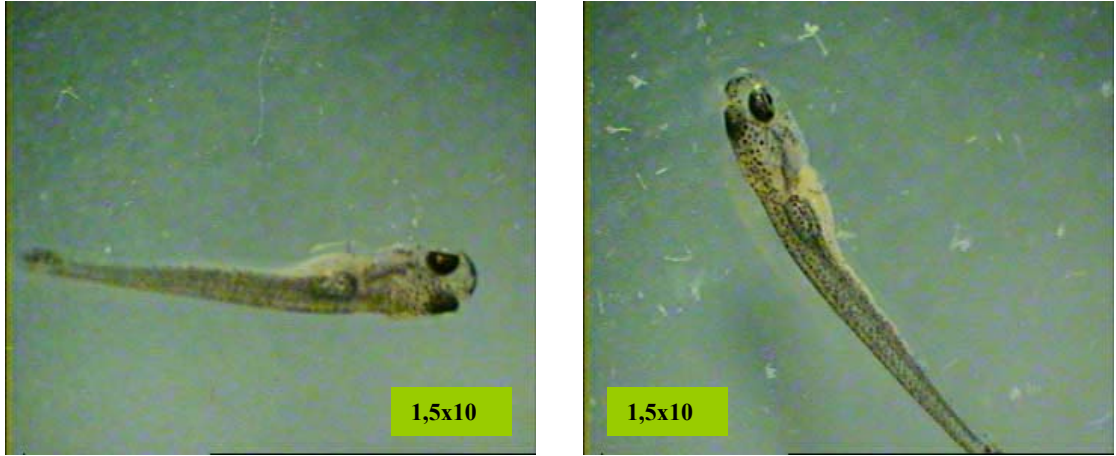


Şekil 4.7.2.2. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Aydıncık bölgesinden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan larvası bırakıldı ve çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda 10 adet (% 6,7) larvanın öldüğü (Şekil 4.7.2.3), ölümlerin doğal olduğu (Şekil 4.7.2.4), test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,0-21,5°C ve çözülmüş oksijenin 6,5-6,9 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.



Şekil 4.7.2.3. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.



Şekil 4.7.2.4. Aydıncık bölgesinden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvaları.

Aydıncık bölgesinden alınan suların bulunduğu akvaryuma toplam 100 adet yavru aynalı sazan bırakıldı ve çalışmanın tamamlandığı 21.gün sonunda ölüm olmadığı tespit edildi. Test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,0-21,6°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,5 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

Aydıncık bölgesinden alınan suların bulunduğu akvaryuma toplam 50 adet bir yaşında aynalı sazan bırakıldı. Çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda ölüm olmadığı, test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,2-21,8°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,4 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.

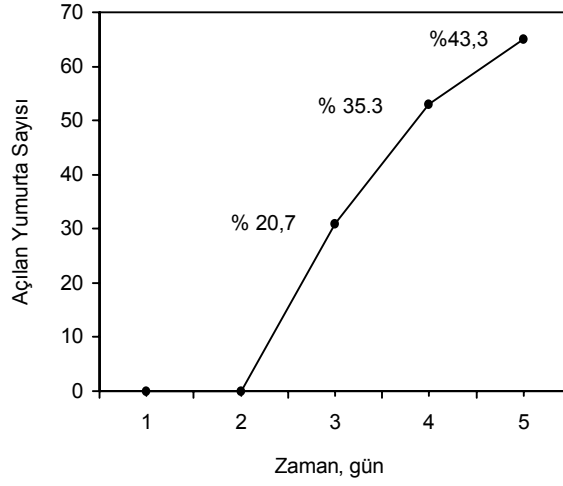
4.7.3. Örencik Bölgesi

Bu araştırmada Örencik bölgesinde, Etibank Ferro Krom İşletmeleri'nden gelen atık sular, atık suların baraj gölüne karıştığı bölge ve açık bölge olmak üzere üç istasyon belirlenmiş ve her bir istasyondan getirilen su örneklerinde gerçekleştirilen test çalışmaları ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

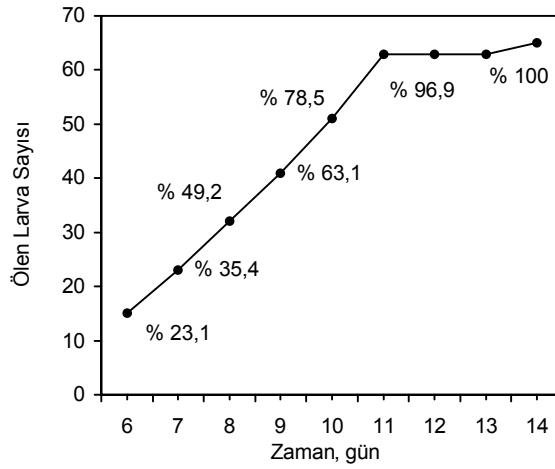
4.7.3.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi Atık Suları

Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden gelen atık suların bulunduğu akvaryuma 150 adet aynalı sazan yumurtası bırakılarak yumurtaların açılma oranları ve bu yumurtalardan çıkan larvaların ölüm oranları belirlendi. Yumurtaların beş günde açıldığı ve bu süre sonunda toplam 65 adet (%43,3) yumurtanın açıldığı (Şekil 4.7.3.1.1), bu yumurtalardan elde edilen larvaların tümünün dokuzuncu gün sonunda öldüğü tespit edildi (Şekil 4.7.3.1.2). Testlerin yürütüldüğü

akvaryumda suyun pH'nın 8,1-8,3; sıcaklığın 18,1-19,4°C ve çözülmüş oksijenin 6,3-6,7 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

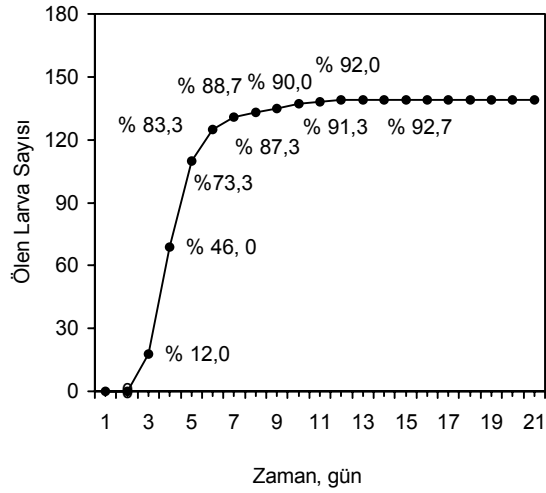


Şekil 4.7.3.1.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayıları ve oranları.



Şekil 4.7.3.1.2. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden getirilen atık suların bulunduğu akvaryumlara 150 adet aynalı sazan larvası bırakılarak larvaların ölüm oranları belirlendi. Çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda ise 138 adet (%92,7) larvanın öldüğü tespit edildi (Şekil 4.7.3.1.3). Test süresince suyun pH'sının 8,0-8,3; sıcaklığın 19,3-21,7°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-6,3 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.



Şekil 4.7.3.1.3. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında ölü sayısı ve ölüm oranları.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına toplam 100 adet yavru ve 50 adet bir yaşındaki aynalı sazan maruz bırakıldı. Yavru balıklarda ilk iki gün ölüm olmadığı ve üçüncü gün balıkların öldüğü tespit edildi. Yavru aynalı sazanlarda görülen anomaliler;

- Pektoral yüzgecin kaidesinde hemorajik odaklar (Şekil 4.7.3.1.4),
- Solungaç lamelleri ve filamentlerinde birbirine yapışmalar (Şekil 4.7.3.1.5),
- Vücut boşluğunda berrak bir sıvı birikimi,
- Böbrek renginde koyulaşma.



Şekil 4.7.3.1.4. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanın pektoral yüzgecin kaidesinde meydana gelen hemorajik odaklar.



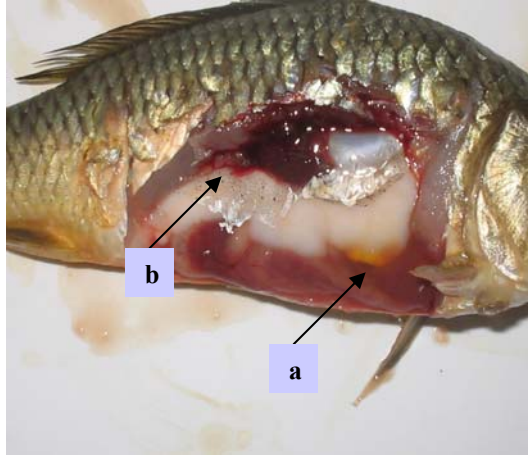
Şekil 4.7.3.1.5. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanın solungaç lamel ve filamentlerinde meydana gelen yapışma.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanlardan, testin yürütüldüğü ikinci gün 3 adedinin öldüğü, üçüncü gün ise bütün balıkların öldüğü gözlemlendi. Balıklarda görülen anomaliler;

- Solungaç lamellaları ve filamentlerinde renk açılması (Şekil 4.7.3.1.6),
- Karaciğer renginde solgunluk,
- Yağ bezelerinde sarımsı odaklar (Şekil 4.7.3.1.7),
- İç organlarda hemoraji (Şekil 4.7.3.1.8).



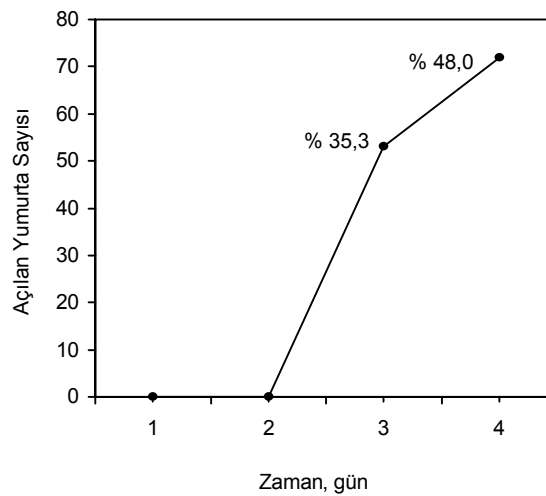
Şekil 4.7.3.1.6. Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanda solungaç lamellaları ve filamentlerindeki solgunluk.



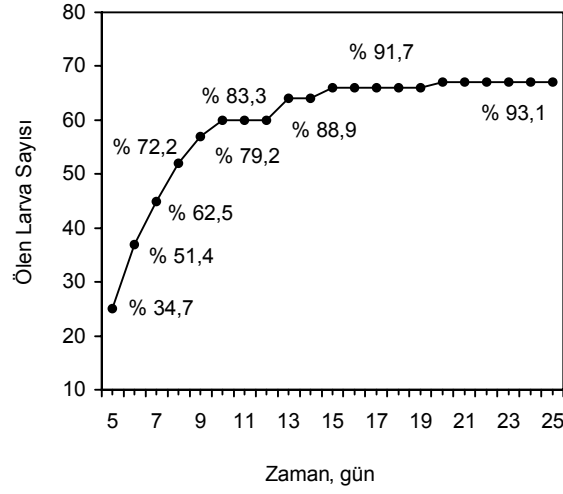
Şekil 4.7.3.1.7. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanda **a:** Yağ bezelerindeki sarımsı odaklar, **b:** İç organlardaki hemorajiler.

4.7.3.2. Etibank Ferro Krom İşletmesi Atık Sularının Keban Baraj Gölü'ne Karıştığı Bölge

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya, toplam 150 adet aynalı sazan yumurtası maruz bırakıldı. Aynalı sazan yumurtaları, karışım bölgesinden alınan sulara maruz bırakıldıktan üç gün sonra açılmaya başladı ve yumurtaların açılması dört günde tamamlandı. Dört gün sonunda toplam 72 adet (%48) yumurtanın açıldığı belirlendi (Şekil 4.7.3.2.1). Yumurtadan çıkan larvalar her gün takip edilerek ölüm oranları tespit edildi ve 21. günün sonunda 67 adet (%93,1) larvanın öldüğü belirlendi (Şekil 4.7.3.2.2). Test süresince pH'nın 8,1-8,3; sıcaklığın 18,3-19,9°C; çözülmüş oksijenin 6,7-7,2 mg/L arasında değişim gösterdiği bulundu.

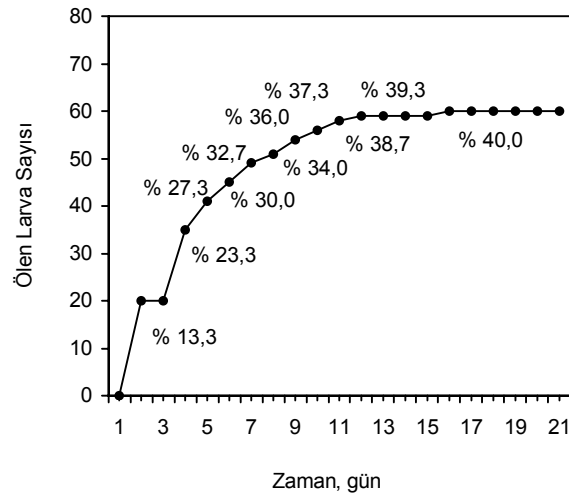


Şekil 4.7.3.2.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayıları ve oranları.



Şekil 4.7.3.2.2. Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan larvası maruz bırakıldı. Testlerin tamamlandığı 21. gün sonunda toplam 60 adet (%40) larvanın öldüğü (Şekil 4.7.3.2.3), test süresince pH'nın 8,1-8,3; sıcaklığın 20,1-22,4°C; çözülmüş oksijenin 6,0-6,8 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.



Şekil 4.7.3.2.3. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında herhangi bir anomali tespit edilmedi (Şekil 4.7.3.2.4).

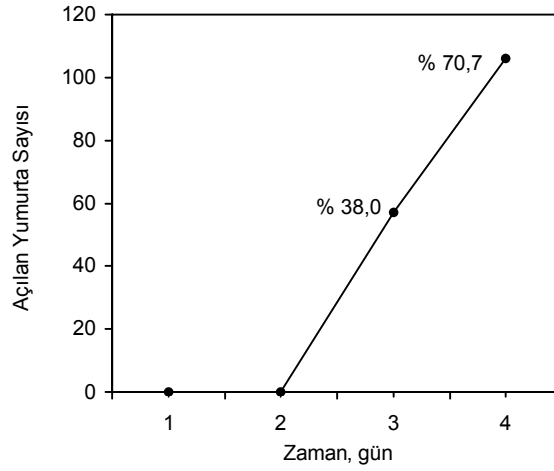


Şekil 4.7.3.2.4. Etibank Ferro Krom atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvası

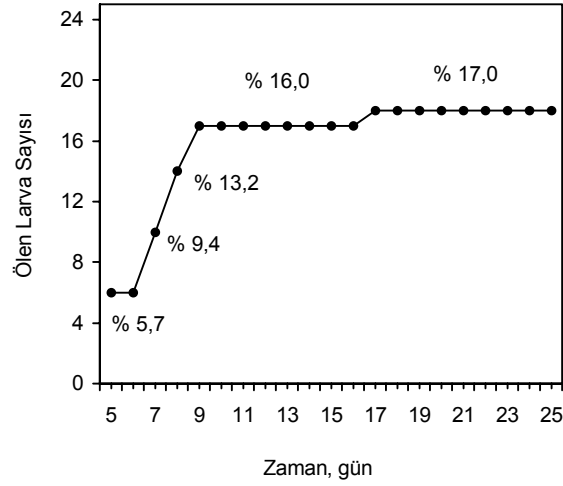
Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya, toplam 100 adet yavru aynalı sazan ve toplam 50 adet bir yaşındaki aynalı sazan bırakıldı. Her iki grupta da, testin uygulandığı 21 gün boyunca ölüm olmadığı belirlendi. Test süresince yavru balıkların bulunduğu akvaryumda, pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,3-22,0°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,4 mg/L olduğu, 1 yaşındaki aynalı sazanların bulunduğu akvaryumda ise pH'nın 8,0- 8,2; sıcaklığın 20,2-22,1°C ve çözülmüş oksijenin 5,1-5,5 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.

4.7.3.3. Açık Bölge

Etibank Ferro Krom İşletmeleri'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan yumurtası maruz bırakıldı. Aynalı sazan yumurtalarının açık bölgeden alınan sulara maruz bırakıldıktan üç gün sonra açılmaya başladığı ve yumurtaların açılmasının dört günde tamamlandığı ve dört gün sonunda toplam 106 adet (%70,7) yumurtanın açıldığı belirlendi (Şekil 4.7.3.3.1). Açılan yumurtalardan çıkan larvalar 21 gün boyunca takip edilerek yaşama oranları belirlendi. 21. gün sonunda 14 adet (%17) larvanın öldüğü tespit edildi (Şekil 4.7.3.3.2). Test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 18,0-19,4°C; çözülmüş oksijenin 6,8-7,3 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

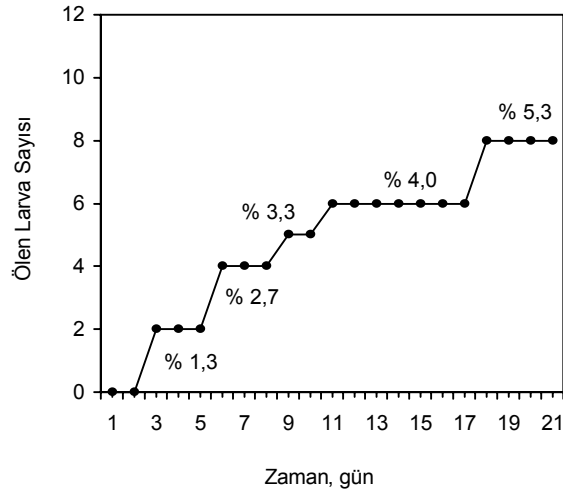


Şekil 4.7.3.3.1. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan yumurtaların açılma sayıları ve oranları.



Şekil 4.7.3.3.2. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan yumurtalardan elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Açık bölgeden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan larvası bırakıldı. Çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda 8 adet (%5,3) larvanın öldüğü (Şekil 4.7.3.3.3), test süresince pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,0-22,0°C; çözülmüş oksijenin 6,3-6,9 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edildi.



Şekil 4.7.3.3.3. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.

Açık bölgeden alınan suların bulunduğu akvaryuma toplam 100 adet yavru aynalı sazan ve toplam 50 adet bir yaşında aynalı sazan bırakıldı. Çalışmanın tamamlandığı 21.gün sonunda her iki test grubunda da ölüm olmadığı tespit edildi. Test süresince yavru aynalı sazanların bulunduğu akvaryumda suyun pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığının 20,0-21,5°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,6 mg/L, bir yaşındaki aynalı sazanların bulunduğu akvaryumdaki suyun pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığının 20,1-21,7°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,4 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

4.7.4. Ağın Bölgesi

Bu araştırmada Ağın bölgesinde, Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık sular, atık suların baraj gölüne karıştığı bölge ve açık bölge olmak üzere üç istasyon belirlenmiş ve her bir istasyondan getirilen su örneklerinde gerçekleştirilen test çalışmaları ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

4.7.4.1. Ağın Deri Fabrikası Atık Suları

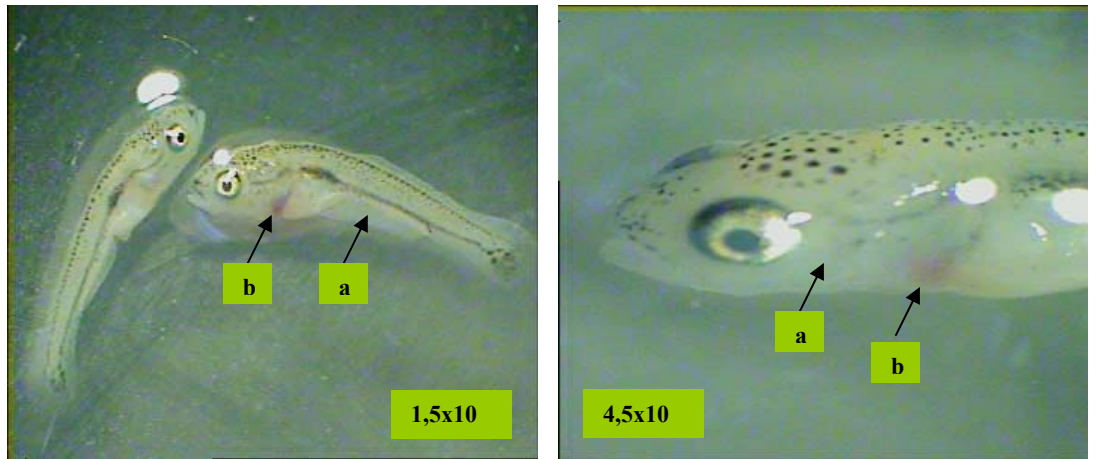
Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suya maruz bırakılan döllenmiş aynalı sazan yumurtalarının kahverengimsi ve yeşilimsi bir renk aldıkları ve tümünün 4 dakika içerisinde deforme oldukları gözlemlendi (Şekil 4.7.4.1.1).



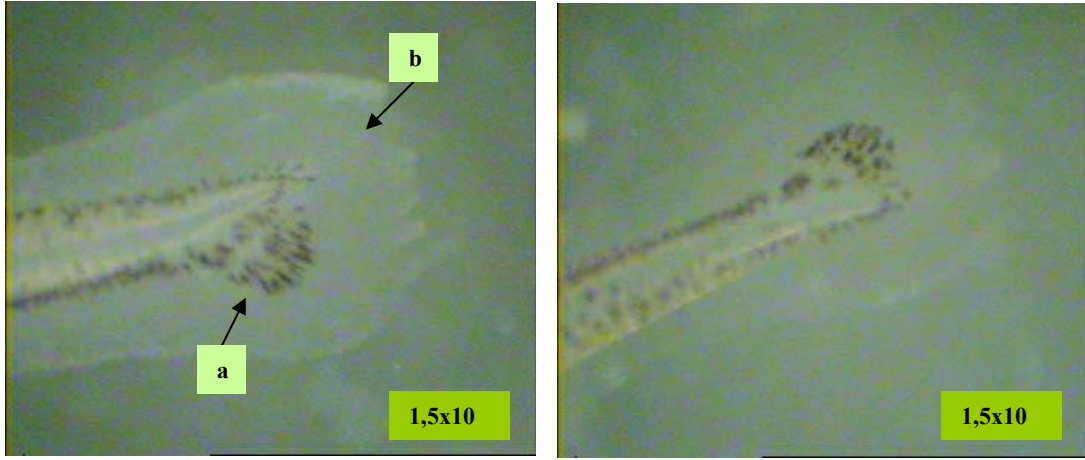
Şekil 4.7.4.1.1. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarında görülen renk değişimi ve deformasyonlar.

Atık suya toplam 150 adet aynalı sazan larvası maruz bırakıldı ve larvaların iki dakika sonra hareketlerinin yavaşladığı ve 7. dakikada öldükleri tespit edildi. Larvalarda görülen bazı anomaliler;

- Aşırı mukus salgısı,
- Renk açılması,
- Mat görünüm,
- Karın bölgesinde hemoraji,
- Larvaların iç kısımları kırmızı renkli (kanama belirtisi) (Şekil 4.7.4.1.2).
- Kuyruk yüzgecinin aşağı düşmesi (paralize gibi) (Şekil 4.7.4.1.3).



Şekil 4.7.4.1.2. Ağın Deri Fabrikası'ndan gelen atık suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında gözlemlenen bazı anomaliler. **a:** renk açılması **b:** Karın bölgesinde hemoraji.



Şekil 4.7.4.1.3. Ağın Deri Fabrikası’ndan gelen atık suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında; **I, a:** Kuyruk yüzgecinin aşağı düşmesi, **b:** Mukus tabakası **II:** Kontrol grubu larvalarda kuyruk yüzgeci.

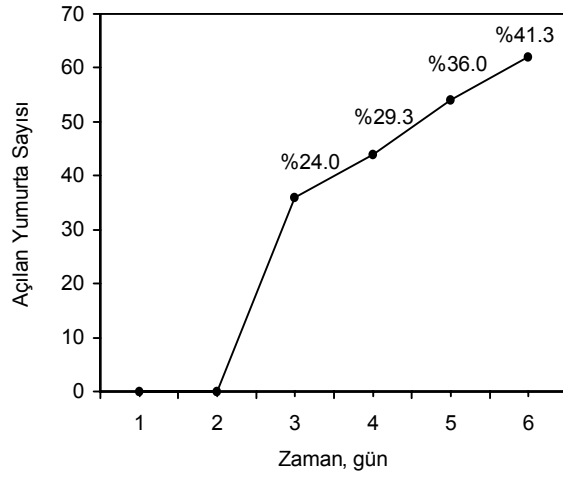
Atık suya maruz bırakılan yavru aynalı sazanların bir dakika sonra hareketlerinin yavaşladığı, balıkların yan yatarak yüzeye çıktıkları, solungaç hareketlerinin hızlandığı ve üç dakika içerisinde öldükleri belirlendi.

Atık suya maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanların ise üç dakika sonra hareketlerinin yavaşladığı, balıkların yan yatarak yüzeye çıktıkları, solungaç hareketlerinin hızlandığı ve beş dakika içerisinde öldükleri tespit edildi. Hem yavru hem de bir yaşındaki aynalı sazanlarda otopsi sonucunda balıkların dış yüzeylerinde ve iç organlarında anomaliler olmadığı, solungaçların koyu kırmızı renkli olduğu tespit edildi.

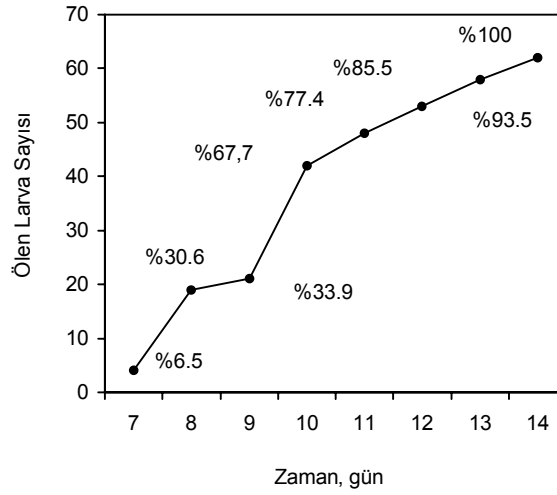
Test süresince yavru aynalı sazanların bulunduğu akvaryumda pH 5,8; sıcaklık 25,1°C; çözülmüş oksijen 6,3 mg/L, bir yaşındaki aynalı sazanların bulunduğu akvaryumda ise pH 5,8; sıcaklık 25,2°C, çözülmüş oksijen 6,3 mg/L olarak belirlendi.

4.7.4.2. Ağın Deri Fabrikası Atık Sularının Keban Baraj Gölü’ne Karıştığı Bölge

Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü’ne karıştığı bölgeden alınan suya, toplam 150 adet aynalı sazan yumurtası maruz bırakıldı. Aynalı sazan yumurtaları karışım bölgesinden alınan sulara maruz bırakıldıktan 3 gün sonra açılmaya başladı ve yumurtaların açılması altı günde tamamlandı. Altıncı gün sonunda toplam 62 adet (%41,3) yumurtanın açıldığı belirlendi (Şekil 4.7.4.2.1). Yumurtadan çıkan larvalar her gün takip edilerek ölen larva sayısı tespit edildi. Sekizinci gün sonunda ise bütün larvaların öldüğü belirlendi (Şekil 4.7.4.2.2). Testin yürütüldüğü akvaryumda suyun pH’sının 8,0-8,2; sıcaklığın 18,0-19,2°C; çözülmüş oksijenin 6,6-7,0 mg/L arasında değiştiği tespit edildi.

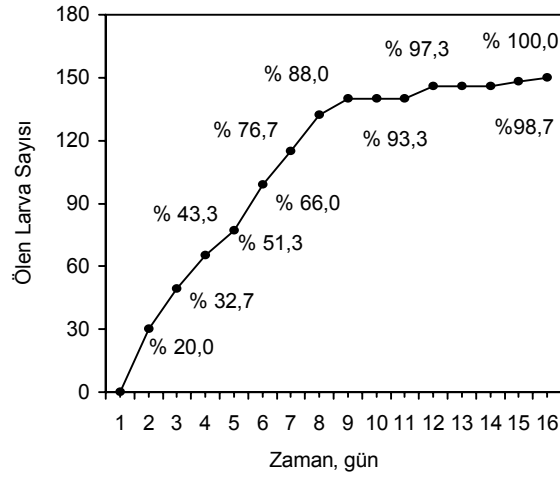


Şekil 4.7.4.2.1. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayıları ve oranları.



Şekil 4.7.4.2.2. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan larvası maruz bırakıldı. Test uygulanmaya başlandıktan 16 gün sonra bütün larvaların öldüğü (Şekil 4.7.4.2.3); pH'nın 8,0-8,2; sıcaklığın 20,1-21,9°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-6,1 mg/L arasında değiştiği belirlendi.



Şekil 4.7.4.2.3. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.

Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya toplam 100 adet yavru aynalı sazan bırakıldı. Balıklar karışım bölgesindeki suya maruz bırakıldıktan sonra ilk ölüm (toplam 6 adet balık) 37 saat sonra görüldü. 42 saat sonra ise bütün yavru balıkların öldüğü tespit edildi. Test süresince pH'nın 8,2; sıcaklığın 23,2-23,5°C; çözünmüş oksijenin 6,2-6,3 mg/L arasında olduğu belirlendi.

Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya toplam 50 adet bir yaşındaki aynalı sazan bırakıldı. Balıklar karışım bölgesindeki suya maruz bırakıldıktan sonra ilk ölüm (toplam 6 adet balık) 28 saat sonra görüldü. 37 saat sonra ise bütün balıkların öldüğü belirlendi. Test süresince pH'nın 8,2; sıcaklığın 23,3-23,5°C; çözünmüş oksijenin 6,2-6,3 mg/L arasında olduğu tespit edildi.

Ağın Deri Fabrikası atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan hem yavru hem de bir yaşındaki aynalı sazanlarda görülen anomaliler;

- Pektoral yüzgecin kaidesinde ve operkulumun başlangıcında kızarıklıklar,
- İsmus bölgesinden pelvik yüzgece kadar olan bölgede dejenerasyon,
- Karaciğer solgun ve bir noktada hemorajik odaklar,
- Dalak renginde koyulaşma,
- Bağırsakta hemoraji,
- Karaciğer üzerinde az miktarda sarı-yeşil renkte sıvı (Şekil 4.7.4.2.4).
- Solungaç lamellerinde birbirine yapışma (Şekil 4.7.4.2.5).



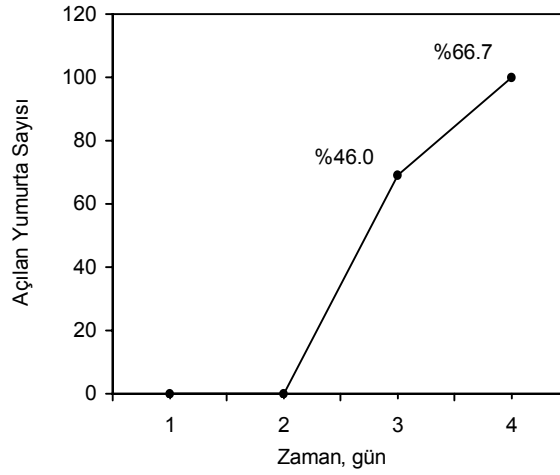
Şekil 4.7.4.2.4. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlarda iç organlarda görülen anomaliler.



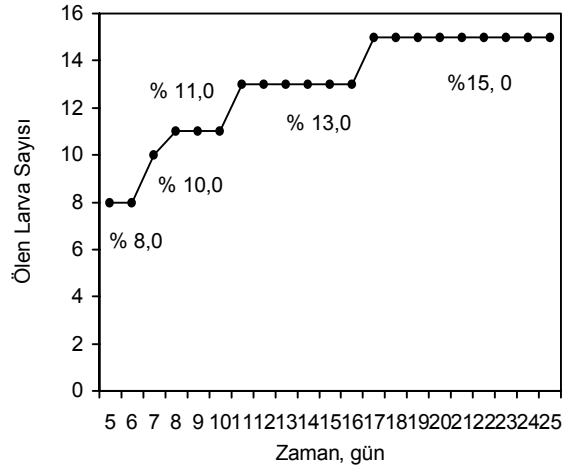
Şekil 4.7.4.2.5. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanlarda solungaç lamellerindeki yapışma.

4.7.4.3. Açık Bölge

Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alandan uzakta açık bölgeden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan yumurtası bırakıldı. Yumurtaların açılmasının dört günde tamamlandığı ve toplam 100 adet (%66,7) yumurtanın açıldığı (Şekil 4.7.4.3.1) ve test süresince 100 adet larvadan 15 adedinin öldüğü (%15) tespit edildi (Şekil 4.7.4.3.2). Testlerin yürütüldüğü akvaryumda suyun pH'sının 8,0-8,3; sıcaklığın 18,1-20,6°C ve çözünmüş oksijenin 6,6-7,2 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

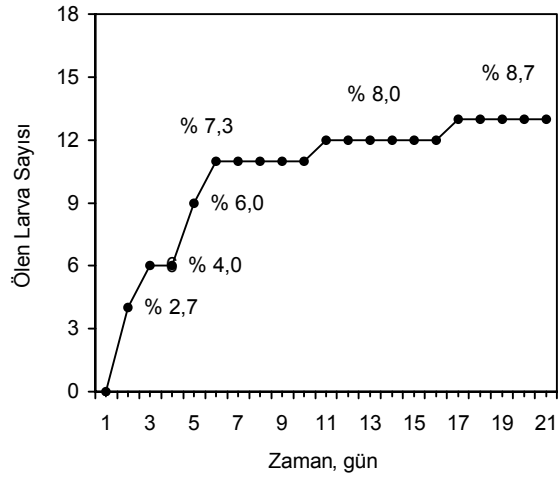


Şekil 4.7.4.3.1. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarının açılma sayısı ve oranları.



Şekil 4.7.4.3.2. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarından elde edilen larvalarda ölü sayısı ve ölüm oranları.

Açık bölgeden alınan suya toplam 150 adet aynalı sazan larvası maruz bırakıldı ve çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda 13 adet (% 8,7) larvanın öldüğü belirlendi (Şekil 4.7.4.3.3). Meydana gelen ölümlerin doğal ölümler olduğu ve yeterince beslenememeye bağlı olarak bazı larvalarda eksoftalmus meydana geldiği tespit edildi (Şekil 4.7.4.3.4). Test süresince pH'nın 8,0-8,1; sıcaklığın 20,4-21,4°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,3 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.



Şekil 4.7.4.3.3. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan larvalarında görülen ölü sayısı ve ölüm oranları.



Şekil 4.7.4.3.4. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya maruz bırakılan aynalı sazan larvasında görülen eksoftalmus.

Açık bölgeden alınan suların bulunduğu akvaryuma toplam 100 adet yavru aynalı sazan toplam 50 adet bir yaşında aynalı sazan bırakıldı. Çalışmanın tamamlandığı 21. gün sonunda her iki test grubunda da ölüm olmadığı tespit edildi. Test süresince yavru aynalı sazanların bulunduğu akvaryumda suyun pH'sının 8,0-8,2; sıcaklığın 20,1-21,4°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,5 mg/L; bir yaşındaki aynalı sazanların bulunduğu akvaryumdaki suyun pH'sının 8,0-8,2; sıcaklığın 20,0-21,5°C ve çözülmüş oksijenin 5,0-5,4 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlendi.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada Ağın Deri Fabrikası ve Etibank Ferro Krom İşletmelerinden gelen atık suların Keban Baraj Gölü'nün su kalitesi üzerindeki etkisi, su ve sedimentte ağır metal birikimi, *Capoeta trutta*'nın kas dokusu ve gonadında ağır metal birikimi, ağır metal kirliliğinin *Capoeta trutta*'nın üreme biyolojisi ve gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Deri imalatının fiziksel ve kimyasal işlemlerinin büyük kısmı suyla oluşur ve genelde kullanılan suyun hemen hemen tamamı atık su olarak alınır. Maden işletme alanları ve cevher hazırlama ünitelerinde tonlarca kırılmış veya öğütülmüş filiz yantaşlarının toz, çamur ya da katı parçacıklar şeklinde çevreye atılmaları maden işletmeciliği açısından kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle deri işleme ve maden işleme tesisleri çok önemli atık su ve ağır metal kirliliği kaynaklarıdır. Bu atık su, işletmenin yer ve durumuna bağlı olarak doğrudan veya dolaylı bir şekilde şehir kanalizasyonuna veya eğer mevcutsa arıtma tesisine oradan da akarsuya verilir.

Tez süresince, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardaki su sıcaklıkları normal olarak mevsimlere bağlı olarak azalıp artmıştır. Araştırma süresince referans istasyon olarak seçilen Aydıncık, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve Ağın Deri Fabrikası atık sularında ölçülen su sıcaklıklarının aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, hem en düşük hem de en yüksek sıcaklıklar Örencik bölgesinde kaydedilmiştir. Örencik ve Ağın bölgelerindeki yıllık ortalama su sıcaklıklarının aynı olduğu (17,3°C), buna karşılık Aydıncık bölgesindeki yıllık ortalama su sıcaklığının biraz daha düşük olduğu (16,8°C) tespit edilmiştir. Ferro Krom İşletmesi atık suları ve deri fabrikası atık suları dar bir kanal içerisinde göle deşarj edildiğinden ve bu atık sularda akım az olduğundan atık sularda ölçülen su sıcaklık değerleri, mevsimlere bağlı olarak açık bölgeye oranla hava sıcaklığından biraz daha fazla etkilenmiştir. Atık suların göle deşarj edildikleri bölgeler ise atık suların bırakıldığı akarsu yatağına oranla daha sık ve geniş bir yapıya sahip olmasından, akıntının en az düzeyde olmasından ve bu bölgelerde çamur oluşumunun çok fazla olmasından dolayı bu bölgelerdeki su sıcaklıkları, hem atık su hem de açık bölgede kaydedilen su sıcaklıklarına göre biraz daha yüksek olmuştur.

Moore ve Miner (1997), genel olarak su hacmi az olan akarsulardaki sıcaklık değişimlerinin su hacmi fazla olan akarsulara göre daha hızlı olduğunu, bu nedenle küçük akarsularda gece-gündüz sıcaklık değişimlerinin fazla olduğunu ve özellikle yaz aylarında azalan akıma bağlı olarak su hacmi az olan akarsuların daha hızlı ısındıklarını bildirmişlerdir. Sinokrot ve Guuliver (2000), Platte Nehri üzerinde yaptıkları bir çalışmada su sıcaklığı ile su akımı arasında açık bir ilişkinin bulunduğunu, özellikle yaz aylarında düşük akarsu deşarjlarının yüksek su sıcaklıkları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular, bu araştırmada bulunan, dar bir yatak içerisinde akarak göle karışan atık sulardaki sıcaklık

değişimlerinin hızlı olması ve yaz aylarında azalan akıma bağlı olarak hızlı bir şekilde ısınması bulgusunu desteklemektedir. Taşdemir ve Göksu (2001), Asi Nehri'nin su kalitesi üzerine yaptıkları çalışmada, akarsuyun denize döküldüğü bölgedeki suya ait sıcaklık değerlerinin diğer istasyonlardan daha yüksek olduğunu, bu durumun bu bölgede nehrin daha sık ve geniş bir yapıya ulaşmasından ve akıntının en az düzeyde olmasından kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Bu bulgu, bu tez çalışmasında belirlenen atık suların göle karıştığı bölgedeki su sıcaklıklarının diğer istasyonlara göre fazla olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Tez çalışmasının yürütüldüğü istasyonlarda araştırma süresince en düşük pH değerleri deri fabrikası atık sularında belirlenmiş olup, bu bölgedeki pH değerleri 6'nın altındaki değerlerde (4,2-5,5) kaydedilmiştir. Buna bağlı olarak atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede de pH değerleri düşük olmuştur (5,7-6,9). Ferro Krom İşletmesi atık sularındaki pH değerleri 6,7-7,9, atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede ise 6,9-8,2 arasında olduğu belirlenmiştir. Yıllık ortalama pH değerleri Aydıncık bölgesinde 8,1, Ferro Krom İşletmesi atık sularında 7,3, deri fabrikası atık sularında ise 4,8, olarak hesaplanmıştır. Açık bölgelerde ölçülen yıllık ortalama pH değerlerinin ise Örencik ve Ağın bölgelerinde birbirine eşit olduğu (8,2) belirlenmiştir.

Deri sanayinde, deri işleme işlemlerinin değişik aşamalarında farklı kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Sülfürik asit, organik ve inorganik asitler bu kimyasallar arasında yer almaktadır (Gül ve Sabuncu, 1988, Anonim, 1997). Bu kimyasal maddeler de doğrudan atık suyun pH'sı üzerinde etkili olup, suyun pH'sını asidik yönde değiştirmektedir. Gül ve Sabuncu (1988), deri sanayinde krom debagat işleminden çıkan atık suların pH'sının 3-5 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Awon (2004), deri fabrikası atık sularının özellikleriyle ilgili olarak yaptığı çalışmada, atık suyun pH'sını 3,1 olarak belirlemiştir. Deri fabrikası atık sularının özellikleriyle ilgili olarak yapılan bir araştırma da, uygulanan işleme ve kullanılan kimyasal maddelere bağlı olarak atık suların pH'sının 3,5-9,4 arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (URL2). Deri fabrikası atık sularının özellikleriyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda, atık suların pH'sının asidik özellikte olduğu (3-3,6,3) bulunmuştur (Nouri Sepehr ve diğ., 2005). Bu çalışmalardaki sonuçlar, bu tez çalışmasında Ağın Deri Fabrikası atık suları ve karışım bölgesinde bulunan bulguları desteklemektedir.

Lee (2003), Kongjujel Maden İşleme tesisinden çıkan atık suyun pH'sını 3,2 olarak belirlemiştir. Maden işleme tesisleri atık sularının özellikleriyle ilgili olarak yapılan bu çalışmanın bulgularından da açıkça anlaşıldığı üzere atık suların pH'sı çıkarılan ve işlenen madenin cinsine ve uygulanan işlemlere göre değişiklik göstermektedir. Bu bulgular, bu çalışmada Ferro Krom İşletmesi atık sularında bulunan sonuçları desteklemektedir.

Araştırma süresince referans istasyon olarak seçilen Aydıncık ile Örencik ve Ağın bölgelerinde, en düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonları deri fabrikası atık sularında belirlenmiş olup, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 3,4-6,3 mg/L arasında değişim göstermiştir. Dolayısıyla bu atık suların baraj gölüne karıştığı bölgedeki çözünmüş oksijen konsantrasyonları da düşük (4,6-6,9 mg/L) olmuştur. Ferro Krom İşletmesi atık sularında ölçülen oksijen konsantrasyonları da düşük olup, yıl boyunca 6,1-7,3 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede ise çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6,0-7,4 mg/L arasında değişim göstermiştir. Referans istasyon olan Aydıncık bölgesinde ise çözünmüş oksijen konsantrasyonları 7,0-8,5 mg/L aralıklarında kaydedilmiştir. Yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları Aydıncık bölgesinde 7,8 mg/L, Ferro Krom İşletmesi atık sularında 6,7 mg/L, deri fabrikası atık sularında ise 5,2 mg/L olarak hesaplanmıştır. Bu araştırmada çözünmüş oksijen konsantrasyonları su sıcaklığıyla ters orantılı olarak değişimler göstermiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgede de en yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonları, su sıcaklıklarının düşük olduğu kış aylarında, en düşük konsantrasyonlar ise su sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında kaydedilmiştir.

Hem (1986), soğuk sular daha fazla oksijen tutabildiğinden çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının kışın daha yüksek, yazın daha düşük olduğunu bildirmiştir. Bu bulgu, bu araştırmada bulunan bulguları desteklemektedir.

Bu tez çalışmasında her bir bölge için elde edilen yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları, kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre sınıflandırma yapabilmek açısından Tablo 5.1’de verilmiştir. Kıta içi yüzeysel suların kalitelerine göre yapılan sınıflandırmada, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 8 mg/L olan suların “I. Sınıf yüksek kaliteli su”, “6 mg/L olan suların “II. Sınıf az kirlenmiş su”, 3 mg/L olan suların “III. Sınıf kirlenmiş su”, <3 mg/L olan suların ise “IV. Sınıf çok kirlenmiş su” sınıfına girdiğini bildirmiştir (Anonim, 1988). Bu sınıflandırmaya göre, referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesi suları “I. Sınıf yüksek kaliteli su”, deri fabrikası atık suları “az kirlenmiş- kirlenmiş su” (II. ve III. Sınıf), karışım bölgesi “II. Sınıf az kirlenmiş su”, açık bölge suların “I. Sınıf yüksek kaliteli su”, Ferro Krom İşletmesi atık suları ve karışım bölgesi “II. Sınıf az kirlenmiş su”, açık bölge ise “I. Sınıf yüksek kaliteli su” sınıfına girmektedir.

Tablo 5.1. Aydıncık, Ağın ve Örencik bölgelerinde sudaki yıllık ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları.

	Çözünmüş Oksijen (mg/L)
Aydıncık Referans Bölgesi	7,83
Ağın Atık su Karışım Bölgesi Açık Bölge	5,24 6,00 7,77
Örencik Atık su Karışım Bölgesi Açık Bölge	6,71 6,73 7,62

Deri sanayinde atıkların özellikleri, uygulanan işlemin türüne, işlem süresine ve işleme giren kimyasal maddenin özelliklerine göre değişmektedir. Atık sular içerisindeki kirleticilerin karşılıklı etkisiyle alıcı ortamda çok fazla çamur teşekkül eder. Atık sular içerisindeki organik maddeler ve sülfür bileşikleri, çözeltide ve çamurda kimyasal ve biyokimyasal oksidasyon işlemleri sonucu büyük bir oksijen tüketimine neden olur ve alıcı suyun çözülmüş oksijen konsantrasyonunun azaltır (Gül ve Sabuncu, 1988; Anonim, 1997). Bu bilgiler, bu araştırmada deri fabrikası atık sularında ve alıcı su ortamında çözülmüş oksijen konsantrasyonunun çok düşük olması bulgusunu desteklemektedir.

Araştırma süresince, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan su örneklerinde en düşük toplam sertlik değerleri Aydıncık bölgesinde, en yüksek değerler ise Ağın Deri Fabrikası atık sularında tespit edilmiştir. Her üç bölgede de en düşük değerler kış aylarında, en yüksek değerler ise yaz aylarında kaydedilmiştir. Ağın bölgesinden alınan sularda tayin edilen değerlerin, Aydıncık bölgesindeki değerlerin yaklaşık dört katı kadar olduğu belirlenmiştir. Yıllık ortalama toplam sertlik miktarları ise Aydıncık bölgesinde 141,7 mg-CaCO₃/L, Ferro Krom İşletmesi atık sularında 258,3 mg-CaCO₃/L ve deri fabrikası atık sularında ise 423,3 mg-CaCO₃/L olarak tespit edilmiştir.

Çalışma süresince Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri karşılaştırıldığında, deri fabrikası atık sularının elektriksel iletkenlik değerlerinin diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerleri Aydıncık bölgesinde 263 µS/cm, Ferro Krom İşletmesi atık sularında 713 µS/cm, alıcı su ortamında 503 µS/cm, deri fabrikası atık sularında 3658 µS/cm ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede 1469 µS/cm olarak hesaplanmıştır. Açık bölgede ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri ise bu istasyonlardaki değerlere göre daha düşük olmuştur.

Araştırma süresince, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde ölçülen çözülmüş katı madde konsantrasyonları karşılaştırıldığında, deri fabrikası atık sularındaki çözülmüş katı

madde konsantrasyonlarının diğer bölgelere oranla çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yıllık ortalama çözünmüş katı madde değerleri dikkate alındığında, Aydıncık bölgesinde 132 mg/L, Ferro Krom İşletmesi atık sularında 357 mg/L, karışım bölgesinde 252 mg/L ve deri fabrikası atık sularında 1829 mg/L, karışım bölgesinde 735 mg/L olarak hesaplanmıştır. Açık bölgede ölçülen toplam çözünmüş katı madde miktarları ise bu istasyonlarda kaydedilen değerlere oranla düşük olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü her üç bölgede belirlenen istasyonlardaki en yüksek toplam sertlik, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde değerleri yaz aylarında kaydedilmiştir.

Bu tez çalışmasında her bir bölgeyi suların sahip oldukları sertlik değerlerine göre sınıflandırabilmek için yıllık ortalama toplam sertlik değerleri Tablo 5.2’de verilmiştir. USEPA (1986), sertlik derecelerine göre suları sınıflandırmış ve CaCO_3 konsantrasyonu 0-75 mg/L arasında olan suların yumuşak, 75-150 mg/L arasında olan suların hafif sert, 150-300 mg/L arasında olan suların sert, 300 mg/L ve üzerindeki suların çok sert su sınıfına girdiğini rapor etmiştir. Buna göre, Aydıncık bölgesindeki sular “hafif sert su”, Ağın Deri Fabrikası atık suları “çok sert su”, karışım ve açık bölgedeki sular “sert su”, Örencik bölgesindeki her üç istasyondaki sular ise “sert su” sınıfına girmektedir.

Tablo 5.2. Aydıncık, Ağın ve Örencik bölgelerinde sudaki yıllık ortalama toplam sertlik değerleri.

	Toplam Sertlik (mgCaCO₃/L)
<u>Aydıncık</u>	
Referans Bölge	141,6
<u>Ağın</u>	
Atık su	423,3
Karışım Bölgesi	221,7
Açık Bölge	189,2
<u>Örencik</u>	
Atık su	258,3
Karışım Bölgesi	241,7
Açık Bölge	212,5

Araştırma süresince ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri, toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonuna paralel değişimler göstermiştir. Environment Canada (1994), elektriksel iletkenlik ile toplam çözünmüş katı madde arasında deneysel bir ilişkinin bulunduğunu, USEPA (1997), iletkenliğin sıcaklıktan oldukça etkilendiğini ve sıcak suların daha yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olduğunu rapor etmiştir. Yapılan tez çalışmasında da genel olarak en düşük elektriksel iletkenlik değerleri su sıcaklığının ve çözünmüş katı madde miktarının düşük olduğu dönemlerde, en yüksek elektriksel iletkenlik değerleri ise su sıcaklığının ve çözünmüş katı madde miktarının yüksek olduğu dönemlerde kaydedilmiştir.

Deri sanayinde 250'den fazla kimyasal madde kullanılmaktadır. Sodyum sülfat, sodyum klorür, kalsiyum bileşikleri, kireç, amonyum sülfat, organik asitler, sülfürik asit, kromoksit, bikarbonat bu maddeler arasında yer almaktadır. (Gül ve Sabuncu, 1988; Anonim, 1997). Bu kimyasal maddeler de, suyun pH'ı, sertliği, elektriksel iletkenliği ve çözünmüş katı madde konsantrasyonu üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Deri fabrikası atık sularında genelde yüksek düzeyde toplam çözünmüş katı madde ve sodyum klorür bulunduğu, toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonunun 7000 mg/L'ye ulaşabildiği ve hatta bazı durumlarda 15000 mg/L'den daha fazla olabileceği tespit edilmiştir (Gül ve Sabuncu, 1988). Bu bilgiler, bu tez çalışmasında deri fabrikası atık sularındaki ve alıcı su ortamındaki sertlik, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonunun diğer bölgelere oranla yüksek çıkmasının nedenlerini açıkça göstermekte ve bulguları desteklemektedir. Deri üretimi sırasında kullanılan su miktarı azaldıkça toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonunun da o kadar yüksek olacağı bildirilmiştir (Gül ve Sabuncu, 1988). Bu araştırma da, deri fabrikası atık sularında ve alıcı su ortamındaki en yüksek toplam sertlik, elektriksel iletkenlik ve toplam çözünmüş katı madde konsantrasyonları yaz aylarında kaydedilmiştir.

Tez çalışması kapsamında analizleri yapılan bütün ağır metallerin konsantrasyonları, referans istasyon olarak seçilen Aydıncık bölgesinde en düşük değerlerde kaydedilmişlerdir. Buna karşılık Ağın Deri Fabrikası atık sularının bulunduğu bölgeden alınan örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları referans bölgede kaydedilen konsantrasyonlardan çok daha yüksek miktarlarda kaydedilmiştir. İkinci en yüksek konsantrasyonlar ise Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölgeden alınan örneklerde tespit edilmiştir. Bu durum, Ağın Deri Fabrikası ve Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının herhangi bir arıtma işlemine tabii tutulmadan doğrudan Keban Baraj Gölü'ne deşarj edilmesi sonucu, baraj gölünün su kalitesini olumsuz etkilediğini ve araştırma süresince bu iki bölgede belirlenen istasyonlardan elde edilen *C. trutta* bireylerinde önemli miktarlarda ağır metal birikimine neden olduklarını ortaya koymaktadır.

Araştırmada referans bölge olarak belirlenen Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerinde yalnızca Cu, Fe ve Zn elementlerinin konsantrasyonları belirlenebilmiştir. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan su örneklerindeki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonları karşılaştırıldığında en yüksek değerler Ağın bölgesinden alınan su örneklerinde, en düşük değerler ise referans istasyon olarak belirlenen Aydıncık bölgesinde tespit edilmiştir. Hem Ağın hem de Örencik bölgelerinden alınan su örneklerinde tespit edilen Cr konsantrasyonu karşılaştırıldığında deri fabrikası atık sularındaki değerler daha yüksek bulunmuştur. Ni, Cd, As ve Hg ise sadece Ağın Deri Fabrikası atık suları ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgeden

alınan su örneklerinde belirlenmiş olup, en yüksek konsantrasyonlar deri fabrikası atık sularında kaydedilmiştir.

Referans istasyon olarak belirlenen Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki Cu=0,052-0,091 mg/L, Fe=0,038-0,056 mg/L ve Zn=0,090-0,106 mg/L arasında değişim gösterdiği bulunmuştur.

Cheng (2003), Yanktze Nehri'nden aldığı su örneklerinde Cd, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla, 0,080; 7,91; 15,7 ve 18,7 mg/L olarak belirlemiştir. An ve Kampbell'in (2003) Texomo Gölü'nden aldıkları su örneklerinde yapmış oldukları analizler sonucunda Cd=0,002-0,249; Cr=0,002-0,08; Cu=0,011-0,104; Fe=0,035-0,43; Ni=0,001-0,012 ve Zn=0,012-0,246 mg/L arasında değişim gösterdiğini bulmuşlardır. Bu çalışmalarda elde edilen değerler, Aydıncık bölgesinde tespit edilen ağır metal değerlerinden yüksek bulunmuştur. Turgut (2003), 2000-2002 yılları arasında Küçük Menderes Nehri'nde yaptığı çalışmada yüzey sularında pestisit ve ağır metal kirliliğini incelemiştir. Küçük Menderes Nehri'nde 2002 yılı ağır metal sonuçları incelendiğinde Cd=0,81, Cr=0,093, Ni=2,27, Cu=13,1 ve Zn=249,17 µg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada tespit edilen ağır metal konsantrasyonları, Aydıncık bölgesinde belirlenen ağır metal konsantrasyonlarından daha düşüktür.

Örencik bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının; Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularında Cu=1,02-1,31; Fe=3,32-3,79; Zn=1,46-1,72 ve Cr=1,02-1,27 mg/L; atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede Cu=0,503-0,671; Fe=1,10-1,88; Zn=0,70-0,87 ve Cr=0,77-0,94 mg/L; açık bölgeden alınan su örneklerinde ise Cu=0,117-0,191; Fe=0,071-0,125; Zn=0,156-0,203 ve Cr=0,008-0,009 mg/L arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Kaya ve diğ. (1988), Dicle Nehri ağır metal kirlenmesini araştırdıkları çalışmada, Ergani Bakır Tesisleri'nden gelen atık suların Dicle Nehri'ne karıştığı bölgeden de su numunesi alarak bazı ağır metallerin birikim düzeylerini tespit etmişlerdir. Bu ağır metallere Pb, Mo, Cd, Al, Ni, Co, Ba, Sr, Cr ve Sn Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrenin tayin sınırları altında olduğundan belirlenemediğini belirtmişlerdir. Su numunesinde tespit edilebilen ağır metallerin konsantrasyonlarını Cu=0,20-0,775; Zn=0,01-0,07; Fe=0,29-0,70 mg/L olarak bulmuşlardır. Bu değerler, araştırmamızda elde edilen değerlere göre daha küçük olmuştur. Bildik ve diğ. (1988), Etibank Simli Kurşun İşletmesi atıklarının çevreye sızdırabileceği ağır metalleri araştırmışlardır. İşletme çevresinden temin edilen katı atıkları filtre malzemesi olarak kullanılan kum ve bölgeden alınan toprak örneklerini değişik kombinasyonlarda kolonlara yerleştirerek bir yıl süreyle sızdırmışlardır. Bu işlemten sonra Cu=36; Fe=3375; Zn=6343; Ni=11 ve Cd=23 mg/L olarak bulmuşlardır. Bu çalışma sonucunda su örneklerinde tespit edilen ağır metal

konsantrasyonları, Örencik bölgesindeki istasyonlardan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarından oldukça fazla olmuştur. Sonuçlardaki bu farklılıkların nedeni olarak, ağır metallerin sucul ortamlara ulaşmasında en büyük etkenin insan aktiviteleri, endüstriyel ve katı atıklar gösterilebilir.

Ağın bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının; Ağın Deri Fabrikası atık sularında Cu=11,71-19,14; Fe=82,03-169,92; Zn=39,06-70,31; Cr=58,59-82,03; Ni=2,5-10,25; Cd=45-72,5 mg/L; As=43,57-76,0 ve Hg=0,42-0,76 µg/L; atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede Cu=6,25-9,74; Fe=42,96-87,89; Zn=16,21-42,96; Cr=39,06-58,59; Ni=1,22-7,25; Cd= 23,75-45 mg/L; As=20,32-37,92 ve Hg=0,19-0,38 µg/L; açık bölgeden alınan su örneklerinde ise Cu=0,31-0,52; Fe=0,24-0,54; Zn=0,43-0,67; Cr=0,05-1,12; Ni=0,002-0,004 ve Cd=0,009-0,02 mg/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ağın Deri Fabrikası atık suları ve atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgede ağır metal kirliliğinin çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu ağır metaller arasında en yüksek konsantrasyonlar Cr'a ait olmuştur. Bu bulgular, Ağın Deri Fabrikası'nın Keban Baraj Gölü için göz ardı edilemeyecek derecede ciddi ve önemli bir ağır metal kirlilik kaynağı teşkil ettiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Deri fabrikası atık sularının özellikleriyle ilgili olarak yapılan bir araştırmada Cr=57,80±6,51 mg/L; Ni=9,03±0,68 mg/L ve Cu=436,81±50,02 mg/L olduğu bulunmuştur (Kiptoo ve Ngila, 2005). Bu çalışmada belirlenen Cr ve Ni konsantrasyonları, Ağın Deri Fabrikası atık sularında tespit edilen Cr ve Ni konsantrasyonlarıyla paralellik gösterirken, Cu değerleri Ağın bölgesinde kaydedilen değerlerden çok yüksek olmuştur. Pakistan'da deri fabrikası atık sularındaki ağır metal konsantrasyonları Cr=20-100 mg/L; Fe=9825 mg/L; Zn=195 mg/L ve Cu= 8,8 mg/L olarak tespit edilmiştir (URL2). Pakistan'da yapılan çalışmada belirlenen ağır metallerden sadece Cu konsantrasyonu, bu araştırmada elde edilen Cu konsantrasyonu ile paralellik gösterirken, diğer ağır metaller Pakistan'daki deri fabrikası atık sularında kaydedilen değerlerden daha düşük olmuştur.

Deri fabrikası atık sularının özellikleriyle ilgili olarak yapılan araştırmalarda, ağır metal konsantrasyonlarındaki farklılığın nedeni olarak deri işleme tesislerinde çok çeşitli işlemlerin uygulanması gösterilebilir. Deri işleme tesislerinde uygulanan temel işlemler; ıslatma, kireçleme, kireç giderme, piklaj, yağ giderme, krom debagat, nebati debagat, son yıkama, boyama ve yağlama olarak sıralamak mümkündür. Bu değişik kısımlardan gelen atık suların içinde çok çeşitli kirletici maddeler bulunur. Bu nedenle üretim işlemlerindeki farklılık sonucu atık su karakterinin de değiştiği tespit edilmiştir. Deri üretim işlemlerinin yapısı gereği, çeşitli işlemlerde birbirinden farklı karakteristiklere sahip atık suların oluştuğu, bu da giren hammaddelerin farklılığına bağlı olduğu kadar amaçlanan ürüne göre de değişkenlik gösterdiği

belirlenmiştir. Herhangi bir tabakhane tek bir işlemi benimsemiş olabileceği gibi birçok farklı işlemleri de bünyesinde toplamış olabilir (Anonim, 1997; Töre ve diğ, 2004).

Deri fabrikası atık sularındaki Cr konsantrasyonunun çok yüksek olmasının nedeni ise, deri işleme prosesinin krom debagat kısmında, kullanılan krom debagat yöntemine göre deriye verilen kromun 1/3'ünün atık suya karışmasıdır. Ayrıca deriler sehpa beklerken süzülen ve sıkma makinesinden gelen derilerin suları da buna eklenmektedir. Kromun deriye bağlanması ne kadar az ise atık sudaki krom miktarının da o denli yüksek olduğu belirlenmiştir. Normal bir krom debagatda, banyoda 5-10 g Cr₂O₃ /L'de kaldığı tespit edilmiştir (Gül ve Sabuncu, 1988).

Araştırma süresince Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde tespit edilen ağır metallerin en düşük konsantrasyonları kış mevsiminde, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz mevsiminde kaydedilmiştir.

Akçay ve diğ. (2003), Büyük Menderes ve Gediz nehirlerinde yaptıkları çalışmada su örneklerinde Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, ve Zn elementlerinin yaz ve kış mevsiminde birikimini incelemişlerdir. Büyük Menderes Nehri'nde yaz mevsiminde tespit edilen konsantrasyonların kış mevsimine oranla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar Gediz Nehri'nde yaptıkları çalışmada da en yüksek konsantrasyonları yaz mevsiminde bulmuşlardır. Abdel-Baky ve diğ. (1998), Manzalah Gölü'nde beş farklı istasyondan alarak analiz ettikleri su örneklerinde ağır metallerin konsantrasyonlarına göre sıralanışının Zn>Pb>Cd>Cu şeklinde olduğunu bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, ağır metal konsantrasyonlarında istasyonlar arası önemli bir değişiklik olmamasına rağmen mevsimsel olarak önemli değişimler olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların çeşitli çalışmalar sonucunda elde ettikleri bu bulgular, bu çalışmada elde edilen bulguları desteklemektedir.

Okonkwo ve Mothiba (2005), Güney Afrika'da 3 nehirde yaptıkları çalışmada su örneklerinde kış ve yaz mevsimlerindeki ağır metal düzeylerini karşılaştırmışlardır. Cd, Cu, Pb, Zn konsantrasyonlarını sırasıyla kışın 5,8; 2,7; 16,03; 2,3 µg/L ve yazın 3,2; 2,3; 11,37; 1,5 µg/L olarak bulmuşlardır. Metal konsantrasyonlarının kış döneminde yaz döneminden yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bunun sebebini kışın nehirlere karışan yağmur sularına bağlamışlardır. Bu bulgular, bu çalışmada elde edilen bulguları desteklememektedir.

Sonuçlardaki farklılıklar araştırma yapılan bölgelerin çevrelerindeki karasal ortamların özellikleri, endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilir. Bunlardan kaynaklanan atıkların doğrudan veya dolaylı yoldan sulara karışması ile ağır metal düzeylerinin artması kaçınılmazdır

Araştırma süresince Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan su örneklerinde belirlenen ağır metal konsantrasyonları USEPA (2002) tarafından tatlı sular için verilen standartlarla karşılaştırması Tablo 5.3'de verilmiştir. Tablo 5.3'de görüldüğü gibi referans bölge

olarak seçilen Aydıncık bölgesinden alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları USEPA (2002)'nin verdiği standart değerlerin altında bulunmuştur. Ağın bölgesinden alınan su örneklerinde ise yalnızca açık bölgeden alınan su örneklerindeki Fe ve Ni konsantrasyonları USEPA (2002) tarafından verilen standart değerlerin altında kaydedilmiştir. Örencik bölgesinde açık bölgeden alınan su örneklerindeki Fe ve Cr değerleri ise USEPA (2002)'nin tatlı sular için önerdiği standart değerlerin altında olmuştur.

Tablo 5.3. Tatlı sular için önerilen ağır metal standartları (mg/L) (USEPA, 2002).

	Cu	Fe	Zn	Cr	Ni
USEPA					
MK	0,013	-	0,12	0,57	0,47
SK	0,009	1	0,12	0,074	0,052
Ağın					
Atık Su	16,032	143,39	50,781	67,871	5,792
Karışım Bölgesi	8,479	68,197	27,409	45,98	2,748
Açık Bölge	0,408	0,297	0,565	0,079	0,003
Örencik					
Atık Su	1,182	3,611	1,605	1,142	*
Karışım Bölgesi	0,595	1,729	0,792	0,814	*
Açık Bölge	0,157	0,084	0,182	0,009	*
Aydıncık					
Referans Bölge	0,073	0,047	0,097	*	*

MK: Maksimum konsantrasyon

SK: Sürekli konsantrasyon

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir

Çalışmamızda Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden seçilen istasyonlardan alınan su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, TSE-266, WHO, EC tarafından verilen standart değerleri ve bazı araştırmacıların (Özmen ve diğ. 2004; Karadede ve Ünlü, 2000; Gümgüm ve diğ. 1994) bulgularıyla ortak bir tabloda (Tablo 5.4) karşılaştırılmıştır. Çalışmamızdaki su içindeki ağır metal konsantrasyonları tablodaki değerlerle karşılaştırıldığında, Etibank Ferro Krom İşletmesi ve Ağın Deri Fabrikası'ndan Keban Baraj Gölü'ne önemli miktarlarda ağır metal karıştığı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 5.4. TSE-266, WHO, EC tarafından ağır metaller için verilen standart değerler ve bazı araştırmacıların ve bu çalışmada su içinde belirlediğimiz ağır metal konsantrasyonları (mg/L).

	Zn	Fe	Ni	Cu
TSE-266	5	0,2	-	3
WHO	-	-	0,02	-
EC	-	0,2	-	2
Aydıncık Referans Bölge	0,097	0,047	*	0,073
Ağın Atık su Karışım Bölgesi Açık Bölge	50,781 27,409 0,565	143,39 68,197 0,297	5,792 2,748 0,003	16,032 8,479 0,408
Örencik Atık su Karışım Bölgesi Açık Bölge	1,605 0,792 0,182	3,611 1,729 0,084	* * *	1,182 0,595 0,157
R1	0,056	0,43	*	*
R2	0,064	0,062	0,011	0,025
R3	0,04	*	0,5	0,01
R4	5,7 (µg/L)	0,34	*	1,21 (µg/L)

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

R1: Özmen ve diğ. (2004)

R2: Karadede ve Ünlü (2000)

R3: Gümgüm ve diğ. (1994)

R4: Ikem ve diğ. (2003)

Bu araştırmada referans bölge olarak belirlenen Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde Cu, Fe, Zn, Cr, Ni ve Cd elementlerinin konsantrasyonları tespit edilebilmiştir. Ağın, Örencik ve Aydıncık bölgelerinden alınan sediment örneklerinde Cu, Fe, Zn, Cr, Ni ve Cd konsantrasyonları karşılaştırıldığında en yüksek değerler Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde, en düşük değerler ise Aydıncık bölgesinde tespit edilmiştir. Hem Ağın hem de Örencik bölgelerinden alınan sediment örneklerinde tespit edilen Cr konsantrasyonu karşılaştırıldığında deri fabrikası atk sularındaki değerler daha yüksek olmuştur. As ve Hg ise sadece Ağın bölgesinden alınan sediment örneklerinde belirlenmiş olup, en yüksek konsantrasyonlar deri fabrikası atk sularında kaydedilmiştir.

Tkatcheva ve diğ. (2004), demir peleti üreten Karelian Pellet (Rusya) tesislerinin atık sularının etkisi altında bulunan Poppaljarvi Gölü, Kento Gölü ve Kuito Gölü'nden aldıkları sediment örneklerindeki ağır metal birikimini araştırmışlardır. Bu göllerden aldıkları sediment örneklerindeki, bu çalışmada Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu bölgeden ve referans bölgeden alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları aşağıda Tablo 5.5'de verilmiştir. Tablo 5.5'de görüldüğü üzere Poppaljarvi Gölü, Kento Gölü ve Kuito Gölü'nden

alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, bu araştırmada elde edilen değerlerden oldukça düşük olurken, sadece Hg konsantrasyonu yüksek olmuştur.

Tablo 5.5. Aydıncık ve Örencik bölgeleri ile Karelian Pellet (Rusya) tesislerinin atık sularının karıştığı üç gölden alınan sediment örneklerindeki ağır metal birikimi.

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd	Hg
Aydıncık (mg/kg)	45,24	9126,6	316,14	18,61	7,57	*
Referans Bölge						
Örencik (mg/kg)						
Atık su	268,19	45927	1808,7	3068,1	139,44	*
Karışım Bölgesi	175,35	24877	789,32	1598,6	67,08	*
Açık Bölge	95,83	15168	480,63	808,69	27,82	*
Poppalijarvi Gölü (µg/g)	-	216x10 ³	140	221	1,8	0,125
Kento Gölü (µg/g)	-	133 x10 ³	123	283	1,2	0,085
Kuito Gölü (µg/g)	-	49 x10 ³	105	345	0,5	0,075

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

Araştırmamızda Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden seçilen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, bazı araştırmacıların (Gemici ve Oyman, 2003; Akçay ve diğ. 2003; Lee, 2003) bulgularıyla ortak bir tabloda (Tablo 5.6) karşılaştırılmıştır. Gemici ve Oyman'ın (2003) Kalecik Hg madeni'nin bulunduğu bölgeden almış oldukları sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, Etibank Ferro Krom İşletmesi'nin bulunduğu bölgeden alınan sediment örnekleriyle karşılaştırıldığında bütün ağır metallerin (Cu hariç) daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu belirlenmiştir. Kongjujel maden atık sularının bulunduğu bölgeden alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarıyla ilgili çalışmada (Lee, 2003) sadece Zn, Cr ve Cd elementlerinin konsantrasyonu Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının bulunduğu bölgedeki sedimentteki konsantrasyonlarından düşük olurken, diğer elementlerin konsantrasyonu yüksek olmuştur. Tablo 5.6'da görüldüğü üzere, Büyük Menderes ve Gediz Nehri'nde sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, çalışmamızda referans istasyon olarak belirlenen Aydıncık bölgesindeki ağır metallerle ait konsantrasyonlardan çok daha yüksek olurken, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan sediment örneklerinde belirlenen konsantrasyonlardan ise daha küçük olmuştur. Aydıncık bölgesinden alınan sediment örneklerinde analizi gerçekleştirilen ağır metallerden sadece Zn elementi bu araştırmada daha yüksek değerlerde kaydedilmiştir. Araştırmamızdaki sediment içindeki ağır metal konsantrasyonları Tablo 5.6'daki değerlerle karşılaştırıldığında, Etibank Ferro Krom İşletmesi ve Ağın Deri Fabrikası'ndan Keban Baraj Gölü'ne önemli miktarlarda ağır metal karıştığı ortaya çıkmaktadır. Ağın Deri Fabrikası atık suları ve atık suların baraj gölüne karıştığı bölgede ağır metaller arasında en yüksek konsantrasyonlar Cr'a ait olmuştur. Deri Fabrikası atık sularının ağır metal kirlilik yükünün fazla olması nedeniyle bu sonuçların elde edilmesi normal bir sonuç olarak değerlendirilmelidir.

Tablo 5.6. Bazı araştırmacıların ve bu çalışmada sedimentte belirlenen ağır metal konsantrasyonları.

	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cd (mg/kg)	As (µg/kg)	Hg (µg/L)
<u>Aydıncık</u> Referans Bölge	45,24	9126,6	316,14	18,61	8,39	7,57	*	*
<u>Ağın</u> Atık su	355,16	96210	2940,7	3979,5	311,44	325	520,33	369,09
Karışım Bölgesi	226,23	68243	2103,3	2518,2	212,38	180,58	253,33	144,51
Açık Bölge	102,7	34893	1237,1	1008,2	102,46	66,08	*	*
<u>Örencik</u> Atık su	268,19	45927	1808,7	3068,1	65,78	139,44	*	*
Karışım Bölgesi	175,35	24877	789,32	1598,6	34,68	67,08	*	*
Açık Bölge	95,83	15168	480,63	808,69	19,72	27,82	*	*
R5 Wielkie Gölü	2,05	30,2	571	1,15	1,60	1,29	-	-
Bosekowo Gölü	2,95	98,9	1100	1,85	2,95	1,80	-	-
Domhickie Gölü	2,65	44,1	475	1,30	2,05	1,25	-	-
R6 Büyük Menderes	137±5	18500±1000	120±10	165±7	315±25	-	-	-
Gediz Nehri	140±3	25500±1000	160±15	200±6	106±10	-	-	-
R7	158	53,80 (g/kg)	3,74	175	-	4	660 (mg/kg)	-
R8	6,84	3011,2	8,72	10,36	8,94	0,56	-	-
R9	32-40	-	88-511	67-110	188-519	0,6-61	85-9660 (mg/kg)	92-100 (mg/kg)

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir.

R5: Szymanowska ve diğ. (1999)

R6: Akçay ve diğ. (2003)

R7: Lee (2003)

R8: Ikem ve diğ. (2003)

R9: Gemici ve Oyman (2003)

Yeşilırmak Nehri (Tüzen, 2003), Tinto ve Odiel Nehri (İspanya)'ndeki sedimentte (Morillo ve diğ., 2004), kuzey batı İspanya'daki Rio de Vigo kıyılarından alınan sediment örneklerinde (Rubio ve diğ.,2000); Fransa'nın Lot Nehri havzasının 3 farklı bölgesinden alınan sediment örneklerinde (Audry ve diğ.,2004), Grote Beek ve Grote Laak Nehirleri'ndeki sediment örneklerinde (Cappuyns ve Swennen, 2005) tespit edilen ağır metal konsantrasyonları, Aydıncık bölgesi sediment örneklerindeki yüksek olduğu, Örencik ve Ağın bölgelerindeki sedimente göre daha düşük konsantrasyonlarda oldukları belirlenmiştir. Seng ve diğ. (1995), Penang Nehri'nde ve nehre dökülen su kaynaklarında Zn, Cu, Pb ve Ni konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Nehrin dar kesimlerine gidildikçe sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarında önemli artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar, nehirde bulunan ve nehre giren su kaynaklarındaki kirliliğin antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Karapire (1998), Gediz Nehri sedimentinde bazı ağır metalleri tayin etmiş ve metal derişimlerinin Gediz havzasının sanayi bölgelerinde yüksek olduğunu saptamıştır. Tarımsal ve endüstriyel aktivitelerin yer aldığı yoğun yerleşim alanlarında Pb, Cr, Mn ve Cu derişimlerinin önemli boyut kazandığını rapor etmiştir. Bu araştırmada Etibank Ferro Krom İşletmesi ve Ağın Deri Fabrikası atık suları ve sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının çok yüksek bulunması, diğer araştırmacıların da çalışmalarında belirttikleri gibi, antropojenik faaliyetlerin ve endüstriyel aktivitelerin sucul ekosistemler için önemli bir kirlilik kaynağı olduğunu açıkça göstermektedir. Son yıllarda antropojenik aktiviteler ve hızlı endüstriyel gelişmenin bir sonucu olarak, atık suların sucul ekosistemlere deşarj edilmesi sonucu, bu ekosistemlerde ağır metal kirliliğinin meydana geldiğini ve hatta ağır metal kirliliğinin arttığını gösteren çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Cearetta ve diğ., 2000; Lee ve Cundy, 2001; Rosales-Hoz ve diğ., 2003; Bellucci ve diğ., 2004).

Bu araştırmada Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan sediment örneklerinde en düşük konsantrasyonlar kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında belirlenmiştir Landajo ve diğ. (2004)'nin Bilbao Nehri'nde yaptıkları çalışmada sediment örneklerindeki en düşük konsantrasyonların kış aylarında en yüksek konsantrasyonların ise yaz aylarında, olduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırmanın bulguları, bu tez çalışmasında elde edilen bulguları desteklemektedir.

USEPA (2002), sedimentteki ağır metal konsantrasyonuna bağlı olarak sucul ekosistemleri kirlenmemiş, orta derecede kirlenmiş ve çok kirli olarak gruplandırmıştır. (Tablo 5.7). USEPA'nın (2002) bu gruplandırması dikkate alındığında, araştırmamızda Aydıncık bölgesi kirlenmemiş ($Ni < 20$, $Cr < 25$ ve $Cu < 300$ mg/kg), Örencik bölgesinde belirlenen her üç istasyon, Cu elementi dikkate alındığında kirlenmemiş ($Cu < 300$ mg/kg), Cr değerlerine göre her üç istasyon çok kirli ($Cr > 50$ mg/kg), Ni değerlerine göre ise atık suların bulunduğu bölge çok

kirli (Ni>50 mg/kg), atık suların baraj gölüne karıştığı ve açık bölgenin ise orta derecede kirlenmiş olduğu (Ni=20-50 mg/kg) tespit edilmiştir. Ağın bölgesindeki her üç istasyonda belirlenen ağır metal konsantrasyonları USEPA'nın (2002) verdiği değerlerle karşılaştırıldığında, Ni ve Cr değerleri açısından her üç istasyonda çok kirli (Ni>50 mg/kg, Cr>50 mg/kg)), Cu elementine göre ise atık suların bulunduğu bölge orta derecede kirlenmiş (Cu=300-500 mg/kg), atık suların baraj gölüne karıştığı ve açık bölgenin ise kirlenmemiş (Cu<300 mg/kg) olduğu belirlenmiştir. USEPA'nın (2002) sedimentteki ağır metal standartları için verdiği gruplandırmaya göre yapılan bu sınıflandırmalar Etibank Ferro Krom İşletmesi ve Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'nde ağır metal kirliliğine neden olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Tablo 5.7. Sedimentteki ağır metal standartları (USEPA, 2002).

Metaller (mg/kg, kuru ağırlık)	Kirlenmemiş	Orta derecede kirlenmiş	Çok kirli
Ni	<20	20-50	>50
Cr	<25	25-50	>50
Cu	<300	300-500	>500

Bu araştırmada Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları, su içindeki konsantrasyonlardan çok daha yüksek çıkmıştır. Ağır metallerin su ve sedimentteki en düşük konsantrasyonları genel olarak kış aylarında, en yüksek konsantrasyonlar ise yaz aylarında kaydedilmiştir.

An ve Kampbell (2003), Oklahoma ve Teksas sınırındaki Texoma Gölü'nden aldıkları su ve sediment örneklerinde 1999-2001 yılları arasında metal konsantrasyonlarını ölçmüşler ve sedimentteki değerlerin (Cd=2; Cr=30; Cu=38; Fe=19393; Ni=17 ve Zn=89 µg/g) sudaki değerlerden daha yüksek (Cd=0,020; Cr=0,004; Cu=0,024; Fe=0,119; Ni=0,005; ve Zn=0,059 mg/L), olduğunu tespit etmişlerdir. Abdel-baky ve diğ. (1998), Mısır'ın Manzalah Gölü'nde yaptıkları çalışmada su ve sediment örneklerinde Zn, Pb, Cd ve Cu elementlerinin konsantrasyonlarını belirledikleri çalışmalarında, sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarının sudakinden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bu ağır metal konsantrasyonlarında istasyonlar arası önemli bir değişiklik olmamasına rağmen mevsimsel olarak önemli değişimler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bugüne kadar su ve sedimentte ağır metal birikimiyle ilgili yapılan çalışmalarda ve bu araştırmada sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarının sudaki konsantrasyonlara göre çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedenlerini şu şekilde açıklamak mümkündür; sudaki ağır metaller çökerek, dip kısımda biriktiği için sediment örneklerindeki ağır metal

konsantrasyonları yüksektir. Sedimentteki ağır metal konsantrasyonları yıllarca süren birikimin sonucu olduğu için, su içindeki miktarlardan daha yüksek çıkması normal bir sonuç olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra, ağır metallerin yoğunlukları itibariyle diğer element ve iyonlara göre daha hızlı çökdikleri dikkate alındığında, aynı ağır metalin sedimentteki konsantrasyonunun su içerisindeki orana oranla daha yüksek çıkması normaldir. Ayrıca, sediment kirlenici maddeleri fazla miktarda biriktirme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle metaller hidrolojik çevrimin herhangi bir bölümünde suda %1'den daha az olurken, %99'dan daha fazlası sedimentte birikebilmektedir (Filgueiras ve diğ. 2004). Gerçekten bu bulguyu destekleyen pek çok araştırma (Timmermans; 1989; Gümgüm ve diğ., 1994; Karadede ve Ünlü, 2000; Cataldo ve diğ., 2001; Aksoy ve diğ., 2003; Ikem ve diğ., 2003; Özmen ve diğ., 2004; Stead-dexter ve Ward, 2004; Nguyen ve diğ., 2005; Singh ve diğ., 2005) mevcuttur.

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın hem kas dokusunda hem de gonadında birikim gösteren Cu, Fe ve Zn elementlerinin aylara göre değişimi karşılaştırıldığında, bütün aylarda en az birikimin referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise ağır metal kirliliğine en fazla maruz kalan Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Cr ve Cd elementleri ise Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenmiş olup, en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıkların gonadında birikim gösteren ağır metal konsantrasyonlarının genel olarak üreme döneminin sonuna kadar düzenli bir şekilde arttığı ve bu dönemden sonra ise azalmaya başladığı tespit edilmiştir. Buna karşılık yumurta ve spermilerin dökülmesiyle birlikte, gonaddaki ağır metal değerleri azalmaya başlamıştır. Ayrıca, çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin gonadındaki ağır metal değerlerinin kas dokusuna oranla daha fazla olduğu bulunmuştur. Cu, Fe, Zn, Cr ve Cd elementleri arasında en az birikim gösteren element Cd olmuştur.

Ünlü ve diğ. (1995), Dicle Nehri'nde yaşayan *C. trutta*'da bazı ağır metallerin birikim düzeylerini araştırmışlardır. *C. trutta*'nın kas dokusunda tespit ettikleri ağır metallerin ortalama konsantrasyonlarını Cu=29,90; Ni=36,31 ve Zn=53,07 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu araştırmacıların bulmuş oldukları değerler, bu tez çalışmasında Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıkların kas dokusunda tespit edilen değerlere göre (Aydıncık bölgesinden yakalanan balıklarda Cu=0,66; Zn=12,12 mg/kg, Örencik bölgesinde Cu=3,23; Zn=28,46 mg/kg, Ağın bölgesinde Cu=4,45; Zn=46,15 mg/kg) oldukça yüksek olmuştur. Tablo 5.8'de bazı araştırmacıların, bazı balık türlerinde ve bu çalışmada *C. trutta*'nın kas dokusunda belirlenen ağır metal konsantrasyonları verilmiştir. Tablo 5.8'de görüldüğü üzere, Canlı ve

Atlı'nın (2003) bazı balık türlerinde belirledikleri ağır metal konsantrasyonları, Ağın bölgesinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusundaki Cu ve Zn konsantrasyonları hariç bu çalışmada elde edilen değerlere oranla yüksek olmuştur. Buna karşılık, *Micropterus salmoides*'in kas dokusunda belirlenen konsantrasyonlar (İkem ve diğ. 2003), bu araştırmada tespit edilen konsantrasyonlara oranla oldukça düşük olmuştur. Bu sonuçlar, balıklardaki ağır metal birikiminin, balığın türüne ve yaşadığı ortama göre değiştiğini açıkça göstermektedir.

Tablo 5.8. Bazı araştırmacıların bazı balık türlerinde ve bu çalışmada *C. trutta*'nın kas dokusunda belirlenen ağır metal konsantrasyonları.

	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Aydıncık	0,66	13,15	12,13	*	*
Örencik	3,23	24,96	28,46	0,0038	0,003
Ağın	4,45	34,35	46,15	0,018	0,018
R10					
<i>Sparus auratus</i>	2,84±0,43	19,60±7,84	26,60±7,62	1,24±0,46	0,37±0,11
<i>Atherine hepsetus</i>	4,0±0,56	78,40±36,84	24,34±5,30	2,21±1,09	0,37±0,08
<i>Mugil cephalus</i>	4,41±1,67	38,71±18,28	37,39±6,88	1,56±0,30	0,66±0,08
<i>Trigla cuculus</i>	2,19±0,83	30,68±10,20	24,89±6,46	2,42±0,47	0,79±0,17
<i>Sardina pilchardus</i>	4,17±0,58	39,60±8,62	34,58±8,64	2,22±0,54	0,55±0,08
<i>Scomberesox saurus</i>	2,34±0,45	29,82±16,24	16,48±2,83	1,70±0,42	0,45±0,06
R11					
<i>Micropterus salmoides</i>	0,32	3,58	6,01	0,01	0,01

R10: Canlı ve Atlı (2003)

R11: İkem ve diğ. (2003)

Canlı ve diğ. (1998), Seyhan Nehri'nde 5 istasyondan yakaladıkları *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*'un kas, solungaç ve karaciğer dokularında Cd, Cr, Cu, Ni ve Pb düzeylerini belirlemişlerdir. Dokulardaki ağır metal düzeylerinin istasyonlar arasında genellikle önemli oranlarda değişim göstermiş olduğunu, özellikle hastane atıkları tarafından kontamine edildiğini düşündükleri bir istasyonda en yüksek düzeylerde ölçmüşlerdir. Bu araştırmacılar, karaciğer ve solungaç dokularının kas dokusundan daha yüksek düzeylerde metal biriktirdiğini rapor etmişlerdir. Gümgüm ve diğ. (1994), Dicle Nehri'nde yaşayan *Cyprinion macrostomus* ve *Garra rufa*'da bazı ağır metallerin birikimini incelemişler ve Cu, Zn ve Ni birikiminin en az kas dokusunda olduğunu ve *Cyprinion macrostomus*'da *Garra rufa*'ya oranla daha fazla birikim olduğunu bulmuşlardır. Çalta ve diğ. (2000), Keban Baraj Gölü'nde yakalanan *Capoeta trutta*'da Cu, Fe, Mn ve Zn birikimini incelemişler ve bu ağır metallerin en fazla karaciğerde biriktiğini bunu gonadın izlediğini, en az birikimin ise kas dokusunda olduğunu tespit etmişlerdir. Çalta ve Canpolat (2002), Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla*'da Cu, Fe ve Zn birikiminin en az kas dokusunda, en fazla birikimin ise gonadlarda olduğunu bulmuşlardır. Balıklarda ağır metal birikimiyle ilgili olarak yapılan bir çok

çalışmada en az birikimin kas dokusunda olduğu belirlenmiştir (Uysal ve diğ., 1986; Sarıeyyüpoğlu ve Say, 1991; Van-den-Heever ve Frey, 1994; Amundsen ve diğ. 1997; Şeker ve diğ., 1998; Yılmaz, 1998; Eastwood ve Couture, 2002; Karadede ve diğ., 2004; Doğan, 2004; Maracovecchio, 2004; Ip ve diğ., 2005) Bu bulgular, bu tez çalışmasında elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Bu çalışmada Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusunda birikim gösteren ağır metallerin sıralanışı $Zn > Fe > Cu$, gonadlarda $Zn > Fe > Cu$; Örencik bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusunda ve gonadlarda $Zn > Fe > Cu > Cr > Cd$, Ağın bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusunda ve gonadlarda $Zn > Fe > Cu > Cd > Cr$ olarak belirlenmiştir. Altinkaya Barajı'nda yaşayan *Cyprinus carpio*'nun çeşitli organ ve dokularındaki Zn, Cu, Cd, Ni, Pb, Fe ve Mn birikimiyle ilgili olarak yapılan bir çalışmada, bu ağır metallerin konsantrasyonlarına bağlı olarak sıralanışının, kas dokusunda $Zn > Fe > Cu > Mn > Ni > Pb > Cd$ ve yumurtada $Fe > Zn > Mn > Cu > Mn > Ni > Pb > Cd$ şeklinde olduğu bulunmuştur (Öztürk ve diğ. 1995). Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinion macrostomus*'un solungaç, karaciğer ve kasında Co, Cd, Cu, Mo, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikiminin araştırıldığı çalışmada, bu ağır metallerin konsantrasyonlarına bağlı olarak kas dokusundaki sıralanışının $Zn > Fe > Cu > Mn$ şeklinde olduğu belirlenmiştir (Karadede ve Ünlü, 1998). Seyhan Baraj Gölü'nden yakalanan, aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'ın kas dokusunda, Fe, Zn ve Cd birikiminin araştırıldığı çalışmada, ağır metallerin birikim sıralamasının, $Fe > Zn > Cd$ şeklinde olduğu belirlenmiştir (Göksu ve diğ., 2003). Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre kas dokusunda ve gonadlarda en fazla birikim gösteren elementler Zn ve Fe olmuştur. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, bu tez çalışmasında elde edilen bulguları desteklemektedir.

Macaristan'daki Balaton Gölü'nde yaşayan yılan balığı, çapak balığı, turna balığı ve tatlı su levreğinin kas, solungaç ve karaciğerinde Cd, Cu, Pb, Hg ve Zn seviyelerinin belirlendiği çalışmada (Farkas ve diğ. 2000), balık dokularındaki ağır metallerin, çapak balığında Cd hariç, insan tüketimi için belirlenen limitlerin altında olduğunu tespit etmişlerdir. Cd, Cu, Pb, Hg ve Zn seviyelerini türler arasında karşılaştırdıklarında, en fazla birikimin yılan balığı ve çapak balığının karaciğer ve solungaçlarında olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu araştırmalardan da açıkça anlaşıldığı üzere balıklarda farklı ağır metaller farklı doku ve organlarda farklı oranlarda birikirler (Belinsky ve diğ., 1996; Olsson, 1998; Maes ve diğ., 2005) ve belirli bir metalin hangi doku veya organda öncelikle depo edileceği türlere göre değişim göstermektedir (Hornung ve Kress, 1990; Kargın ve Erdem, 1991; Linde ve diğ., 1999). Ağır metaller letal olmayan derişimlerde genellikle balıkların metabolik olarak aktif olan organlarında daha fazla birikmektedir (Ünlü ve diğ. 1994).

Balıklarda ağır metal birikimi üzerine yapılan çalışmalarda, balıkların değişik doku ve organlarındaki birikimlerin metabolik faaliyetlerden dolayı farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu faaliyetlerin yüksek olduğu karaciğer, solungaç, dalak, böbrek, gonad gibi organlarda birikimin en fazla, deride daha düşük ve en az birikimin ise kas dokuda olduğu bildirilmektedir (Kirby ve diğ., 2001; Maracovecchio, 2004; Amundsen ve diğ., 1997).

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ve gonadında birikim gösteren Cu, Fe ve Zn elementlerinin mevsimsel değişimi karşılaştırıldığında, bütün mevsimlerde en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan balıkların kas dokusundaki ve gonadındaki ağır metal değerleri bütün mevsimlerde genel olarak birbirine yakın olurken, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan balıklarda en yüksek konsantrasyonlar yaz mevsiminde kaydedilmiştir. Cr ve Cd elementleri ise Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenmiş olup, bütün mevsimlerde en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Ağır metal kirliliğinin en fazla Ağın bölgesinde olduğu dikkate alınırsa, en fazla birikimin bu bölgede yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusu ve gonadında olması normal bir sonuçtur. Diğer elementlerde olduğu gibi en yüksek değerler yaz mevsiminde kaydedilmiştir. Bunun yanı sıra ağır metallerin mevsimlere bağlı olarak çeşitli doku ve organlardaki birikiminin farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Mansour ve Sidky (2002), Fayoum Governorate'den yakaladıkları bazı balık türlerinde (*Tilapia* sp., *Mugil* sp. ve *Solea* sp.) Zn, Cu, Cd, Pb ve Sn birikimini araştırmışlardır. Bu ağır metallerin birikim oranlarının mevsimlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğini bulmuşlardır. İncelenen ağır metallerin mevsimlere bağlı olarak birikim sıralamasının yaz>sonbahar>kış>ilkbahar şeklinde olduğunu belirlemişlerdir. Farkas ve diğ. (2003), Balaton Gölü (Macaristan)'nden yakalanan *Abramis brama*'nın kas, solungaç ve karaciğerinde ağır metallerin mevsim, boy ve yaşa göre değişimini incelemişlerdir. Bu araştırmacılar, dokulardaki ağır metal birikiminde, mevsimlerin, istasyonun kirlilik düzeyinin ve canlının biyolojik aktivitesinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Canpolat ve Çalta (2003), ağır metallerin mevsimlere bağlı olarak doku ve organlardaki birikim düzeylerinin farklı olduğunu bulmuşlardır. Bunun yanı sıra aynı ağır metalin aynı doku ve organdaki birikim düzeyinin de mevsimlere bağlı olarak değiştiğini tespit etmişlerdir. Zayed ve diğ. (1994), balıklarda ağır metallerin yaz mevsiminde diğer mevsimlere oranla daha fazla biriktiğini bulmuşlar ve bunun da balığın aktivitesinin yaz mevsiminde artmasına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Riba ve diğ. (2005), Aznalcollar maden tesislerinin etkisi altında bulunan Cadiz Körfezi yakınlarındaki

Guadalquivir Östarininde yaşayan *Liza ramada*'da Fe, Mn, Zn, Cd, Pb ve Cu birikimini araştırdıkları çalışmada, metale bağlı olarak mevsimsel birikimin de farklılık (Zn ve Cd'un dokulardaki en yüksek konsantrasyonu yaz ve kış mevsimlerinde, Cu ve Pb'un ise kışın en düşük konsantrasyonlarda) gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda elde edilen bulgular, bu araştırmada elde edilen bulguları desteklemektedir.

Organizmalarda ağır metal birikim düzeyi, ortamdaki derişimlerinden yüzlerce kez daha yüksek olmakta ve birikimleri metalin cinsi ve konsantrasyonuna, su kalitesine, canlının türüne, mevsime, yaşa ve beslenme tiplerine göre farklılıklar göstermektedir (Biney ve diğ. 1994; Çalta, 1996; Özkan ve diğ. 1997). Ağır metallerin yüksek sıcaklıklarda daha hızlı absorbe edildiği tahmin edilmektedir. Tek hücreli alglerde ve polychaet'lerde sıcaklıktaki 10⁰C'lik artışın Cu'ın alınma oranını iki katına çıkardığı bulunmuştur (Johnston, 1976). Fowler ve Benayoun (1974), 8-22⁰C'de *Mytilis edulus*'da Cd'un absorbsiyonu üzerinde sıcaklığın etkili olmadığını, buna rağmen *Lysmata seticaudata*'da yüksek sıcaklıklarda alınma oranında bir artış olduğunu bulmuşlardır (Johnston, 1976).

Çalışmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinin kas dokusunda ve gonadında birikim gösteren Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının ağırlık gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün ağırlık gruplarında en az birikimin referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan bireylerde, en fazla birikimin ise genel olarak Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Cr ve Cd elementlerinin birikim düzeyleri karşılaştırıldığında ise, bütün ağırlık gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Bazı ağır metallerin konsantrasyonları ağırlık gruplarına bağlı olarak artarken, bazı ağır metallerin konsantrasyonlarında ise azalma kaydedilmiştir.

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ve gonadında birikim gösteren Cu, Fe ve Zn elementlerinin konsantrasyonlarının uzunluk gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise genel olarak Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Cr ve Cd elementleri ise Örencik ve Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde belirlenmiş olup, bütün uzunluk gruplarında en az birikimin Örencik bölgesinden yakalanan balıklarda, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu tespit edilmiştir. Bazı ağır metallerin konsantrasyonları uzunluk gruplarına bağlı olarak artarken, bazı ağır metallerin konsantrasyonları ise azalmıştır.

Bu araştırmada her üç bölgeden yakalanan hem dişi hem de erkek *C. trutta* bireylerinin kas dokusundaki ve gonadındaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının değişimi dikkate alındığında, en az birikimin referans bölge olarak seçilen Aydıncık bölgesinden yakalanan *C.*

trutta bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu bulunmuştur. Her üç bölgeden de yakalanan hem dişi hem de erkek bireylerin kas dokusunda ve gonadında tespit edilen ağır metaller arasında en az birikim gösteren element Cu, en fazla birikim gösteren element ise Zn olmuştur. Örencik ve Aydıncık bölgelerinden yakalanan hem erkek hem de dişi bireylerin kas dokusu ve gonadındaki Cr birikimi Cd'a oranla daha fazla olmuştur.

Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta*'nın kas dokusunda ve gonadındaki Cu, Fe ve Zn konsantrasyonlarının yaş gruplarına bağlı olarak değişimi karşılaştırıldığında, bütün yaş gruplarında en az birikimin Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, en fazla birikimin ise Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda olduğu belirlenmiştir. Yaş gruplarına bağlı olarak farklı ağır metallerin birikim oranlarının değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Balıklarda yaşa bağlı olarak doku ve organlardaki ağır metal birikiminin değiştiği belirlenmiştir (Rashed, 2001). Canpolat ve Çalta (2003), *Capoeta capoeta umbla*'da, Cu, Fe, Zn ve Mn elementlerinin ağırlık gruplarına bağlı olarak doku ve organlardaki birikiminin farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, uzunluk gruplarına bağlı olarak ağır metal birikiminin farklılık gösterdiğini, Cu birikiminin sadece gonadda; Fe birikiminin solungaç ve deride; Mn birikiminin solungaç ve deride önemli olduğunu; Zn birikiminin ise incelenen bütün doku ve organlarda önemli olmadığını bulmuşlardır. Ayrıca, doku ve organlardaki ağır metal birikiminin cinsiyete bağlı olarak değişiminin önemli olup olmadığını istatistiksel olarak incelemişlerdir. Buna göre cinsiyete bağlı olarak, Cu'nun gonadda; Fe'in solungaç ve gonadda; Zn'nun kas, solungaç, gonad ve böbrekteki birikimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, doku ve organlardaki ağır metal birikiminin yaş gruplarına bağlı olarak değişiminin önemli olup olmadığı da incelenmiş ve yaş gruplarına bağlı olarak, Fe'in solungaçta; Mn'in solungaç, deri ve böbrekte; Zn'nun solungaç, karaciğer, gonad ve böbrekte önemli olduğunu, incelenen bütün doku ve organlardaki Cu birikiminin ise önemli olmadığını tespit etmişlerdir. Zyadah (1999), Mısır Manzalah Gölü'ndeki *Tilapia zillii*'nin kas, solungaç, karaciğer ve gonadında Cu, Zn, Cd ve Pb elementlerinin konsantrasyonlarını incelemiş ve organlardaki ağır metal yüzdeleri ile balık boyu ve cinsiyet arasında bir ilişki belirlemiştir. Dişilerdeki ağır metal değerlerinin erkeklerdekinden yüksek olduğunu ve ağır metal konsantrasyonlarının küçük boy grubundaki (8-11 cm) balıklarda daha az, orta boy grubundaki (11-13 cm) balıklarda ise daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Al-Yousuf ve diğ. (2000), *Lethrinus lentjan*'da bazı ağır metallerin birikim düzeylerini araştırdıkları çalışmada, Cu, Zn ve Cd'un dişi bireylerin kas dokusundaki konsantrasyonlarının erkek bireylere oranla daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Gonadlarda metallerin yüksek düzeylerde birikmesi

balığın üreme siklusu ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (Ünlü ve diğ. 1996). Bu araştırmacıların elde ettikleri bulgular, bu tez çalışmasının bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Bu tez çalışmasında Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden alınan su, sediment ve *C. trutta*'daki ağır metal konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek konsantrasyonlar sediment örneklerinde en düşük konsantrasyonlar ise balık örneklerinde kaydedilmiştir. Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nden aldıkları su, sediment ve bazı balık türlerinde (*Acanthobrama marmid*, *Chalcalburnus mossulensis*, *Chondrostoma regium*, *Carasobarbus luteus*, *Capoetta trutta* ve *Cyprinus carpio*) Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn düzeylerini incelemişlerdir. En yüksek konsantrasyonları sedimentte, en düşük konsantrasyonları ise balıklarda kaydetmişlerdir. Kirby ve diğ. (2001), Avustralya'nın Macquarie Gölü'nde yaptıkları çalışmada sediment ve *Mugil cephalus*'un kas dokusunda Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sedimentte Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla 0,90-5,60; 0,62-2,1; 15-36 ve 108-152 µg/g (kuru ağırlık); *Mugil cephalus*'un kas dokusunda ise sırasıyla 8,60; 0,05; 21,0 ve 27,0 µg/g (kuru ağırlık) olarak saptamışlardır. Rashed (2001), Mısır'ın Nasser Gölü'nde yaptığı çalışmada su bitkileri, su, sediment ve *Tilapia nilotica*'da Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sr ve Zn'nun birikimini incelemiş ve en fazla birikimin sedimentte, en az birikimin ise balık dokularında olduğunu bulmuştur. Bu çalışmalardaki bulgular, bu araştırmadaki bulguları desteklemektedir.

Bu çalışmada belirlenen istasyonlardan alınan su, sediment ve balık örneklerindeki ağır metal birikiminin mevsimlere bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar, balık, su ve sedimentteki ağır metal birikimlerinin mevsimsel olarak değişim gösterebileceğini belirtmişlerdir (Eastwood ve Couture, 2002; Farkas ve diğ. 2003; Abdel-baky ve diğ. 1998; Abdel-baky ve Zyadah, 1998; Doğan, 2004; Okonkwo ve Mothiba, 2005). Bu araştırmacıların bulguları sonuçlarımızı desteklemektedir.

Sonuç olarak, sedimentin ağır metalleri adsorbsiyon kapasitesi yüzey alanı ve partiküllerin yüzey özellikleriyle ilgilidir. Ağır metallerin hareket derecesi, aktivitesi ve canlı organizmalardaki birikimi birçok faktöre yani pH, sıcaklık, organik madde, iyon değişim prosesleri ve mikrobiyal aktiviteye bağlıdır (Filgueiras ve diğ. 2004). Balıklarda ağır metal birikiminin, balığın büyüklüğü, balığın yaşı, hayat evresi, büyüklüğü, beslenme şekli ve yakalandığı mevsime bağlı olarak değişiklik gösterebildiği tespit edilmiştir (Schuhmacher ve diğ. 1992; McCoy ve diğ. 1995; Al-Yousuf ve diğ. 2000; Farkas ve diğ. 2001; Filipovic ve Raspor, 2003; Papagiannis ve diğ. 2004, Emami Khansari ve diğ. 2005).

Ağır metallerin sucul ekosistemlerde özellikle dibe yakın yaşayan ve dibe yakın olarak beslenen Cyprinidae türleri için daha fazla zararlı olduğu, bu nedenle bu türlerin predatör balıklara göre daha fazla kontamine oldukları belirlenmiştir (Popek ve diğ. 2003).

Sonuçlardaki bu farklılıklar araştırma yapılan bölgelerin çevrelerindeki karasal ortamların özellikleri, endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilir. Bunlardan kaynaklanan atıkların doğrudan veya dolaylı yoldan sulara karışmasıyla ağır metal düzeylerinin artması kaçınılmazdır (Seng ve diğ. 1995; Karadede ve Ünlü, 2000; Taşdemir ve Göksu, 2001; Türkmen, 2003; Karadede ve diğ. 2004).

Bu çalışmada, Ağın Deri Fabrikası atık sularının, Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeler ve referans bölge olarak Aydıncık bölgesinden yakalanan *C. trutta* populasyonunun üreme biyolojisi de araştırılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü her üç istasyondan Kasım 2005-Ekim 2006 tarihleri arasında yakalanan *C. trutta* populasyonuna ait toplam 830 birey incelenmiştir.

Ağın bölgesinden elde edilen 215 adet *C. trutta* örneğinin % 39,07'sini dişi (84 adet), % 60,93'ünü erkek (131 adet) bireyler oluşturmuştur. Populasyonun 1-9 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ve en fazla bireyi 3. yaş grubundaki erkek balıkların oluşturduğu belirlenmiştir. Örencik bölgesinden yakalanan 345 adet *C. trutta* örneğinin % 41,16'sını dişi (142 adet), % 58,84'ünü erkek (203 adet) bireylerin meydana getirdiği, populasyonun 1-6 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ve en fazla bireyi 2. yaş grubundaki erkek balıkların oluşturduğu tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinden elde edilen *C. trutta* örneklerinin ise % 36,3'ünü dişi (98 adet), % 63,7'sini erkek (172 adet) bireylerin oluşturduğu, populasyonun 1-8 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Ağın bölgesinde olduğu gibi, bu bölgede de en fazla bireyi 3. yaş grubundaki erkek balıkların oluşturduğu bulunmuştur. Aynı akarsu sistemi üzerinde yer alan Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'nın bazı biyolojik özellikleri üzerine yapılan bir araştırma (Yapalak, 1996) sonucunda elde edilen bulgular (toplam 312 adet *C. trutta* bireyinin % 52,57'si dişi, % 47, 43'ü erkek birey ve populasyon 1-6 yaş grupları arasında dağılım göstermiştir), bu çalışmada Örencik bölgesinden elde edilen verilerle benzerlik göstermiştir. Bozkurt (1998), Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. trutta*'nın biyolojik özellikleri üzerine yaptığı çalışmada da, populasyon içerisindeki erkek ve dişi bireylerin oranları (toplam 681 adet *C. trutta* bireyinin % 51,45'ini dişi, % 48,55'ini erkek birey), Aydıncık bölgesinden elde edilen verilere benzerlik göstermiştir. Bozkurt'un (1990) çalışmasında populasyonun yaş gruplarına göre dağılımı ise, Ağın bölgesinden elde edilen sonuçlara benzerlik göstermiştir. Kalkan (1998), Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* populasyonunun büyüme ve üreme özellikleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, toplam 210 adet *C. trutta* bireyinin % 49,29'unu dişi, %50,48'ini erkek bireylerin oluşturduğunu, örneklerin 1-7 yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini ve en fazla balığın 52 adet ile 4. yaş grubunda olmak üzere ağırlıklı olarak 2.,3. ve 6. yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini belirlemiştir. Doğu (2002), Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C. trutta*'nın büyüme özelliklerini incelediği çalışmada, 389 adet *C. trutta* bireyini

incelemiş ve bunların % 31,11'ini dişi, % 68,89'unu erkek bireylerin oluşturduğunu, örneklerin 1-7 yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini ve en fazla balığın 218 adet ile 2. yaş grubunda olmak üzere ağırlıklı olarak 1., 3. ve 4. yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini tespit etmiştir. Duman (2004), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta*'nın üreme biyolojisini araştırdığı çalışmada toplam 504 adet *C. trutta* bireyini incelemiş ve bunların %54,76'sını dişi, %45,24'ünü erkek bireylerin oluşturduğunu, örneklerin 1-8 yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini ve en fazla balığın 163 adet ile 3. ve 4. yaş gruplarında dağılım gösterdiğini bulmuştur. Düşükcan (2005), *C. trutta*'nın Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'ndeki popülasyonlarının üreme biyolojisini araştırmış ve Keban Baraj Gölü'nde incelenen örneklerin 1-7 yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini, incelenen 166 adet örneğin %42,77'sini dişi (71), %57,23'ünü erkek (95) bireylerin oluşturduğunu, örneklerin ağırlıklı olarak 2. yaş grubu olmak üzere 3. ve 4. yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini belirlemiştir. Düşükcan (2005), aynı çalışmada Karakaya Baraj Gölü'nde incelenen örneklerin 1-9 yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini, incelenen 187 adet örneğin %55,62'sini dişi (104), %44,38'ini erkek (83) bireylerin oluşturduğunu, örneklerin ağırlıklı olarak 2. yaş grubu olmak üzere 1. ve 3. yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini, Atatürk Baraj Gölü'nde incelenen örneklerin ise 2-11 yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini, incelenen 170 adet örneğin %52,36'sını dişi (89), %47,64'ünü erkek (81) bireylerin oluşturduğunu, örneklerin ağırlıklı olarak 5. yaş grubu olmak üzere 3., 4. ve 6. yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini tespit etmiştir. Aynı akarsu sistemi üzerinde kurulan Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'nde yapılan çalışmaların eşey dağılımı ile ilgili sonuçları arasındaki benzerlikler dikkat çekmektedir. Bu baraj göllerinin aynı akarsu sistemi üzerinde kurulmuş olmaları, aynı balık türü popülasyonları üzerinde yapılan çalışmaların sonuçlarının paralellik göstermesi üzerinde doğal olarak etkili olmuştur. Bu çalışmaların sonuçları arasındaki küçük farklılıkların ise, her çalışmadaki örnek sayısının ve çalışma sürelerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Araştırma süresince Ağın bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireylerinin eşeysel olgunluğa 2 yaş grubunda, buna karşılık Örencik ve Aydıncık bölgesinden elde edilen dişi *C. trutta* bireylerinin eşeysel olgunluğa ulaşma yaşının 3 olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın gerçekleştirildiği her üç bölgeden yakalanan erkek *C. trutta* bireylerinin eşeysel olgunluğa ulaşma yaşının 2 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu birçok erkek balığın dişilerden daha küçük yaş ve boyda iken cinsi olgunluğa ulaşabildiğini ve bir üreme sezonundaki erkek balıkların dişilerden çok daha önce fonksiyonel olamayan olgunluğa ulaştığını ifade eden Bircan ve Ağırağaç'ı (1995) desteklemektedir.

Aynı balık türü üzerinde Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'nde daha önce yapılan araştırmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Duman (2004), eşeysel olgunluğa

ulaşma yaşını erkek *C. trutta* bireylerinde 2, dişi bireylerde ise 3 olarak belirlemiştir. Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* üzerinde yapılan araştırmalarda Yapalak (1996), eşeysel olgunluğa ulaşma yaşını erkek bireylerde 2, dişi bireylerde 3 olarak rapor ederken, Bozkurt (1998), eşeysel olgunluk yaşlarını hem erkek hem de dişi bireylerde 3 olarak belirlemiştir. Düşükcan (2005) ise, Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'nde yaşayan *C. trutta* populasyonlarındaki dişi bireylerin 3, erkek bireylerin ise 2 yaşında eşeysel olgunluğa eriştiklerini bildirmiştir. Anlaşıldığı üzere, *C. trutta* üzerinde önceki yıllarda yapılan araştırmaların bulgularıyla bu çalışmanın bulguları birbirine benzerlik göstermiştir. Aynı akarsu sistemi üzerindeki baraj göllerinde yaşayan *C. trutta* populasyonlarının benzer davranışlar ve özellikler göstermesi bu ekosistemlerdeki özelliklerinin benzer olmasından kaynaklanmış görünmektedir. Buna karşılık Kalkan (1998), Karakaya Baraj Gölü'nde erkek ve dişi *C. trutta* bireylerinin 4. yaştan itibaren eşeysel olgunluğa ulaştığını belirtmiştir. Eşeysel olgunluğa erişme yaşı üzerinde etkili olan sıcaklık, beslenme durumu ve besin kalitesi bu uyumsuzluğun nedeni olarak gösterilebilir.

Araştırmanın yürütüldüğü her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* populasyonuna ait hem dişi hem de erkek balıkların gonadosomatik indeks değerlerinin mayıs ayında maksimuma eriştiği tespit edilmiş olup, yumurta ve spermlerini mayıs-haziran ayları arasında bıraktıkları saptanmıştır. Bununla birlikte temmuz ayında da yumurta ve sperm bırakmaya devam ettikleri saptanmıştır. Duman (2004), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* populasyonuna ait bireylerin ise üreme zamanını 1-2 ay daha geç (haziran-temmuz) olarak rapor etmiştir. Buna karşılık, Keban, Atatürk ve Karakaya Baraj Gölleri'nde yapılan araştırmalarda da, bu tezdeki bulgulara benzer bulgular rapor edilmiştir. Yapalak (1996), *C. trutta* populasyonunun üreme periyodunun mayıs-haziran aylarında olduğunu, mayıs ayından itibaren yumurta bırakmaya başladıkları, haziran ayı sonunda ise yumurtalarının tümünü döktüğünü tespit ederken; Bozkurt (1998), erkek ve dişi bireylerin GSİ değerinin mayıs aylarında en yüksek değere ulaştığını, mayıs sonuna doğru azalmaya başladığını bildirmiştir. Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* populasyonu için de GSİ değerinin mayıs ayında en yüksek değerine ulaştığı belirlenmiştir (Kalkan, 1998). Düşükcan (2005), Keban Baraj Gölü'ndeki *C. trutta* populasyonuna ait bireylerde, dişi balıkların gonadosomatik indeks değerlerinin mayıs ayında maksimuma, erkek balıkların gonadosomatik indeks değerlerinin de nisan ayında maksimuma eriştiğini tespit etmiş olup, yumurta ve spermlerini nisan-mayıs ayları arasında bıraktıklarını bildirmiştir. Karakaya Baraj Gölü'ndeki *C. trutta* populasyonuna ait bireylerin gonadosomatik indeks değerlerinin mayıs-haziran aylarında maksimuma eriştiği, yumurta ve spermlerini nisan-haziran ayları arasında bıraktıkları ve haziran ayından itibaren düşüş gösterdiği, bununla birlikte temmuz ayında da yumurta ve sperm bırakmaya devam ettikleri, Atatürk Baraj Gölü'ndeki *C.*

trutta popülasyonuna ait bireylerin GSİ değerinin haziran ayında maksimuma eriştiği, mayıs-haziran ayları arasında yumurta ve sperm bıraktıkları, haziran sonuna doğru azalmaya başladığı, bununla birlikte temmuz ayında da yumurta ve sperm bırakmaya devam ettikleri saptanmıştır (Düşükcan, 2005). Anlaşıldığı üzere, Atatürk ve Karakaya Baraj Gölleri'nde önceki yıllarda yapılan araştırmaların bulguları bu tezin bulgularına büyük ölçüde benzerlik göstermiştir. Yalnızca bazı çalışmalarda GSİ değerinin haziran ayında en yüksek değere ulaştığı belirtilmiştir. Bu farklılığın ortam faktörlerinin özellikle de ışık, sıcaklık ve besin faktörü gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ağın bölgesinden yakalanan 36 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurta çapı ölçülmüş ve yumurta çaplarının 0,2-1,37 mm arasında değiştiği, en büyük ortalama yumurta çapı haziran ayında 1,37 mm olarak ölçülürken, en küçük ortalama yumurta çapı ise aralık ayında 0,47 mm olarak ölçülmüştür. Örencik bölgesinden yakalanan 24 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurta çaplarının 0,6-1,9 mm arasında değiştiği, en büyük ortalama yumurta çapı mayıs ayında 1,22 mm, en küçük ortalama yumurta çapı ise kasım ve şubat aylarında 0,60 mm olarak belirlenmiştir. Aydıncık bölgesinden yakalanan 41 adet dişi *C. trutta* bireyinin yumurta çapı ölçülmüş ve yumurta çaplarının 0,4-1,5 mm arasında değiştiği, en büyük ortalama yumurta çapı haziran ayında 1,5 mm olarak ölçülürken, en küçük ortalama yumurta çapı ise aralık ayında 0,45 mm olarak tespit edilmiştir. Yumurta çapı değerlerine bakıldığında, her üç bölgedeki değerlerin birbirleriyle paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu değerler üreme döneminin mayıs-haziran ayları olduğunu göstermektedir.

Yapalak (1996) ve Bozkurt (1998), Atatürk Baraj Gölü'nde yapmış oldukları çalışmalarda yumurta çapının sırasıyla 1,44-2,05 mm ve 0,47-1,76 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bozkurt (1998), minimum yumurta çapını ağustos ayında 0,47 mm, maksimum yumurta çapını da mayıs ayında 1,76 mm olarak tespit etmiştir. Kalkan (1998), Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan dişi *C. trutta* bireylerinin yumurta çaplarının ortalama değerlerinin mayıs (0,64 mm), haziran (0,84 mm) ve temmuz (0,87 mm) aylarında maksimum olduğunu belirlemiştir. Duman (2004), Keban Baraj Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada, yumurta çapının 0,60-1,85 mm arasında değiştiğini, en yüksek yumurta çapını haziran ayında 1,50-1,85 mm arasında tespit etmiştir. Düşükcan (2005), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* popülasyonunun yumurta çapının 0,60-1,10 mm arasında değiştiğini, en yüksek yumurta çapını nisan ve mayıs aylarında 1,10 mm, en düşük yumurta çapını ise kasım ve şubat aylarında 0,60 mm olarak belirtmiştir. Düşükcan (2005), Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* popülasyonunun yumurta çapının 0,60-1,20 mm arasında değiştiğini, en yüksek yumurta çapını haziran ayında 1,20 mm, en düşük yumurta çapını ise aralık ve şubat aylarında 0,60 mm olarak; Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *C. trutta* popülasyonunun yumurta çapının ise 0,60-2,20 mm

arasında değiştiğini, en yüksek yumurta çapını mayıs ayında 2,20 mm, en düşük yumurta çapını ise aralık ayında 0,60 mm olarak tespit etmiştir. Bulgulardan da anlaşıldığı üzere, yumurta çaplarının maksimum değerleri bütün araştırmalarda üreme dönemine rast gelmektedir. Bu tez çalışmasında da, maksimum yumurta çaplarının, Ağın bölgesinden yakalanan dişi *C. trutta* bireyleri hariç, üreme dönemine rast geldiği tespit edilmiştir. Buna karşılık aynı tür balığın farklı ortamlarda yaşayan bireylerinin de farklı büyüklükte yumurta bırakabildiği bilinmektedir (Bircan ve Polat 1995).

Bu tez çalışmasında Ağın bölgesinden yakalanan 84 adet dişi bireyin vücut ağırlığı-ovaryum ağırlığı, vücut uzunluğu-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişki sırasıyla $r=0,39$ ve $r=0,44$ olarak bulunurken, 131 adet erkek bireyin vücut ağırlığı-testis ağırlığı, vücut uzunluğu-testis ağırlığı arasındaki ilişki ise sırasıyla $r=0,41$ ve $r=0,44$ olarak bulunmuştur. rencik bölgesinden elde edilen 142 adet dişi bireyin vücut ağırlığı-ovaryum ağırlığı, vücut uzunluğu-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişki sırasıyla $r=0,71$ ve $r=0,60$ olarak bulunurken, 203 adet erkek bireyin vücut ağırlığı-testis ağırlığı, vücut uzunluğu-testis ağırlığı arasındaki ilişki ise sırasıyla $r=0,50$ ve $r=0,50$ olarak bulunmuştur. Aydıncık bölgesinden yakalanan 98 adet dişi bireyin vücut ağırlığı-ovaryum ağırlığı, vücut uzunluğu-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişki sırasıyla $r=0,56$ ve $r=0,68$ olarak bulunurken, 172 adet erkek bireyin vücut ağırlığı-testis ağırlığı, vücut uzunluğu-testis ağırlığı arasındaki ilişki ise sırasıyla $r=0,50$ ve $r=0,56$ olarak bulunmuştur.

Ağın bölgesinde eşeysel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum boy 223 mm, maksimum boy 274 mm ve ortalama boy ise 250,7 mm olarak bulunmuştur. Eşeysel olgunluğa iki yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum boy 223 mm, maksimum boy 291 mm ve ortalama boy da 257,8 mm olarak tespit edilmiştir. rencik bölgesinde eşeysel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum boy 234 mm, maksimum boy 296 mm ve ortalama boy ise 258,1 mm olarak bulunmuştur. Eşeysel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum boy 262 mm, maksimum boy 307 mm ve ortalama boy da 277,9 mm olarak tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinde eşeysel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek *C. trutta* bireylerinde minimum boy 228 mm, maksimum boy 287 mm ve ortalama boy ise 252,2 mm olarak bulunmuştur. Eşeysel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum boy 217 mm, maksimum boy 330 mm ve ortalama boy da 277,6 mm olarak bulunmuştur.

Aynı balık türü üzerinde Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'nde daha önce yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır. Yapalak (1996), *C. trutta*'da eşeysel olgunluk yaşının erkeklerde 2, dişilerde ise 3 yaş olarak tespit etmiştir. 2. yaş grubundaki erkek bireylerde minimum boyu 186 mm, maksimum boyu da 264 mm ve ortalama boyu ise 229,6 mm, 3. yaş grubundaki dişi bireylerde ise minimum boyu 221 mm, maksimum boyu 307 mm ve

ortalama boyu da 268,1 mm olarak tespit etmiştir. Bozkurt (1998), aynı balık türü için eşeyssel olgunluk yaşının hem erkek hem de dişi bireylerde 3 yaş olduğunu ve 3 yaşındaki dişilerde minimum boyu 163 mm ve ortalama boyu 197 mm, erkeklerde minimum boyu 173 mm ve ortalama boyu da 202,3 mm olarak belirlemiştir. Kalkan (1998), *C. trutta* populasyonunun 4.yaştan itibaren eşeyssel olgunluğa ulaştığını, 4. yaş grubundaki dişi bireylerde minimum boyu 256 mm, maksimum boyu 290 mm ve ortalama boyu 273,2 mm olarak, 4. yaş grubu erkek bireylerde ise minimum boyu 257 mm, maksimum boyu 297 mm ve ortalama boyu 274,7 mm olarak tespit etmiştir. Doğu (2002), aynı balık türü üzerinde yapmış olduğu çalışmada, 2 yaşındaki erkek bireylerde minimum boyu 198 mm, maksimum boyu 310 mm ve ortalama boyu ise 252,3 mm olarak, 3 yaşındaki dişi bireylerde minimum boyu 304 mm, maksimum boyu 345 mm ve ortalama boyu da 320,5 mm olarak tespit etmiştir. Düşükcan (2005), Keban Baraj Gölü'ndeki 71 adet dişi bireyin vücut ağırlığı-ovaryum ağırlığı, vücut uzunluğu-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiyi sırasıyla $r=0,57$ ve $r=0,48$ olarak bulurken, 95 adet erkek bireyin vücut ağırlığı-testis ağırlığı, vücut uzunluğu-testis ağırlığı arasındaki ilişkiyi ise sırasıyla $r=0,47$ ve $r=0,29$ olarak bulmuştur. Aynı araştırmacı, Karakaya Baraj Gölü'ndeki 104 adet dişi bireyin vücut ağırlığı-ovaryum ağırlığı, vücut uzunluğu-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiyi sırasıyla $r=0,82$ ve $r=0,77$ olarak bulurken, 83 adet erkek bireyin vücut ağırlığı-testis ağırlığı, vücut uzunluğu-testis ağırlığı arasındaki ilişkiyi ise sırasıyla $r=0,59$ ve $r=0,54$ olarak; Atatürk Baraj Gölü'ndeki 89 adet dişi bireyin ise vücut ağırlığı-ovaryum ağırlığı, vücut uzunluğu-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiyi sırasıyla $r=0,79$ ve $r=0,66$ olarak bulurken, 81 adet erkek bireyin vücut ağırlığı-testis ağırlığı, vücut uzunluğu-testis ağırlığı arasındaki ilişkiyi ise sırasıyla $r=0,48$ ve $r=0,43$ olarak belirlemiştir. Keban Baraj Gölü'nde eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum boyu 225 mm, maksimum boyu 308 mm ve ortalama boyu 262,1 mm olarak, eşeyssel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum boyu 259 mm, maksimum boyu 321 mm ve ortalama boyu da 290,7 mm olarak tespit etmiştir. Karakaya Baraj Gölü'nde eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum boyu 209 mm, maksimum boyu 283 mm ve ortalama boyu 247,5 mm olarak, eşeyssel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum boyu 236 mm, maksimum boyu 300 mm ve ortalama boyu da 262,8 mm olarak belirlemiştir. Eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek *C. trutta* bireylerinde Atatürk Baraj Gölü'nde minimum boyu 209 mm, maksimum boyu 297 mm ve ortalama boyu 259,5 mm olarak, eşeyssel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum boyu 278 mm, maksimum boyu 305 mm ve ortalama boyu da 294,4 mm olarak bulmuştur.

Bu çalışmada, Ağın bölgesinde eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum ağırlık 170,8 g, maksimum ağırlık 269,3 g ve ortalama ağırlık ise 209,5 g olarak

bulunmuştur. Eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum ağırlık 189,0 g, maksimum ağırlık 290,6 g ve ortalama ağırlık da 225,3 g olarak tespit edilmiştir. Örencik bölgesinde eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum ağırlık 174,4 g, maksimum ağırlık 267,4 g ve ortalama ağırlık ise 216,9 g olarak bulunmuştur. Eşeyssel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum ağırlık 240 g, maksimum ağırlık 309,2 g ve ortalama ağırlık da 274,1 g olarak tespit edilmiştir. Aydıncık bölgesinde eşeyssel olgunluğa iki yaşında ulaşan erkek *C. trutta* bireylerinde minimum ağırlık 159,7 g, maksimum ağırlık 282,3 g ve ortalama ağırlık ise 209,9 g olarak bulunmuştur. Eşeyssel olgunluğa üç yaşında ulaşan dişi *C. trutta* bireylerinde ise minimum ağırlık 206,5 g, maksimum ağırlık 392,6 g ve ortalama ağırlık da 270,1 g olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen bulgular aynı balık türü üzerinde Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'nde daha önce yapılan araştırmaların büyük bir kısmının (Yapalak, 1996; Bozkurt, 1998; Kalkan, 1998; Doğu, 2002), bulgularıyla uyumsuz iken yalnızca Düşükcan (2005)'in elde ettiği bulgular ile paralellik göstermiştir. Bu farklılıkların ekolojik faktörlerden ve avcılık metotlarından kaynaklandığı düşünülebilir. Yapalak (1996), yapmış olduğu çalışmada 2 yaşındaki erkek bireylerde minimum ağırlığı 108 g olarak, maksimum ağırlığı 290 g ve ortalama ağırlığı 186,9 g, 3 yaşındaki dişi bireylerde minimum ağırlığı 232 g, maksimum ağırlığı 395 g ve ortalama ağırlığı da 307,5 g olarak belirlemiştir. Bozkurt (1998), yapmış olduğu çalışmada 2 yaşındaki erkek bireylerde minimum ağırlığı 26,3 g, maksimum ağırlığı 49,4 g ve ortalama ağırlığı 31,4 g, 3 yaşındaki dişi bireylerde minimum ağırlığı 44,6 g, maksimum ağırlığı 128,4 g ve ortalama ağırlığı 89,5 g olarak tespit etmiştir. Kalkan (1998), 2 yaşındaki erkek bireylerde minimum ağırlığı 70 g, maksimum ağırlığı 114,9 g ve ortalama ağırlığı 97,4 g, 3 yaşındaki dişi bireylerde minimum ağırlığı 116,9 g, maksimum ağırlığı 232,3 g ve ortalama ağırlığı 172 g olarak bulmuştur. Doğu (2002), yapmış olduğu çalışmada 2 yaşındaki erkek bireylerde minimum ağırlığı 97,7 g, maksimum ağırlığı 407,5 g ve ortalama ağırlığı 223,3 g, 3 yaşındaki dişi bireylerde minimum ağırlığı 331,4 g, maksimum ağırlığı 653,5 g ve ortalama ağırlığı 446,7 g olarak belirlemiştir. Düşükcan (2005), Keban Baraj Gölü'nde eşeyssel olgunluğa 2 yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum ağırlığı 144,7 g, maksimum ağırlığı 404,3 g ve ortalama ağırlığı 235,5 g olarak, üreme yaşı 3 olan dişi bireylerde minimum ağırlığı 222,4 g, maksimum ağırlığı 419,7 g ve ortalama ağırlığı da 320,3 g olarak tespit etmiştir. Karakaya Baraj Gölü'nde, eşeyssel olgunluğa 2 yaşında ulaşan erkek bireylerde minimum ağırlığı 136,1 g, maksimum ağırlığı 302,8 g ve ortalama ağırlığı 196,4 g olarak, üreme yaşı 3 olan dişi bireylerde minimum ağırlığı 179,6 g, maksimum ağırlığı 422,6 g ve ortalama ağırlığı da 244 g olarak saptamıştır. Atatürk Baraj Gölü'nde, eşeyssel olgunluğa 2 yaşında ulaşan *C. trutta* popülasyonunun erkek bireylerinde minimum ağırlığı 123 g, maksimum ağırlığı 317,3 g ve

ortalama ağırlığı 233,2 g olarak, üreme yaşı 3 olan dişi bireylerde ise minimum ağırlığı 281,2 g, maksimum ağırlığı 380,7 g ve ortalama ağırlığı da 328,8 g olarak bulmuştur.

Bu araştırmada dişi *C. trutta* bireylerinin yumurta sayısı-vücut ağırlığı, yumurta sayısı-vücut uzunluğu ve yumurta sayısı-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiler, Ağın bölgesinde yumurtası sayılan dişi bireylerde sırasıyla $r=0,53$, $r=0,39$ ve $r=0,62$ olarak hesaplanmıştır. Örencik bölgesinde yumurtası sayılan dişi bireylerde sırasıyla $r=0,41$, $r=0,47$ ve $r=0,58$ olarak bulunmuştur. Aydıncık bölgesinde yumurtası sayılan dişi bireylerde ise sırasıyla $r=0,58$, $r=0,56$ ve $r=0,74$ olarak belirlenmiştir. Atatürk Baraj Gölü'nde yapılan araştırmada ise Yapalak (1996), yumurta sayısı-vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi $r = 0,89$ olarak, yumurta sayısı-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiyi $r=0,95$ olarak bulurken, Bozkurt (1998), yumurta sayısı-vücut ağırlığı arasındaki ilişkiyi $r = 0,97$ olarak, ovaryum ağırlığı-yumurta sayısı arasındaki ilişkiyi ise $r = 0,98$ olarak belirlemiştir. Düşükcan (2005), dişi *C. trutta* bireylerinin yumurta sayısı-vücut ağırlığı, yumurta sayısı-vücut uzunluğu ve yumurta sayısı-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiyi, Keban Baraj Gölü'nde yumurtası sayılan dişi bireylerde sırasıyla $r=0,69$, $r=0,56$ ve $r=0,19$ olarak, Karakaya Baraj Gölü'nde sırasıyla $r=0,77$, $r=0,73$ ve $r= 0,76$ olarak, Atatürk Baraj Gölü'nde ise sırasıyla $r=0,51$, $r=0,38$ ve $r=0,43$ olarak hesaplamıştır.

Sonuç olarak; dişi *C. trutta* bireylerinin yumurta sayısı-vücut ağırlığı, yumurta sayısı-vücut uzunluğu ve yumurta sayısı-ovaryum ağırlığı arasındaki ilişkiler pozitif yönde lineer bir ilişki göstermektedir. Bu tez çalışmasındaki korelasyon değerleri ile diğer çalışmalarda korelasyon değerleri arasındaki farklılıkların, çalışmaların yapıldığı dönemlerde farklı ekolojik şartların etkisine bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülebilir.

Bu araştırmada yumurta sayısı-yumurta çapı arasındaki ilişki Ağın bölgesinde $r=-0,25$, Örencik bölgesinde $r=-0,37$, Aydıncık bölgesinde $r=-0,12$ olarak hesaplanmıştır. Bu ilişkiye bakılarak yumurta sayısı ile yumurta çapı arasında negatif yönde zayıf derecede bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Düşükcan (2005), yumurta sayısı-yumurta çapı arasındaki ilişkiyi Keban Baraj Gölü'nde $r=-0,30$, Karakaya Baraj Gölü'nde $r=-0,29$ ve Atatürk Baraj Gölü'nde $r=-0,45$ olarak bulmuştur. Görüldüğü üzere yumurta sayısı ile yumurta çapı arasında negatif yönde zayıf derecede bir ilişkinin varlığı söz konusudur.

Bu araştırmada Ağın bölgesinde 40 adet dişi bireyin yumurtası sayılmış ve yumurta sayısının 1210-25680 arasında değiştiği, Örencik bölgesinde, 26 adet dişi bireyin yumurtası sayılmış ve yumurta sayısının 2865-29900 arasında değiştiği, Aydıncık bölgesinde 41 adet dişi bireyin yumurtası sayılmış ve yumurta sayısının 1892-34432 arasında değiştiği belirlenmiştir,

Yapalak (1996), yapmış olduğu çalışmada, olgunlaşmış yumurta sayısının 3622-24552 arasında, Bozkurt (1998), yumurta sayısının 8365-35198 arasında değiştiğini belirtmiştir. Kalkan (1998) ise yapmış olduğu çalışmada gram başına düşen yumurta sayısının 393,6-666,0

arasında değiştiğini belirlemiştir. Düşükcan (2005), Keban Baraj Gölü'nde 24 adet dişi bireyin yumurtasını saymış ve yumurta sayısının 2870-29930 arasında değiştiğini, ortalama yumurta sayısının da 13762 olduğunu, Karakaya Baraj Gölü'nde 33 adet dişi bireyin yumurtasını saymış ve yumurta sayısının 5192-56000 arasında değiştiğini, ortalama yumurta sayısının da 26245 olduğunu, Atatürk Baraj Gölü'nde 47 adet dişi bireyin yumurtasını saymış ve yumurta sayısının 3381-45125 arasında değiştiğini, ortalama yumurta sayısının da 19858 olduğunu saptamıştır.

Birçok balık türünün yumurta verimliliği çevre faktörlerinin etkisine bağlı olarak yıllar itibariyle farklılık gösterebildiği gibi (Bircan ve Polat, 1995) yumurta sayısı da sadece türler arasında değil, aynı tür içerisinde de ortam şartlarına bağlı olarak büyük değişiklikler gösterebilmektedir.

Ağın bölgesinde araştırma süresince elde edilen *C. trutta* bireylerinde yapılan yumurta çapı ölçümleri sonucu yumurta çapı ile yaş grubu arasında negatif yönde zayıf bir ilişki, Örencik bölgesinde yumurta çapı ile yaş grubu arasında negatif yönde çok iyi derecede bir ilişki, Aydıncık bölgesinde ise yumurta çapı ile yaş grubu arasında pozitif yönde çok iyi derecede bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Düşükcan (2005), Atatürk Baraj Gölü'nden elde edilen *C. trutta* bireylerinde yumurta çapı ile yaş grubu arasında çok iyi derecede bir ilişki olduğunu, ancak Karakaya ve Keban Baraj Gölleri'nden elde edilen *C. trutta* bireylerinde yumurta çapı ile yaş grubu arasında negatif yönde zayıf bir ilişki bulmuştur. Bu araştırmada elde edilen bulgular Düşükcan'ın (2005), Karakaya ve Keban Baraj Gölleri'nde *C. trutta* için elde ettiği bulgulara paralellik göstermektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü Keban Baraj Gölü'nde yöresel balıkçılık açısından *C. trutta* önemli bir yere sahiptir. Yöresel balıkçılığın artması ve bu baraj göllerindeki ekonomik öneme sahip türlerin popülasyonlarının sürekli incelenmesi ve üreme dönemlerinin tespit edilmesi balıkçılık biyolojisi açısından zorunludur. Erkek ve dişi *C. trutta* bireylerinin 2 ve 3 yaşında eşeysel olgunluğa eriştikleri dikkate alınırsa ve dışarıdan çıplak gözle balığın cinsiyetinin tespit edilemeyeceği düşünülürse, avlanılacak en küçük balığın 3 yaş grubunda olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu hususa uyulması *C. trutta* popülasyonunun Keban Baraj Gölü'nde geleceği ve sürdürülebilir balıkçılık açısından oldukça önemlidir. Yapılan incelemeler sonucunda 3 yaşındaki balıkların ortalama olarak ağırlıkları 240,8, 280,2 ve 262,1 g arasında, ortalama uzunluklarının ise 261,7, 280,2 ve 271,9 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu nedenle, Keban Baraj Gölü'nde bu boydan daha küçük *C. trutta* bireylerinin avcılığının yapılmaması önerilmektedir. Uyulması gereken diğer önemli bir hususta, *C. trutta*'nın üreme dönemi olan nisan, mayıs ve haziran ayları içerisinde avcılığının kesinlikle yapılmamasıdır.

Bu araştırmada, ağır metal kirliliğinin Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* popülasyonunun gelişimi üzerinde etkisinin olup olmadığı belirlenmeye

alışılmıştır. Aydınçık, rencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* populasyonunda 6. yaş grubundaki balıklar en az birey sayısına sahip olurken, Aydınçık bölgesinde 3. yaş grubu, rencik bölgesinde 2. yaş grubu, Ağın bölgesinde 3. ve 4. yaş grupları en fazla bireyle temsil edilen yaş grupları olmuştur. Bu bölgelerden yakalanan erkek *C. trutta*'da yaş gruplarına göre birey sayılarının dağılımı karşılaştırıldığında, en az birey sayısı, Aydınçık bölgesinde 1. yaş grubunda, rencik ve Ağın bölgelerinde ise 5. yaş grubunda, en fazla birey sayısı, Aydınçık ve Ağın bölgelerinde 3. yaş grubunda, rencik bölgesinde ise 2. yaş grubunda tespit edilmiştir. Dişi *C. trutta* bireylerinde ise Aydınçık bölgesinde 1. yaş grubu, rencik ve Ağın bölgelerinde ise 6. yaş grubu en az birey sayısına sahip olurken, Aydınçık ve Ağın bölgelerinde 4. yaş grubu, rencik bölgesinde 2. yaş grubu en fazla bireyle temsil edilen yaş grupları olmuştur.

Her üç bölgeden de yakalanan *C. trutta*'da yaşa paralel olarak vücut ağırlığının arttığı belirlenmiştir. 2-5 yaş grupları arasında en az ortalama ağırlık Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde, 6. yaş grubunda ise Aydınçık bölgesinden yakalanan bireylerde kaydedilmiştir. rencik bölgesinden yakalanan erkek ve dişi bireylerde yaşa paralel olarak vücut ağırlığı, diğer iki bölgeden yakalanan balıklara göre biraz fazla olmuştur. Hem erkek hem de dişi bireylerde yaş gruplarına göre en az ortalama vücut ağırlığı Ağın bölgesinde belirlenmiştir.

Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde, yaşa paralel olarak vücut uzunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Bu bölgelerden yakalanan *C. trutta* bireylerinde cinsiyet ayrımı yapılmadan yaş-uzunluk ilişkisi karşılaştırıldığında, rencik bölgesinden yakalanan *C. trutta*'da yaşa paralel olarak uzunluk artışı, diğer iki bölgeden yakalanan balıklara göre biraz fazla olurken, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde daha az olmuştur. Aydınçık bölgesinden yakalanan erkek ve dişi bireylerde ortalama vücut uzunluğu, rencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylerden daha fazla olup, en az uzunluk artışı Ağın bölgesinden yakalanan balıklarda kaydedilmiştir.

Hem erkek hem de dişi *C. trutta* bireylerinde kondüsyon faktörü bölgelere göre karşılaştırıldığında referans bölge olarak seçilen Aydınçık bölgesinden yakalanan bireylerdeki kondüsyon faktörü üreme dönemi hariç, rencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. En düşük kondüsyon faktörü değerleri Ağın bölgesinde belirlenmiştir. Araştırma verilerine göre her üç bölgede de *C. trutta* bireylerinde, üreme döneminden önce ve üreme içerisindeki aylarda kondüsyon faktörünün en yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Aydınçık, rencik ve Ağın bölgelerinden yakalanan *C. trutta* bireylerinde cinsiyet ayrımı yapılmadan yaş gruplarına göre kondüsyon faktörü değişimi dikkate alındığında, Ağın bölgesinden yakalanan bireylerin kondüsyon faktörünün, Aydınçık ve rencik bölgelerinden yakalanan bireylere oranla daha iyi olduğu tespit edilmiştir. En düşük kondüsyon faktörü

değerleri ise Örencik bölgesinde kaydedilmiştir. Her üç bölgeden yakalanan *C. trutta* bireylerinde kondüsyon faktörü yaşa paralel olarak artarken, belli bir yaştan sonra azalmaya başlamıştır. Ağın bölgesinden yakalanan bireylerde yaşa bağlı olarak hesaplanan kondüsyon faktörü değerlerinin yüksek çıkmasının nedeni olarak, her bir yaş grubundaki birey sayısının az olması gösterilebilir.

Ağır metallerin subletal konsantrasyonlarına maruz kalan balıklarda, iyon regülasyonunun bozulduğu, yüzme hızının azaldığı, gelişme ve kondüsyonun azaldığı belirlenmiştir (Luckenbach ve diğ. 2001; Bervoets ve Blust, 2003). Sucul ekosistemlerde kirliliğe neden olan maddelerin (ağır metaller gibi) sucul canlıların gelişmesi, büyümesi ve üremesi üzerinde olumsuz etki oluşturduğu belirlenmiştir (Scott ve Sloman, 2004; Popek ve diğ. 2006). Ağır metal kirliliğinin sucul ortamlarda tür kompozisyonu ve tür zenginliğinde değişikliğe neden olduğu belirtilmiştir (Bervoets ve diğ. 2005).

Maden atıklarının ve bu tesislerden çıkan atık suların karıştıkları ekosistemdeki bütün canlıları etkilediği tespit edilmiştir. Bu atıkların ekosistemdeki besin siklusunu ve enerji akışını azalttığı, kommunité düzeyinde yoğunluk ve bolluğu azalttığı, populasyon düzeyinde ise gelişmeyi azalttığı ve ölümlerde artışa neden olduğu belirlenmiştir (Hudson, 1990; Clements ve Kiffney, 1994; Clements, 2000). Peplow ve Edmonds (2005), 1950’li yılların başına kadar altın, gümüş, bakır ve çinko madenlerinin çıkarıldığı ve işlendiği Alder Mine, Alder Mill ve Red Shirt Mill tesislerinin bulunduğu bölgede bulunan Methow Nehri (USA)’nde yaşayan *Oncorhynchus mykiss* üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Maden atık sularının karıştığı bölgeden yakalanan *O. mykiss*’de vücut ağırlığının, akarsuyun üst bölgesinden (referans bölge) yakalanan balıklara göre daha az olduğunu bulmuşlardır. Bu bulgu, bu tez çalışmasında elde edilen bulguları desteklemektedir.

Bu araştırmada, ağır metal kirliliğinin *C. trutta*’nın üreme biyolojisi üzerinde etkili olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ağın bölgesinde 40 adet dişi bireyin yumurtası sayılmış ve yumurta sayısının 1210-25680 arasında değiştiği, Örencik bölgesinde, 26 adet dişi bireyin yumurtası sayılmış ve yumurta sayısının 2865-29900 arasında değiştiği, Aydıncık bölgesinde 41 adet dişi bireyin yumurtası sayılmış ve yumurta sayısının 1892-34432 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buradan da anlaşıldığı üzere en az yumurta sayısı ağır metal kirliliğinin fazla olduğu Ağın bölgesinde belirlenmiştir. Bu bulgu ağır metallerin balıkların yumurta veriminin azalması üzerinde etkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Ağır metal içeren pek çok endüstriyel ve tarımsal kimyasal maddenin balıkların üreme fonksiyonu üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu bilinmektedir. Sazanlarda yapılan çalışmalarda, yeme ilave edilen ağır metallerin beyin dokusunda birikmesi ve bu birikimin sonucunda noradrenalin salgılanmasını inhibe ettiği ve hipotalamusda dopamin salgılanmasını uyardığı

tespit edilmiştir. Hipotalamo hipofiz sisteminin hormonal dengesinin bu işlemler sonucunda bozulmasının ise, balıklarda yumurtlama üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Popek ve diğ. 2006).

Ağır metallerin endokrin sistem kadar gametleri hem kalitatif hem de kantitatif olarak etkilediği ve gametogenesi bozduğu belirlenmiştir. Kadmiyumun, dişi balıklarda ovaryumların ağırlıklarını azaltarak ve onların gelişmesini engelleyerek üreme fonksiyonunu bozduğu belirlenmiştir (Szczerbik ve diğ. 2005). Çinko ve bakırın ise, fizyolojik konsantrasyonlarda balıklar için esansiyel olmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda toksik etkiye sahip oldukları, çinkonun balık gelişiminin farklı evrelerinde üreme fonksiyonunu bozduğu, bakırın ise balık ovaryumlarının gelişiminde zararlı olduğu tespit edilmiştir (Popek ve diğ. 1997, 2003). Spermatozoa üzerinde civa ve kadmiyum gibi ağır metallerin sperm hareketini bozabildiği, enzimleri inhibe edebildiği ve bunların bir sonucu olarak fertilizasyon oranı ve yumurtaların açılmasına zarar verebildiği rapor edilmiştir (Rurangwa ve diğ. 1998). Tüm bu araştırmalar, Ağın bölgesinde yakalanan balıkların yumurta veriminin araştırılan diğer bölgelere oranla daha az olması üzerinde ağır metallerin kirlletici etkisi olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Kirliliğin artması nedeniyle, çeşitli kimyasal bileşiklerin sucul çevrelerdeki konsantrasyonu artmıştır. Kirlletici maddelerin toksik etkilerinin, sucul organizmaların davranış, metabolizma, endokrin sistem ve üremeleri üzerinde etkili olabildiği ve hatta onların neslinin tükenmesiyle sonuçlanabildiği tespit edilmiştir (Rurangwa ve diğ. 1998). Bununla birlikte, bu toksik etkilerin derecesi türlere göre değişir.

Bu çalışmada, Aydıncık, Örencik ve Ağın bölgelerinde belirlenen istasyonlardan alınan suların, farklı yaşam evrelerindeki *C. carpio* üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Laboratuarda yürütülen test çalışmalarında, Ağın Deri Fabrikası atık sularına maruz bırakılan *C. carpio* yumurtalarının kahverengi-yeşilimsi bir renk aldıkları ve tümünün 4 dakika içerisinde deforme oldukları gözlemlendi. Deri fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden getirilen suya bırakılan yumurtaların 3 gün sonra açılmaya başladığı, yumurtaların açılmasının 6 günde tamamlandığı ve yaklaşık %41'inin açıldığı, buna karşılık açık bölgeden alınan göl suyuna bırakılan yumurtaların daha erken (4 günde) ve daha fazla sayıda (%66) açıldığı belirlenmiştir. Deri fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden getirilen sudaki larvaların hepsi 8 gün sonra ölürken, açık bölgeden alınan su içindeki larvaların test süresi (21 gün) sonunda yalnızca % 15'nin öldüğü tespit edildi.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına bırakılan yumurtaların 5 gün içinde %43'ünün açıldığı ve bu yumurtalardan elde edilen larvaların tamamının 9 gün sonra öldüğü belirlendi. Ferro Krom İşletmesine ait atık suların Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden ve İşletmenin bulunduğu alandan uzakta açık bölgeden alınan sulara maruz bırakılan yumurtaların

aynı süre (3 üç gün) de açılmaya başladığı ve açılmaların aynı sürede (4 günde) tamamlandığı tespit edilmiştir. Buna karşılık açık bölgeden alınan su içinde açılan yumurta sayısı (%71) atıkların karıştığı bölgeden alınan su içindeki açılma oranından (%48) daha yüksek olmuştur. Atık suların karıştığı bölgeden alınan su içinde, 9 günde larvaların hepsi ölürken, açık bölgeden alınan suya bırakılan larvaların ise test süresi sonunda yalnızca %17'sinin öldüğü gözlemlendi.

Kontrol grubu olarak kullanılan *C. carpio* yumurtalarının yaklaşık %83'ü açılmış ve 21. gün sonunda larvaların yalnızca %3'ü ölürken, deri fabrikasına ait atık sulara maruz bırakılan *C. carpio* yumurtalarının 4 dakika içerisinde tamamının deforme olmaları deri fabrikası atık sularının balık yumurtaları üzerindeki tahrip edici etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Kontrol grubu olarak kullanılan aynalı sazan larvalarının 21. gün sonunda yalnızca %2'sinin öldüğü tespit edildi.

Ağın Deri Fabrikası atık sularına maruz bırakılan *C. carpio* larvalarının iki dakika sonra hareketlerinin yavaşladığı ve 7. dakikada öldükleri tespit edildi. Fabrikanın atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden getirilen suya bırakılan larvaların 16 saat sonra tamamının (%100), deri fabrikası'nın bulunduğu kısımdan uzakta açık bölgeden alınan suya bırakılan larvalardan 21. gün olan test süresi sonunda %9'unun öldüğü tespit edildi.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına bırakılan aynalı sazan larvalarının 21. gün sonunda %92,7'sinin, atık suların baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya bırakılan larvaların ise 21. gün sonunda %40'ının öldüğü belirlendi. Buna karşılık açık bölgen alınan suya bırakılan larvaların 21. gün sonunda yalnızca %5'inin öldüğü kaydedilmiştir.

Ağır metallerin yumurtaların açılması üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Scoat ve Sloman, 2004). Bu bulgu, bu araştırma kapsamında yapılan test çalışması sonucunda yumurtaların açılma oranlarıyla ilgili bulguları desteklemektedir. Yumurta zarının sudaki ağır metallerle karşı koruyucu bir bariyer görevi vardır. Bununla birlikte yumurtadan çıkan larvalar bu maddelere doğrudan maruz kalırlar. Gerçekten hayvanlar ilk gelişme evrelerinde ergin evrelerine göre toksik maddelere karşı daha duyarlı olduğunu ortaya koyan pek çok araştırma bulunmaktadır. Kadmiyum gibi toksik ağır metaller sucul ekosistemlerde yüksek konsantrasyonlarda olduğu zaman gelişmede gecikme, anomaliler ve ölüm artışı görülmüştür (Wong ve Wong, 2000). Bakırın düşük konsantrasyonlarının *Cyprinus carpio* larvalarında hidromineral denge ve iskelet gelişimini olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (Stouthart ve diğ.,1996).

Ağın Deri Fabrikası ve Etibank Ferro Krom İşletmesi'ne ait atıksuların etkisine maruz kalan larvalardaki ölüm oranlarının yüksek olması bu bulguları desteklerken aynı etkiye maruz kalan balık yumurtalarında görülen yüksek ölüm oranı bu bulgularla uyusmamaktadır. Bu, etkisi araştırılan atık su içerisindeki ağır metal konsantrasyonlarının çok yüksek olmasından

kaynaklanmıştır. Balık larvalarındaki toksik maddelere karşı bu farklı duyarlılığın, larvaların yüzey-hacim oranı ve nispeten yüksek metabolik aktiviteleriyle ilgili olabildiği vurgulanmıştır (Dang ve diğ. 1999).

Ağın Deri Fabrikası atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanların tamamının üç dakika içerisinde öldükleri gözlemlendi. Deri fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden getirilen suya bırakılan yavru balıklarda ilk ölümün 37 saat sonra görüldüğü ve 42 saat sonra bütün yavru balıkların öldüğü tespit edildi. Açık bölgeden alınan suya bırakılan yavru balıklarda ise test süresi sonunda ölüm olmadığı belirlendi. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanlarda ilk iki gün ölüm olmadığı, ancak üçüncü günde bütün yavru balıkların öldüğü kaydedildi. Buna karşılık hem işletmenin atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden hem de açık bölgeden alınan sulara bırakılan yavru aynalı sazanlarda ise test süresi sonunda ölüm olmadığı gözlemlendi. Kontrol grubu olarak kullanılan yavru aynalı sazanlarda 21. gün sonunda ölüm olmadığı belirlendi. Bu bulgular, farklı kirlilik özelliklere sahip olan atık suların balıkların değişik gelişme evreleri üzerinde farklı etkilere sahip olduklarına işaret etmektedir. Bir başka ifadeyle, kirleticilerin tipi ve miktarının, bu tez çalışmasında balıkların gelişme evreleri üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubu olarak kullanılan bir yaşındaki aynalı sazanlarda 21. gün sonunda ölüm olmadığı tespit edildi.

Ağın Deri Fabrikası atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanların beş dakika içerisinde öldükleri tespit edildi. Ağın Deri Fabrikası atık sularının Keban Baraj Gölü'ne karıştığı bölgeden getirilen suya maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanlarda ilk ölüm 37 saat sonra görüldü. 42 saat sonra ise bütün yavru balıkların öldüğü gözlemlendi. Ağın Deri Fabrikası'nın bulunduğu alanda açık bölgeden alınan suya bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanlarda ise 21. gün sonunda ölüm olmadığı belirlendi.

Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanlardan, testin yürütüldüğü ikinci gün %6'sının öldüğü, üçüncü gün ise bütün balıkların öldüğü gözlemlendi. Etibank Ferro Krom İşletmesi'nden gelen atık suya maruz bırakılan bir yaşındaki *C. carpio*'da solungaç lamel ve filamentlerinin açık renkli, karaciğerin solgun, yağ bezelerinde sarımsı odakların oluştuğu, iç organlarda hemoraji meydana geldiği görüldü. Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularının baraj gölüne karıştığı bölgeden alınan suya maruz bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanlarda hem de açık bölgeden alınan suya bırakılan bir yaşındaki aynalı sazanlarda 21 gün boyunca ölüm olmadığı belirlendi.

Referans bölge olarak seçilen Aydıncık'da açık bölgeden alınan suya bırakılan aynalı sazan yumurtalarının dört gün içinde %78 (117 adet)'inin açıldığı ve bu yumurtalardan elde edilen larvaların 21. gün sonunda %5'inin öldüğü belirlendi. Bu bölgeden getirilen suya

bırakılan aynalı sazan larvalarının 21. gün sonunda yaklaşık %7'sinin öldüğü tespit edildi. Bu sulara bırakılan hem yavru hem de bir yaşındaki aynalı sazanlarda 21. gün sonunda ölüm olmadığı gözlemlendi. Bulgulardan da açıkça anlaşıldığı üzere, atık suyun göl suyu içerisinde seyredildiği kısımlara doğru gidildikçe daha fazla yumurtanın açıldığı ve daha fazla larvanın hayatta kaldığı ortaya çıkmıştır. Kirletici kaynakların alıcı su ortamına deşarj edildiği noktada kirlilik derecesi en yüksek olurken deşarj noktasından uzaklaştıkça seyrelme sonucunda kirlilik derecesi de kademeli olarak azalmaktadır. Bu durum, doğal olarak Keban Baraj Gölü'nde balıkların farklı kirlilik dereceleri etkilerine maruz kalmalarına neden olmaktadır.

Ağın Deri Fabrikası ve Etibank Ferro Krom İşletmesi atık sularına maruz bırakılan *C. carpio* larva ve yavrularında morfoljik deformasyonlar meydana geldiği tespit edildi. Larvalarda aşırı mukus salgısı, renk açılması, mat görünüm, karın bölgesinde hemoraji ve kuyruk yüzgecinin aşağı düştüğü belirlendi. Ağın Deri Fabrikası atık sularına maruz bırakılan yavru aynalı sazanların tamamının yan yatarak yüzeye çıktıkları, solungaç hareketlerinin hızlandığı, yavru *C. carpio*'larda; pektoral yüzgecin kaidesinde hemorajik odaklar, solungaç lamelleri ve filamentlerinin birbirine yapıştığı, vücut boşluğunda berrak bir sıvının meydana geldiği, böbrek renginde koyulaşmanın olduğu belirlendi.

Ağır metal kirliliğine maruz kalan balıklarda hem morfolojik hem de fizyolojik tahribatların ortaya çıktığı pek çok araştırmada rapor edilmiştir. Wong ve Wong (2000), kadmiyum (Cd)'un etkisine maruz kalan balıklarda solungaç hücrelerinde dejenerasyon, solungaç epitelinde kalınlaşma, lezyonlar, nekroz ve iltihaplanma gibi solungaç epitelyum hücreleri üzerinde hücresel yapıyı bozan etkiler belirlemiştir. Cu'nın yüksek konsantrasyonlarına maruz kalan balıkların branşiyal klorid hücrelerinde ve solunum hücrelerinde nekroz ve apoptosis meydana geldiği belirlenmiştir (Mathiyalagan ve diğ. 1996; Li ve diğ. 1998). Kronik Co'a maruz kalma süresince balıkların mukus salgıladığı ve bunun sonucu olarak solunuma zarar verdiği (solungaç filamentlerinin fiziksel olarak tıkanmasına neden olur) ve boğulma nedeniyle ölümlerin meydana geldiği belirlenmiştir. Cu ve Cd gibi ağır metallere maruz kalan balıklarda solunum güçlüğü ve çok düşük yüzme performansı tespit edilmiştir (Beyers ve diğ. 1999; McGeer ve diğ. 2000; Rajotte ve Couture, 2002). 0,08-0,47 µmol/L Cu'a maruz bırakılan *C. carpio*'da solunumun hızlandığı tespit edilmiştir (De Boeck ve diğ. 1995). Balıklarda solunum üzerinde görülen bu etkilerin Zn ve Al gibi diğer ağır metallere maruz kalındığı zamanda ortaya çıktığı bulunmuştur (Wood ve McDonald, 1990). Araştırmacıların çeşitli çalışmalar sonucunda elde ettikleri bu bulgular, bu araştırmada elde edilen bulguları desteklemektedir.

Balıklar krom (Cr)'a maruz kaldıkları zaman hedef organın böbrekler olduğu tespit edilmiştir (Faray ve diğ. 2006). Faray ve diğ. (2006), yüksek konsantrasyonda Cr'a maruz

bırakılan balıkların böbreklerinin yoğun olduğunu ve mikroskobik lezyonlar belirlemişlerdir. Ayrıca, Cr konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak böbreklerde görülen bu değişimin yanı sıra gelişmenin ve hayatta kalma oranının azaldığı da belirlenmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü bütün akvaryumlarda sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri birbirine yakın aralıklarda tutulduğundan aynalı sazan yumurtalarının açılması, larvaların, yavru ve bir yaşındaki aynalı sazanların hayatta kalma oranları üzerinde bu parametrelerin olumsuz etkisi olmamıştır.

Bu çalışmada, Ağın Deri Fabrikası atık sularında ağır metal kirlilik yükünün fazla olduğu tespit edildiğinden Zehirlilik Seyrelme Faktörünün (ZSF) de belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yapılan laboratuvar çalışması sonucunda ZSF 2 olarak tespit edildi.

Maden işletme alanları ve cevher hazırlama ünitelerinde tonlarca kırılmış veya öğütülmüş filiz yantaşlarının toz, çamur ya da katı parçacıklar şeklinde çevreye atılmaları maden işletmeciliği açısından kaçınılmaz olmaktadır. Ancak, açık işletmecilik yerine yeraltı işletmeciliğinin tercih edilmesi, atıkların doğrudan çevreye, buradaki akarsu ve göllere karışmayacak şekilde belli yerlerde biriktirilmesi, çevreye daha az atık madde bırakan üretim yöntemlerinin tercih edilmesi, atıkların kimyasal açıdan zararsız sayılabilecek bileşiklere dönüştürülmesi, maden işletme ve zenginleştirme işlemlerinin yerleşim merkezlerinden uzak seçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Gerçekte bu öneriler yapılamayacak şeyler olmamakla beraber, işletmelere ek maliyet getirdiğinden çoğu kez yapmaktan kaçınılmaktadır. Bu nedenle daha proje safhasında işletmede ortaya çıkacak atık maddelerin nelerden ibaret olduğu, nasıl depo edileceği ya da etkisiz duruma getirileceği hakkında projesi bulunmayan kuruluşlara kesinlikle ruhsat verilmemeli, fizibilite etüdünde atık işleme ünitesi bulundurmayan kuruluşlardan bu eksikliklerini tamamlamaları istenmeli, buna uymayan kuruluşlar kapatılmalıdır.

Bu çalışmada, insanlar tarafından besin olarak tüketilen kasdaki ağır metal konsantrasyonları, EPA ve FAO'nun önerdiği kabul edilebilir ağır metal değerlerinin altında bulunmuştur (Tablo 5.9).

Tablo 5.9. EPA ve FAO'nun balıkların insanlar tarafından tüketilmesinde ağır metaller için önerdiği kabul edilebilir sınır değerler ve bu çalışmada *C.trutta*'nın kas dokusunda belirlenen ağır metal konsantrasyonları

	Cu	Fe	Zn	Cr	Cd
EPA (mg/g)	54	410	410	4,1	1,4
FAO (mg/kg)	10,0	-	150	-	0,2
Aydıncık bölgesi (mg/kg)	0,66	13,15	12,13	*	*
Örencik Bölgesi (mg/kg)	3,23	24,96	28,46	0,0038	0,003
Ağın Bölgesi (mg/kg)	4,45	34,35	46,15	0,018	0,018

*: Cihazın ölçüm duyarlılığının altında olduğundan belirlenememiştir

KAYNAKLAR

- Abernathy, A.R., Larson, B.L. and Mathews, J.R., 1984, Heavy metals in the surficial sediments of Fontana Lake, North Carolina. *Water Research*, 18, 651-654.
- Abdel-Baky, T.E., and Zyadah, M.A., 1998, Effect of accumulation of copper, cadmium, and zinc on some biological parameters of some marine fishes from the northern region of Lake Manzalah, Egypt. *J. Egypt. Ger. Soc. Zool.*, 27 (B): 1-19.
- Abdel-Baky, T.E., Hagra, A.E., Hassan, S.H. and Zyadah, M.A., 1998, Environmental impact assessment of pollution in Lake Manzalah, I-Distribution of some heavy metals in water and sediment, *J. Egypt. Ger. Soc. Zool.*, 26(B): 25-38.
- Akçay, H., Oğuz, A. and Karapire, C., 2003, Study of heavy metal pollution and speciation in Büyük Menderes and Gediz River sediments. *Water Research*, 37, 813-822.
- Aksoy, H., Oğuz, A. ve Karapire, C., 2003, Study of heavy metal pollution and speciation in Büyük Menderes and Gediz River sediments. *Water Reseach*, 37, 813-822.
- Aksun, F. Y., 1987, Karamık Gölü'nde yaşayan Turna balıklarının (*Esox lucius*, L., 1758) üreme biyolojisi. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 11, 2, 67 – 75.
- Akyurt, İ., 1987, Almus Baraj Gölü sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758) populasyonunun gelişim durumu, boy-ağırlık ilişkisi, kondüsyon faktörü ve üreme yaşı üzerine araştırmalar. *Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3, 1, 305 – 322.
- Akyurt, İ., Aras, M. S. ve Yanar, M., 1985, Van Gölü Havzası'nda yaşayan *Chalcalburnus tarichi* (Pallas, 1881)'nin büyüme durumu, gonad gelişimi, yumurta verimliliği ile et verim özelliklerinin araştırılması. *E. B. K. Et ve Et Endüstrisi Dergisi*, 7, 43, 13 – 21.
- Alam, M.G.M., Tanaka, A., Allinson, G., Laurensen, L.J.B. and Stagnitti, F. 2002, A comparison of trace element concentrations in cultured and wild carp (*Cyprinus carpio*) of lake Kasumigaura, Japan. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 53, 348-354.
- Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, Al-Ghais, S.M., 2000, Trace metals in liver, skin, and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *The Science of the Total Environment*, 256, 87-94.
- Amundsen, P.A., Staldvik, F.J., Lukin, A.A., Kashulin, N.A., Popova, An, Y.J. and Kampbell, D.H., 1997, Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *The Science of the Total Environment*. 201, 3, 211–224.
- An, Y.J. and Kampbell, D.H., 2003, Total, dissolved, and bioavailable metals at Lake Texoma Marinas. *Environ Pollut.*, 122: 253–9.
- Angino, E.E., Gale, O.K. and Waugh, T.C., 1969, Fe, Mn, Ni, Co, Sr, Li, Zn and SiO₂ in streams of the lower Kansas River basin, *Water Resou.Res.* 5, 698-705.

- Anonim, 1988, *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği*. 19919 Sayılı Resmi Gazete..
- Anonim, 1991, *Türkiye'nin Çevre Sorunları*. Türkiye'nin Çevre Sorunları Vakfı Yayını, 4-84.
- DSİ, 1994, *Keban Baraj Gölü Limnoloji Raporu*. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü IX. Bölge Müdürlüğü Su Ürünleri Başmühendisliği, Keban-Elazığ, 137s.
- Anonim, 1997, *Türkiye'de Deri Sanayi ve Çevre*. Hazırlayan: ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Dairesi Envanteri. T.C. Çevre Bakanlığı Türkiye Çevre Atlası'96. Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 316-323.
- APHA, 1985, *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater*. 16th ed. American Public Health Assosiciation, Washington. 1268 p.
- Arnekleiv, J.V. and Storset, L., 1995, Downstream effects of mine drainage on benthos and fish in a Norwegian River: A comparison of the situation before and after river rehabilitation. *Journal of Geochemical Exploration*, 52, 1-2, 35-43.
- Ashraf, M., Tariq, J. and Jaffar, M., 1991, Contents of trace metals in fish, sediment and water from three freshwater reservoirs on the Indus River, Pakistan. *Fisheries Research*, 12 (4), 355-314.
- Andry, S., Schafer, J., Blanc, G. and Jouanneau, J.M., 2004, Fifty-year sedimentary record of heavy metal pollution (Cd, Zn, Cu, Pb) in the Lot River Reservoirs (France). *Environmental Pollution*, 132: 413-426.
- Avila-Perez, P., Bakozar, M., Zarazoa-Ortega, G., Barcelo-Quintal, I. and Diaz-Delgado, C., 1999, Heavy metal concentrations in water and bottom sediments of a Mexican reservoir. *Sci. Total Environ.*, 234, 85-196.
- Avşar, D. ve Bingel, F., 1994, A preliminary study on the reproductive biology of the sprat (*Sprattus sprattus phalericus* (Risso, 1826)) in Turkish waters of the Black Sea. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 18, 2, 77 – 85.
- Aydın, R., Çalta, M., Şen, D. and Çoban, M.Z., 2004, Relationships between fish length and otolith lenght in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7,9, 1550-1553.
- Bagenal, T. B. and Braum, E., 1978, Eggs and early life history in methods for assessment of fish production in freshwaters. (3 rd. ed.), IBP Handbook No:3, Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburg, Malbourne, 159 – 181.
- Balcı, K., Ünlü, E., Akbayın, H. ve Agüloğlu, B., 1990, Savur Çayı'ndaki *Barbus plebejus lacerta* (Heckel, 1843) ve *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un (Pisces:

- Cyprinidae*) üreme özellikleri üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 4, 2, 49 – 58.
- Balık, S.ve Alp, A., 1994, Akşehir Gölü’ndeki İnci Balığı (*Alburnus orontis*, Sauvage, 1882) popülasyonunun büyüme ve üreme özelliklerinin incelenmesi. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Hidrobiyoloji Seksiyonu, Edirne, Cilt: IV, 21 – 29.
- Barak, N.A.E. and Mason, C.F., 1990, Mercury, cadmium and lead concentration in five species of freshwater fish from Eastern England. Science of the Total Environment, 92, 257-263.
- Begum, A., Amin, M.N., Kaneco, S. and Ohta, K., 2005, Selected elemental composition of the muscle tissue of three species of fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina mrigala* and *Clarius batrachus*, from the freshwater Dhanmondi Lake in Bangladesh. Food Chemistry, 93: 439–443.
- Belinsky, D. L., Kuhnlein, H. V., Yeboah, F., Penn, A. F. and Chan, H. M., 1996, Composition of fish consumed by the James Bay Cree. Journal of Food Composition and Analysis, 9, 2, 148-162.
- Bellucci, L.G., Frignani, M., Paolucci, D. and Ravanelli, M., 2002, Distribution of heavy metal in sediments of the Venice lagoon: the role of the industrial area. Science of the Total Environment, 295, 35-49.
- Bervoets, L., Knaepkens, G., Eens, M. and Blust, R., 2005, Fish community responses to metal pollution. Environmental Pollution, 138, 338-349.
- Beyers, D.W., R,ce, J.A., Clements, W.H. and Henry, C.J., 1999, Estimating physiological cost of chemical exposure integrating energetics and stres to quantify toxic effects in fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56, 814-822.
- Bildik, M., Boybay, M., Cici, M., Solmaz, B.ve Tümen, F., 1988, Etibank Simli Kurşun Tesisleri atıklarından kaynaklanan ağır metal kirliliğinin incelenmesi. Çevre’88: Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran 1988,İzmir, 1-7.
- Biney, C., Amuzu, A. T., Calamari, D., Kaba, N., Mborne, I. L., Naeve, H., Ochumba, P. B. O., Osibanjo, O., Radegonde, V. and Saad, M. A. H., 1994, Review of heavy metals in the African aquatic environment. Ecotoxicology and Environmental Safety, 28, 2, 134-159.
- Bircan, R., 1993, Bafra Balık Gölleri’nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758)’ın üreme biyolojisi ile ilgili bir araştırma. Doğa Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi,17, 4, 291 – 297.

- Bitmiş, K. ve Şen, D. 1995, *Capoeta trutta* (Heckel, 1843), (Cyprinidae: Cypriniformes)'nın sindirim kanalı üzerinde histolojik bir araştırma. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(2), 31- 38.
- Blasco, J., Arias, A. M. and Syaenz, V., 1999, Heavy metals in organisms of the River Guadalquivir Eustary: Possible incidence of the Aznalcyollar disaster. Sci. Total Environ. 171, 1-3, 249-259.
- Bozkurt, R., 1998, Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Acanthobrama marmid* Heckel 1843, *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) ve *Carasobarbus luteus* (Heckel, 1843)'un biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 116s.
- Bozkurt, R., Şevik, R. ve Ünlü, E., 1999a, Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın büyüme özellikleri üzerinde bir araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 3(1-2): 1-10.
- Bozkurt R., Şevik, R. ve Ünlü, E., 1999b, Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın üreme özellikleri üzerine bir araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 3(1-2): 11-20.
- Bradford, G.R.Bair, F.L. and Hunsker, V., 1968, Trace and major element content of 170 High Sierra lakes in California. Limnol. Oceanogr. 13, 526-529.
- Bradford, G.R. 1971, Trace elements in the water resources of California Hilgardia, 41, 45-53.
- Brodheridge, R. M., Newton, K. E., Taggart, M. A., McCormick, P. H. and Evans, S. W., 1998, Nickel, cobalt, zinc and copper levels, n Brown Trout (*Salmo trutta*) from the River Otra, Soutern Norway. Analyst, 123, 69-72.
- Cabrera, F., Conde, B. and Flores, V., 1992, Heavy metals in the surface sediments of the tidal river Tinto (SW Spain). Fresens. Environ. Bull. 1, 400-405.
- Canlı, M., Ay, Ö. and Kalay, M., 1998, Levels of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan River, Turkey. Tr. J. of Zoology, 22: 149-157.
- Canlı, M. and Atlı, G., 2003, The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution, 121, 129-136.
- Canpolat, Ö. and Çalta, M., 2001, Comparison of some heavy metal levels in muscle taken from three different parts of *Capoeta capoeta umbla* caught in Lake Hazar (Elazığ, Turkey). Pakistan Journal of Biological Sciences, ,7, 891-892.

- Canpolat, Ö. and Çalta, M., 2003, Heavy metals in some tissue and organs of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) fish species in relation to body size, age, sex and seasons. Fresenius Environmental Bulletin, 12,9,961-966.
- Cappuyns, V. and Swennen, R., 2005, Kinetics of element release during combined oxidation and pHstat leaching of anoxic River Sediments. Applied Geochemistry, 20: 1169–1179.
- Cataldo, D., Colombo, J.C., Boltovskoy, D., Bilos, C. and Landoni, P., 2001, Environmental toxicity assessment in the Paraná River Delta (Argentina): Simultaneous evaluation of selected pollutants and mortality rates of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) early juveniles. Environmental Pollution, 112: 379-389.
- Cearetta, A., Irabien, M.J., Leorri, E., Yutsa, I., Croudace, I.W. and Candy, A.B., 2000, Recent anthropogenic impacts on the Bilbao eustary, northern Spain: geochemical and microfaunal evidence. Eustarine, Costal and Shelf Science, 50, 571-592.
- Cheng, S., 2003, Heavy metal pollution in china: origin, Pattern and Control. Environ Sci Pollut Res Int., 10 (3): 192-198.
- Chugunova, N.J., 1963, Age and growth studies in fish. Israel Program Scientific Translations. National Science Foundation, No: 610, pp:132.
- Cihangir, B. ve Uslu, B., 1992, Ege Denizi'nde hamsi balığı (*Engraulis encrasicolus* (L., 1758))'nın fekonditesi üzerine bir ön çalışma. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 16, 3, 301 – 310.
- Cihangir, B., 1995, Ege Denizi, İzmir Körfezi'nde 1989 – 1990 üreme döneminde sardalya balığı, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)'un yumurtalarının bolluk ve dağılımı. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 19, 1, 17 – 26.
- Cihangir, B., 1996, Ege Denizi'nde sardalya balığı, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)'un üremesi. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 20, 1, 33 – 50.
- Clements, W.H., and Kiffney, P.M., 1994, Assessing contaminant impacts at higher levels of biological organization. Environ. Toxicol. Chem., 13, 397-404.
- Clements, W.H., 2000, Integrating effects of contaminants across levels of biological organization an overview. J. Aquat. Ecosyst. Stres. Recovery, 7, 113-116.
- Coello, W. F. and Khan, M. A., 1996, Protection against heavy metal toxicity by mucus and scales in fish. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 30, 3, 319-326.
- Çalta, M., 1996, Early development and gill function in freshwater fish. Ph.D. Thesis. University of Nottingham. Nottingham, England, 192p.
- Çalta, M., Canpolat, Ö. ve Nacar, A., 2000, Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yakalanan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi.

- Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu, (28-30 Haziran 2000), Erzurum, 799-811.
- Çalta, M. ve Canpolat, Ö., 2002, Hazar Gölü'nde yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal miktarlarının tespiti. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 14 (1), 225-230.
- Çalta, M. and Canpolat, Ö., 2006, The comparison of three Cyprinid species in terms of heavy metal accumulation in some tissues. Water Environment Research, 78,5,548-551.
- Çetinkaya, O., 1992, Akşehir Gölü Sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758) popülasyonu üzerinde araştırmalar. II. Popülasyonun yapısı, üreme ve beslenme. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 16, 1, 30 – 42.
- Çökmez, T., 2005, Keban ve Karakaya Baraj Gölleri'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) balık türünün büyüme özelliklerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, 35s.
- Dang, Z.C., Lock, R.A.C, Flik, G. and Wendelaar Bonga, S.E., 1999, Metallothionein response in gills of *Oreochromis mossambicus* exposed to copper in freshwater. Am. Journal Physiol. 277, 320-333.
- De Boeck, G., De Smet, H. and Blust, R., 1995, The effects of sublethal levels of copper on oxygen consumption and ammonia excretion in the common carp *Cyprinus carpio*.. Aquat. Toxicol. 32, 127-141.
- De Boeck, G., Meeus, W., De Coen, W. and Blust, R., 2004, Tissue-specific Cu bioaccumulation patterns and differences in sensitivity to waterborne Cu in three freshwater fish: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), common carp (*Cyprinus carpio*) and gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquat. Toxicol. 70, 179-188.
- Del Valls, T. A., Blasco, J., Sarasquete, M. C., Forja, J. M. and Gomez-Parra, A., 1998, Evaluation of heavy metal sediment toxicity in littoral ecosystems using juveniles of the fish *Sparus aurata*. Ecotoxicol. Environ. Saf., 41, 2, 157-167.
- Demirkalp (Aksun), F. Y., 1992, Bafra Balık Gölleri (Balıkgölü – Uzungöl)'nde yaşayan *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 ve *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın üreme biyolojileri. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 16, 3, 311 – 322.
- Doğan, M., 2004, Hatay Bölgesindeki Su Kaynaklarından Alınan Balık (*Carasobarbus luteus*, HECKEL, 1843) ve Su Örneklerinde Ağır Metal Düzeyleri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay. s 60.

- Doğu, Z., 2002, Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın büyüme özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 35s.
- Dölek, A., 1998, Endüstriyel Kirlilik ve Ağır Metaller. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Çevre Semineri, (8-12 Haziran 1998), Fethiye, 220-232.
- DSİ, 1994, *Keban Baraj Gölü Limnoloji Raporu*. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü IX. Bölge Müdürlüğü, Su Ürünleri Başmühendisliği, Elazığ, 137s.
- Duman, E., 2001, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın büyüme özelliklerinin belirlenmesi. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 426-442, Hatay.
- Duman, E., 1993, Keban Baraj Gölünde yaşayan *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel, 1843), *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) ve *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann, 1840) tür ve alttürlerinin biyo-ekolojik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 85s.
- Duman, E., 2004, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* Heckel, 1843'ün üreme biyolojisi, F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1), 145 – 150s.
- Durum, W.H. and Haffty, J., 1961, Occurrence of minor elements in water. US Geol. Surv. Circ. 445, 11pp.
- Durum, W.H., Hem, J.D., Heidel, S.C., 1971, Reconnaissance of selected minor elements surface waters of the United States. US. Geol. Surv. Circ. 643, 49pp.
- Düşükcan, M., 2005, *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın Keban, Karakaya ve Atatürk Baraj Gölleri'ndeki Populasyonlarının Üreme Biyolojisi. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, 101s.
- Eastwood, S. and Couture, P., 2002, Seasonal Variations in Condition and Liver Metal Concentrations of Yellow Perch (*Perca flavescens*) from a Metal-Contaminated Environment. Aquatic Toxicology, 58: 43-56.
- Ekiz, E. İ.; Özer, D. ve Çağlar, A. 1988, Keban Baraj Gölü yüzey sularının kirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 13-15 Ekim 1988, Elazığ, 103-107.
- Ekmekçi (Atalay), F. G. ve Erk'akan, F., 1992, Sarıyar Baraj Gölü'nde yaşayan *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840)'nın bazı büyüme ve üreme özellikleri. Doğa Türk Zooloji, 16, 3, 323 – 341.

- Emami Khansari, F., Ghazi-Khansari, M. and Abdollahi, M., 2005, Heavy metals content of canned Tuna fish. *Food Chemistry*, 93, 293-296. A guide for citizens, Students and Communities in Atlantic Canada, 101p.
- Environmental Canada, 1994, Monitoring Surface Water Quality.
- Etim, L., King, R. P. and Udo, M. T., 2002, Breeding, growth and mortality of the mudskipper *Periophthalmus barbarus* (L., 1766) (Teleostei: Gobiidae) in the Imo River estuary, Nigeria. *Fisheries Research*, 56, 3, 227 – 238.
- Evans, D.W., Dodoo, D.K. and Hanson, D.I., 1993, Trace elements concentrations in fish livers implications of variations with fish size in pollution monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 26, 6, 329-534.
- Evtushenko, N. Y., 1996, Microelements bioaccumulation in organs and tissues of fish of different nutrition type (under conditions of warm-water growing up). *Hydrobiol J.* 32, 3, 89-100.
- Farag, A. M., May, T., Marty, G. D., Easton, M., Harper, D. D., Little, E. E. and Cleveland, L., 2006, The effect of chronic chromium exposure on the health of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquatic Toxicology*, 76, 246-257.
- Farkas, A., Salánki, J. and Varanka, I., 2000, Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 5, 271-279.
- Farkas, A., Salánki, J. and Specziár, A., 2002, Relation between growth and the heavy metal concentration in organs of bream *Abramis brama* L. populating Lake Balaton. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 43, 236-243.
- Farkas, A., Salánki, J. and Specziár, A., 2003, Age- and size specific patterns of heavy Metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L., populating a low contaminated site. *Water Research*, 37, 5, 959-964.
- Filgueiras, A., Lavilla, I. and Bendicho, C., 2004, Evaluation of distribution, mobility and binding behaviour of heavy metals in surficial sediments of Louro River (Galicia, Spain) using chemometric analysis: A case study. *Science of the Total Environment*, 330, 115-129.
- Filipovic, V. and Raspor, B., 2003, Metallothionein and metal levels in cytosol of liver, kidney and brain in relation to growth parameters of *Mullus surmuletus* and *Liza aurata* from the Eastern Adriatic Sea. *Water Research*, 37, 3253-3261.
- Flik, G., Stouthart, A.J.H.X., Tom Spanings, F.A., Lock, R.A.C. Fenwick, J.C. and Wendelaar Bonga, S.E., 2002, Stress response to waterborne Cu during early life stages of carp, *Cyprinus carpio*. *Aquatic Toxicology*, 56, 167-176.

- Förstner, U. and Prosi, F., 1979, Heavy metal pollution in freshwater ecosystems. In: O. Ravera (ed), Biological Aspect of Fish Water Pollution, 129-159.
- Förstner, U. and Wittmann, G. T. W. 1983, Metal Pollution in the Aquatic Environments. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 486p.
- Fricke, K. and Werner, H., 1957, Geochemische Untersuchungen von Mineralwässern auf Kupfer; Blei und Zink in Nordrhein-Westfalen und angrenzenden Gebieten. Heilbad Kurort, pp 45-46.
- Gemici, Ü. and Oyman, T., 2003, The influence of the abandoned Kalecik Hg mine on water and stream sediments (Karaburun, İzmir, Turkey). The Science of the Total Environment 312, 155-166.
- Ginneken, L. V., Chowdhury, M. J. and Blust, R., 1999, Ability of cadmium and zinc to the common carp *Cyprinus carpio*, in complexing environments a test for the validity of the free ion activity model. Environmental Toxicology and Chemistry, 18, 2295-2304.
- Göksu M.Z.L., Çevik, F., Fındık F. ve Sarıhan, E., 2003, Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt 20, Sayı (1-2): 69 – 74 ISSN 1300 – 1590.
- Gül, A., Yılmaz, M. ve Solak, K., 1996, Fırat Nehri Tohma Suyu'nda yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın büyüme özellikleri, Türk Zooloji Dergisi. Cilt: 20, Ek sayı, 177-185.
- Gül, H. ve Sabuncu, H., 1988, Deri sanayiinde kullanılan kimyasal maddeler ve çevre sağlığı sorunları. Çevre'88: Dördüncü Bilimsel ve Teknik Çevre Kongresi, 5-9 Haziran 1988, İzmir, 1-8.
- Gümgüm, B., Ünlü, E., Tez, Z. and Gülsün, Z. 1994, Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris River in Turkey. Chemosphere, 29,111-116.
- Hakanson, L., 1984, Metals in fish and sediment from the River Kolbackson water system, Sweden. Arc. Hydrobiol., 101, 373-400.
- Harnung, H. and Kress, N., 1990, Trace metals in three species of fish of the Mullidae family from the Mediterranean Coast, Israel. Israel J. Zool., 20, 1-39, 244.
- Heath, A. G., 1995, *Water Pollution and Fish Physiology*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 359p.
- Heide, F. and Singer, E., 1954, Der Gehalt des Saalewassers an blei und Quecksilber. Naturwissenschaften. 44: 441.

- Heyl, K.E., 1954, Hydrochemische untersuchungen im gebiet des Siegerlander Erzbegbous. Thesis, Univ. Heidelberg, 72 pp.
- Hem, J.D., 1986, Study and interpredationof the chemical characterixtics of natural waters. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper, 2254, 263p.
- Hotos, G. N., Avramidou, D. and Ondrias, I., 2000, Reproduction biology of *Liza aurata* (Risso, 1810) (Pisces Mugilidae) in the lagoon of Klisova (Messolonghi, W. Greece). Fisheries Research, 47, 57 – 67.
- Hudson, P.V., 1990, Indicators of ecosystem health at the species level and the example of selenium effects on fish. Environ. Monit. Assess, 15, 241-254.
- Hudson- Edwards, K. A., Macklin, M. G. and Taylor, M.P. 1999. 2000 years of sediment-borne heavy metal storage in the Yorkshire Ouse basin, NE England, UK. Hydrological Processes, 13, 1087-1102.
- Huff, LC., 1948, A sensitive field test for heavy metals in water. Econ Geol. 43, 675-681.
- Ikem, A., Egiebor, N.O. and Nyavor, K., 2003, Trace elements in water, fish and sediment from Tuskegee Lake, Southeastern USA. Water, Air and Soil Pollution, 149, 51-75.
- Ikem, A. and Egiebor, N.O., 2005, Assessment of trace element in canned fish (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). Jornal of Food Composition and Analyses, 18, 771-787.
- Ip, C.C.M., Li, X.D., Zhang G., Wong, C.S.C. and Zhang, W.L., 2005. Heavy metal and Pb isotopic compositions of aquatic organisms in the Pearl River Estuary, South China. Environmental Pollution, 138,3,494-504.
- İşık, O., 1994, Keban Baraj Gölü’nde yaşayan *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel, 1843) ve *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)’nın mortalite ve yaşama oranlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 20s.
- İşmen, A. ve Bingel, F., 1994, Türkiye’nin Doğu Karadeniz kıyısındaki mezgıt balığının (*Merlangius merlangus euxinus*) üreme biyolojisi üzerine bir ön çalışma. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Hidrobiyoloji Seksiyonu, Edirne, Cilt: IV, 71 – 79.
- İşmen, A., Yıldırım, Y. ve İşmen, P., 2000, Doğu Karadeniz’de Barbunya (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) balığının büyüme özellikleri ve üreme biyolojisi. Su Ürünleri Sempozyumu Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, 342 – 356.
- İşmen, A., 2003, Maturity and fecundity of lizardfish (*Saurida undosquamis* Richardson, 1848) in İskenderun Bay (Eastern Mediterranean). Doğa Türk Zooloji Dergisi, 27, 3, 231 – 238.

- Jeng, S. S., Wang, J. T. and Sun, L.T., 1999, Zinc and zinc binding substances in the tissues of common carp. *Comparative Biochemistry and Physiology (B)*, 122, 461-468.
- Johnston, R., 1976, *Marine Pollution*. Academic Press. London, 185-290.
- Jung, M.C., 2001, Heavy metal contamination of soils and waters and around the Imchean Au-Ag mine, Korea. *Appl. Geochem.* 16, 1369-1375.
- Kalay, M. ve Erdem, C., 1995, Bakırın *Tilapia nilotica* (L.)’da karaciğer, böbrek, solungaç kas, beyin ve kan dokularındaki birikimi ile bazı kan parametreleri üzerine etkileri. *Tr. J.of Zoology*, 19, 27-33.
- Kalkan, E., 1998, Karakaya Baraj Gölü’nde yaşayan ekonomik öneme sahip dört cyprinid [*Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843), *Capoeta trutta* (Heckel, 1843), *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758) ve *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)] populasyonunun bazı büyüme ve üreme özellikleri, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 37 – 57s.
- Kalkan, E., Erdemli, A. Ü. ve Yılmaz, M., 2000, Karakaya Baraj Gölü (Malatya)’nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)’nın biyolojik özelliklerinin incelenmesi. XV. Ulusal Biyoloji Kongresi. Ankara.
- Kamilov, B. G., Salihov, T. V. ve Al Madjid, Z., 1994, Reproductive capacity of Silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.) from the River Syrdarya in Uzbekistan. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 18, 1, 111 – 114.
- Kanamori, S. and Sugawara, K., 1965, Geochemical study of arsenic in natural waters. *J. Earth*
- Karabatak, M., 1988, Akşehir (Konya) Gölünde Turna (*Esox lucius* L. 1758) balıklarının üremesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 2, 1, 205 – 223.
- Karadede, H., Cengiz, E. ve Ünlü, E., 1997, Atatürk Baraj Gölü’ndeki *Mastacembelus simack* (Walbaum, 1793)’da ağır metal birikiminin incelenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (17-19 Eylül 1997), Eğirdir, Isparta, 399-407.
- Karadede, H. ve Ünlü, E., 1998, Atatürk Baraj Gölü’ndeki *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843, (Cyprinidae)’da ağır metal birikiminin incelenmesi. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, (7-10 Eylül 1998), Samsun, 181-190.
- Karadede, H. and Ünlü, E., 2000, Concentrations of some heavy metals in water, sediment. and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euprates) in Turkey. *Chemosphere*, 41,1371-1376.

- Karadede, H., Oymak, S.A. and Ünlü E., 2004, Heavy Metals in Mullet, Liza abu, and Catfish, *Silurus triostegus*, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environment International*, 30: 183– 188.
- Karapire, C., 1998, Determination of some trace elements in Gediz River sediments. Graduate School of Naturel and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, The Degree of Master Science.
- Kargın, F. ve Erdem, C., 1991, *Cyprinus carpio*'da bakırın karaciğer, dalak, mide, barsak, solungaç ve kas dokularındaki birikimi. *Tr. J. of Zoology*, 15, 306-314.
- Kargın, F. ve Erdem, C., 1992, Bakır-çinko etkileşiminde *Tilapia nilotica* (L.)'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi. *Tr. J. of Zoology*, 16, 343-348.
- Kaya, M.; Alkan, C. ve Çetintaş, A., 1988, Dicle Nehri Ağır Metal Kirlenmesi. Fırat Üniversitesi, Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 13-15 Ekim 1988, Elazığ, 190-194.
- Kirby, J., Maher, W. and Krikowa, F., 2001, Selenium, Cadmium, Copper, and Zinc Concentrations in Sediments and Mullet (*Mugil Cephalus*) from the Southern Basin of Lake Macquarie, NSW, Australia. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 40, 246-256.
- Kiptoo, J.K. and Ngila, C., 2005, Voltammetric evaluation of binding availabilities of tannery effluents by competing ligand exchange method using model solutions of Cr (VI), Ni (II), Cu (II) and Pb (II). *Chemical Speciation and Bioavailability*, 17, 3, 103-108.
- Komovalev, G.S., 1959, Removal of microelements by the principal rivers of the USSR, *Dokl. Akad. Nauk USSR*. 129, 1034-1038.
- Kontorovich, A.E., Sadikov, M.A. and Shvartsen, S.L., 1963. Abundances of certain elements in the surface and groundwaters of the Northwestern part of the Siberian Platform. *Dokl. Akad. Nauk USSR*, 149, 168-173.
- Lagler, K. F., 1956, *Freshwater Fishery Biology*. W. M. C. Brown Company, Publishers Dubuque, Iowa, 421 p.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. and Passino, D. R. M., 1977, *Ichthyology*. John Wiley and Sons, Newyork, 506 p.
- Lall, S. P., 1989, The Minerals. In: J. E. Halver., (ed), *Fish Nutrition*. Academic Press Inc. Sandiago, USA, 219-256.
- Landajo, A., Arana G., Diego, A.D., Etzebarria N., Zuloaga, O. and Amouroux, D., 2004, Analysis of Heavy Metal Distribution in Superficial Estuarine Sediments (Estuary of Bilbao, Basque Country) by Open-Focused Microwave-Assisted Extraction and ICP-OES. *Chemosphere* 56: 1033–1041.

- Lee, Y. H. and Stuebing, R. B., 1990, Heavy metal contamination in the River Toad. *Bufo juxtosper* (Inger) near a copper mine in East Malaysia. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 45, 272-279.
- Lee, S.V. and Cundy, A.B., 2001, Heavy metal contamination and mixing processes in sediments from the Humber Eustary, Eastern England. Euarine, Coastal and Shelf Science, 53, 619-636.
- Lee, C.H., 2003, Assessment of contamination load on water, soil and sediment affected by the Kongjujeil mine drainage, Republic of Korea. Environmental Geology International Journal of Geosciences, 44, 5, 501-515.
- Li, J., Quabius, E.S., Wendelaar Bonga, S.E., Flik, G. and Lock, R.A.S., 1998, Effects of water-borne copper on branchial chloride cells and Na⁺/K⁺-ATPase activities in Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquatic Toxicology, 43, 1-11.
- Liaghati, T., Proda, M. and Malcolm, C., 2003, Heavy metal distribution and controlling factors within coastal plain sediments, Bell Creek catchment, Southeast Queensland, Australia. Environment International, 29, 935-948.
- Linde, A. R., Sanchez- Galan, S., Klein, D., Garcia-Vazquez, E. and Summer, K. H., 1999, Metallothionein and heavy metals in brown trout (*Salmo trutta*) and european eel (*Anguilla anguilla*): A comparative study. Ecotoxicology and Environmental Safety, 44, 2, 168-173.
- Linnik, P.M. and Zubenko, I.B., 2000, Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy metal compounds. Lakes and Reservoirs: Research and Management, 6, 1, 11-
- Linstedt, K.D. and Kruger, P., 1969, Vanadium concentrations in Colorado River basin waters. J. Am. Water Works Assoc. 61, 85-88.
- Livingstone, D.A., 1963, Chemical composition of rivers and lakes. In: fleischer M (ed) Data of Geochemistry. Geol. Surv. Prof. Pap, 440-G: 64pp.
- Lorenzoni, M., Dörr, A. J. M., Erra, R., Giovinazzo, G., Mearelli, M. and Selvi, S., 2002, Growth and reproduction of largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepede, 1802) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). Fisheries Research, 56, 1, 89 – 95.
- Luckenbach, T., Triebkorn, R., Müller, E. and Oberemm, A., 2001, Toxicity of waters from two streams to early life stages of Brown trout (*Salmo trutta f. Fario* L.) tested under semi-field conditions. Chemosphere, 45, 571-579.

- Lukin, A., Dauvacter, V., Kashulin, O., Yakovlev, V., Sharov, A. and Vandysh, O., 2003, Assessment of copper-nickel industry impact on a subarctic lake ecosystem. *The Science of the Total Environment*, 306, 73-83.
- Maanan, M., Zourarah, B., Carruesco, C., Aajjane, A. and Naud, J., 2004, Distribution of heavy metals in Sidi Moussa lagoon sediments (Atlantic Moroccan Coast). *Journal of African Earth Sciences*, 39 (3-5), 473-484.
- Maes, G.E., Raeymaekers, J.A.M., Pampoulie, C., Seynaeve, A., Goemans, G., Belpaire, C. and Volckaert, F.A.M., 2005, The catadromous european eel *Anguilla anguilla* (L.) as a model for freshwater evolutionary ecotoxicology: Relationship between heavy metal bioaccumulation, condition and genetic variability. *Aquatic Toxicology*, 73: 99–114.
- Mansour, S.A. and Sidky, M.M., 2002, Ecotoxicological studies, 3. Heavy metals contaminating water and fish from Fayoum Governorate, Egypt. *Food Chemistry*, 78, 15-22.
- Marcovecchio, J.E., 2004, The use of *Micropogonias furnieri* and *Mugil liza* as bioindicators of heavy metals pollution in La Plata River Estuary, Argentina. *Science Of The Total Environment*, 323: 219-226,
- Mason, R. P., Laporte, J. M. and nders, S., 2000, Factor controlling the bioaccumulation of mercury, methylmercury arsenic, selenium and cadmium by freshwater invertebrates and fish. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 38, 283-297.
- Mathis, B.J. and Cummings, T.F., 1973, Selected metals in sediments, water and biota in the Illinois River. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 45, 1573-1583.
- Mathiyalagan, A., Reddy, P.K. and Lam, T.J., 1996, Effects of cortisol on growth and development in Tilapia larvae, *Oreochromis mossambicus*. *Fish Physiol. Biochem.*, 15, 453-459.
- McCoy, C. P., O'Hara, T. M., Bennett, L. W., Boyle, C. R. and Lynn, B., 1995, Liver and kidney concentrations of zinc, copper, and cadmium in channel catfish (*Ictalurus punctatus*); variations due to size, season and health status. *Toxicol.*, 37, 1, 11-14.
- McGeer, J.C., Szebedinsky, C., McDonald, D.G. and Wood, C.M. 2000, Effects of chronic sublethal exposure to waterborne Cu, Cd or Zn in rainbow trout I: iono-regulatory disturbance and metabolic costs. *Aquat. Toxicol.* 50, 231-243.
- Merrill, J.R., Lyden, E.F.X., Honda, M. and Arnold, J.R., 1960, The sedimentary geochemistry the beryllium isotopes. *Geochim. Acta*, 18, 108-129.
- Mills, E.L. and Oglesby, R.T., 1971, Five trace elements and vitamin B12 in Cayuga lake, New York, *Proc. 14th Conf. Great Lakes Res.* 256-267.

- Moiseenko, T.S. and Kudryavtseva, L.P., 2001, Trace metals accumulation and fish pathologies in areas affected by mining and metallurgical enterprises in the Kola Region, Russia. *Environmental Pollution*, 114, 285-297.
- Moore, J.A. and Miner, J.R., 1997, Stream temperatures. Oregon State University, Oregon, 6p.
- Morillo, J., Usera, J. and Gracia, I., 2004, Heavy metal distribution in marine sediments from the southwest coast of Spain. *Chemosphere*, 55, 431-442.
- Morita, Y., 1955, Distribution of copper and zinc in various phases of the earth materials. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.* 3, 33-45.
- Moss, B., 1980, *Ecology of Freshwater*. Blackwell Scientific Publications, 332p.
- Munksgaard, N.C., Lim, K. and Parry, D.L., 2003, Rare earth elements as provenance indicators in North Australian estuarine and coastal marine sediments. *Euarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 399-409.
- Nguyen, H.L., Leermakers, M., Osan, J., Török, S. and Baeyens, W., 2005. Heavy metals in Lake Balaton: Water column, suspended matter, sediment and biota. *Science of the Total Environment*, 340: 213– 230.
- Okonkwo J.O. and Mothiba, M., 2005, Physico-chemical characteristics and pollution levels of heavy metals in the Rivers in Thohoyandou, South Africa. *Journal of Hydrology*, 308: 122–127.
- Olsson, P. E., 1998, Disorders associated with heavy metal pollution. In: J. F. Leatherland and P. T. K. Woo (eds), *Fish Diseases and Disorders*, CABI Publishing, Newyork, USA., 105-131.
- Olsvik, P. A., Gundersen, P., Andersen, R. A. and Zachariassen, K. E., 2000, Metal accumulation and metallothionein in two populations of brown trout, *Salmo trutta*, exposed to different natural water environments during a run-off episode. *Aquatic Toxicology*, 50 (4), 301-316.
- Otero, X.L., Huerta-Diaz, M.A. and Macias, F., 2003, Influence of a turbidite deposit on the extent on the extent of pyritization of iron, manganese and trace metals in sediments from the Guaymas Basin, Gulf of California (Mexico). *Applied Geochemistry*, 18, 1149-1163.
- Ozan, S., Gürsu, M. F., Sarıeyüpoğlu, M. ve Gülen, Ş., 1994, Su kirlenmesinin Elazığ Keban Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın farklı organlarındaki arginaz aktivitelerine etkisini. *Tr. J. of Zoology* 18, 7-10.

- Özdemir, N. ve Kabukçu, M. A., 1982, Keban Baraj Gölü'nde bulunan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın boy-ağırlık ilişkisi, kondüsyon faktörü ve üreme periyodu üzerine araştırmalar. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, Cilt: 7, No. 1-2, 139-150.
- Özdemir, N. ve Şen, D., 1983, Keban Baraj Gölü'nde bulunan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın pul, otolit ve operkulumundan karşılaştırmalı yaş tayini çalışmaları. Et ve Balık Endüstrisi Dergisi, 6,35,15-22.
- Özdemir, N., 1988, Elazığ şehir kanalizasyonunun Keban Barajı'na boşaldığı yer ve çevresinde meydana getirdiği kirlilik ile bunun su ürünleri bakımından olumsuz etkileri. Fırat Üniversitesi Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 13-15 Ekim 1988, Elazığ, 315-317.
- Özdemir, N., 1991, Çıldır Gölü'nün balık türleri üzerinde bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 1, 2, 71 – 84.
- Özkan, F., Göçer, M., Karayakar, F., Koyuncu, E., Dönmez, E. ve Sağlamtimur, B., 1997, Mersin yöresinde ekonomik değere sahip çipura (*Sparus aurata* L., 1758), barbun (*Mullus barbatus* L., 1758) ve kefal (*Mugil cephalus* L., 1758) türlerinde bakır, çinko ve kadmiyum birikimi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (17-19 Eylül 1997), Eğirdir, Isparta, 419-425.
- Özmen, H., Külahcı, F., Çukurovalı, A. and Doğru, M., 2004, Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). Chemosphere, 55,401-408.
- Öztaş, H., 1989, A study the reproduction biology of chub (*Leuciscus cephalus*, L.) in Müceldi stream in East Anatolien. Doğa Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi. 13, 2, 171 – 179.
- Öztürk, M., Bat, L. ve Öztürk, M., 1995, Altinkaya Barajı'nda (Samsun) yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 türünün çeşitli organ ve dokularındaki bazı ağır metallerin birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri, (11-13 Eylül 1995), Ankara, 650-667.
- Öztürk, M., Bat, L. ve Öztürk, M., 1995, Altinkaya Barajı'nda (Samsun) yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 türünün çeşitli organ ve dokularındaki bazı ağır metallerin birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri, (11-13 Eylül 1995), Ankara, 650-667.
- Öztürk, S., Emiroğlu, S., Girgin, A. ve Şen, D., 1997, Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın yaş tayininde en iyi okunan kemiksi yapılarının belirlenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildiriler, Eğirdir/Isparta, 193-198.

- Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D. and Kalfakakou, V., 2004, Copper and zinc in four freshwater fish species from lake Parnuotis (Greece). *Environment International*, 30, 357-362.
- Pehlivan, D.; Özçelik, S. ve Yörük, S. 1988, Deterjan aktif maddesinin Keban Baraj Gölü suyunda biyolojik yolla parçalanması. Fırat Üniversitesi Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 13-15 Ekim 1988, Elazığ, 319-328.
- Peplow, D. and Edmonds, R., 2005, The effects of mine waste contamination at multiple levels of biological organization. *Ecological Engineering* 24, 101-119.
- Perry, J. and Vanderklein, E., 1996, Water quality management of a natural resource. Blackwell Science, 639p.
- Polat, N., 1987, Age determination of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) in Keban Dam Lake. *Doğa Tr. J. of Zoology*. Vol. 11, Num. 3, 155-160.
- Popek, W., Dietrich, G., Glogowski, J., Demska-Zakes, K., Drag-Kozak, E., Sionkowski, J., Luszczyk-Trojan, E., Epler, P., Demianowicz, W., Sarosiek, B., Kowalski, R., Jankun, M., Zakes, Z., Krol, J., Czerniak, S. and Szczepkowski, M. 2006, Influence of heavy metals and 4-nonylphenol on reproductive function in fish. *Reproductive Biology*. 6,1, 175-188.
- Popek, W., Epler, P., Bieniatz, K., and Sokolowska-Mikolajczyk, M. 1997, Contribution of factors regulating melatonin release from pineal gland of carp (*Cyprinus carpio* L.) in normal and in polluted environments. *Archives of Polish Fisheries*, 5, 59-75.
- Popek, W., Rosciszewska, M., Biorowiec, F., and Drag-Kozak, E. 2003, Influence of zinc and copper on development and maturation of gold fish ovaries (in Polish). *Annals of Animal Science*. Suppl. 17, 683-687.
- Proctor, P.D., Kışvarsanyi, G., Garrison, E. and Williams, A., 1973, Heavy metal content of surface and groundwaters of the Springfield-Joplin areas, Missouri. In: Hemphill DD (ed) *Trace Substances in Environmental Health*, Univ. Mo. Vol: VII, 63-73.
- Rajotte, J.W. and Couture, P., 2002, Effects of environmental metal contamination on the condition, swimming performance, and tissue metabolic capacities of wild yellow perch (*Perca flavescens*). *Can. F. Fish. Aquat. Sci.*, 59, 1296-1304.
- Rashed, M.N., 2001, Monitoring of environmental heavy metal in fish from Nasser Lake. *Environment International*, 27: 27-33.
- Riba, I., Casado-Martinez, M.C., Blasco, J. and DelValls, T.A., 2004, Bioavailability of heavy metals bound to sediments affected by a mining spill using *Solea senegalensis* and *Scrobicularia plana*. *Marine Environmental Research*, 58,395-399.

- Riba, I., Blasco, J., Jimenez-Tenorio, N. and DelValls, A., 2005a, Heavy metal bioavailability and effects: I. Bioaccumulation caused by mining activities in the Gulf of Cadiz (SW, Spain). *Chemosphere*, 58,659-669.
- Riba, I., Blasco, J., Jimenez-Tenorio, N. and DelValls, A., 2005b, Heavy metal bioavailability and effects: II. Histopathology-bioaccumulation relationships caused by mining activities in the Gulf of Cadiz (SW, Spain). *Chemosphere*, 58,671-682.
- Robbins, J.A., Landstrom, E. and Wahlgren, M., 1972, Tributary inputs of soluble trace metals to lake Michigan. *Proc. 15th Conf. Great lakes Res.* 270-290.
- Rosales-Hoz, L., Cundy, A.B. and Bahena-Manjarrez, J.L., 2003, Heavy metals in sediment cores from a tropical estuary affected by anthropogenic discharges: Cotzacoalcos estuary, Mexico. *Costal and Shelf Science*, 58, 117-126.
- Rubio, B., Nombela, M.A. and Vilas, F., 2000, Geochemistry of Major and Trace Elements in Sediments of the Ría De Vigo (NW Spain): an Assessment of Metal Pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 11, 968-980.
- Rurangwa, H., Roelants, I., Huyskens, G., Ebrahimi, M. and Kime, D. E. 1998, The minimum effective spermatozoa to egg ratio for artificial insemination and the effects of mercury on sperm motility and fertilization ability in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology*, 53, 402-413.
- Sağlam, N.,2003, *Su Ürünleri Mevzuatı*.Üniversite Yayınevi, Elazığ, 281s.
- Sağlam, N. ve Sarıeyyüpoğlu, M., 2002, *Capoeta trutta*'da rastlanılan *Neoechinorhynchus rutili*'nin (Acanthocephala) incelenmesi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi* 26, 329-331.
- Salomons, W., 1995, Environmental impact of metals derived from mining activities:processess, predictions, prevention. *J. Geochem. Explor.* 52, 5-23.
- Sarıeyyüpoğlu, M. ve Say, H., 1991, Elazığ şehir kanalizasyonunun Keban Baraj Gölü'ne döküldüğü bölgeden yakalanan *Barbus capito pectoralis*'de ağır metal birikimlerinin araştırılması. *E. Ü. Su Ürünleri Sempozyum Kitabı*, (12-14 Kasım 1991), İzmir, 121-130.
- Schuhmacher, M., Domingo, J.L., Corbella, J. and Bosque, M.A., 1992, Heavy metals in marine species from the Terragona Coast, Spain. *Total Environment Sci. Health A*, 27,7, 1939-1948.
- Scott, G.R. and Sloman, K.A., 2004, The effects of environmental pollutants on complex fish behaviour: Integrating behavioural and physiological indicators of toxicity. *Aquatic Toxicology*, 68, 369-392.

- Seng, C.E., Lim, P.E., Chong, P.K. and Wong., L.M., 1995, Heavy metal pollution and waters of the Penang River, Malaysia. *Water Qual. Res. J. Canada*, 30 (1): 39-43.
- Sinokrot, B.A. and Gulliver, J.S., 2000, In-stream flow impact on river water temperatures. *Journal of Hydraulic Research*, 38, 5, 339-350.
- Singh, K.P., Mohan, D., Singh, V.K. and Malik, A., 2005, Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti River sediments-a tributary of the Ganges, India. *Journal of Hydrology*, 312,1-4,14-27.
- Silvey, W.D., 1967, Occurrence of selected minor elements in the waters of California. US Geol. Surv. Water Supply Pap, 1535-L: 17pp.
- Spencer, K.L., Cundy, A.B. and Croudace, I.W., 2003, Heavy metal distribution and early-diagnosis in salt marsh sediments from the Medway Estuary, Kent, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 43-54.
- Spry, D. and Wiener, G., 1991, Metal bioavailability and toxicity to fish in low-alkalinity lakes a critical review. *Environmental Pollution*, 71, 243-304.
- Stead-Dexter, K. and Ward, N.I., 2004, Mobility of heavy Metals within freshwater sediments affected by motorway Stormwater. *Science of the Total Environment* 334– 335: 271–277.
- Stouthart, A.J.H.X., Haans, J.L.M., Lock, R.A.C. and Wedelaar Bonga, S.E., 1996, Effects of low water pH on copper toxicity to early life stages of the common carp (*cyprinus carpio*). *Environ. Toxicol. Chem.*, 15, 376-383.
- Sugawara, K., and Okabe, S., 1960, Geochemistry of molybdenum in natural waters. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.* 8, 93-107.
- Sugawara, K., Naito, H. and Yamada, S., 1956, Geochemistry of vanadium in natural waters. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.* 4,44-61.
- Szczerbik, P., Mikolajczyk, T., Sokolowska-Mikolajezyk, M., Socha, M., Chyb, J. and Epler, P. 2005, Influence of long-term exposure to dietary cadmium on growth, maturation and reproduction of goldfish (subspecies Prussian carp *Carassius auratus gibelio* B.). *Aquatic Toxicology*, 77, 126-135.
- Szymanowska, A., Samecka-Cymerman, A. and Kempes, A.J., 1999, Heavy metals in three lakes in west Poland. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 43, 21-29.
- Şahin, T. ve Akbulut, B., 1997, Some population aspects of whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordmann, 1840) in the Eastern Black Sea coast of Turkey. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 21, 2, 187 – 193.

- Şahin, T., Genç, Y. ve Okur, H., 1997, Karadeniz'in Türkiye sularındaki İstavrit (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aliev) populasyonunun gelişme ve üreme özelliklerinin incelenmesi. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 21, 3, 321 – 327.
- Şeker, E., Köprücü, K., Ural, M., Gür, F. ve Sarıeyyüpoğlu, M., 2000, Keban Baraj Gölü'ndeki tatlısu midyesi *Unio elongatulus eucirrus*'da bazı ağır metal birikimi. Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi, İzmir, 16, 3-4., 319-326.
- Şeker, E., Özmen, H. ve Aksoy, Ş., 1998, Elazığ Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da ağır metal birikimlerinin araştırılması. F. Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 10(2), 13-20.
- Şen, D., Polat, N. ve Ayaz, Y., 1987, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta*(Heckel, 1843)'nın sindirim sistemi muhteviyatı. Elazığ Bölgesi Vet. Hek. Odası Dergisi, Cilt: 2, Sayı 2-3, 53-58.
- Şevik, R., 1995, Aşağı Fırat Suları'nda yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın büyüme durumu ve üreme özellikleri üzerine araştırmalar. I. Su Ürünleri Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Su Ürünleri Bölümü, Erzurum, 172 – 200.
- Şevik, R., 1997, Atatürk Barajı Suriye sınırı arasındaki sularda (Fırat) yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un büyüme özellikleri üzerine bir araştırma. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, İzmir, 555-561.
- Taşdemir, M. ve Göksu Z.L., 2001, Asi Nehri'nin (Hatay, Türkiye) Bazı Su Kalite Özellikleri. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 18(1-2): 55-64.
- Tellioglu, A., Çatla, M., Çoban, M.Z. and Şen, D., 2004, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un sindirim sistemiği içeriği, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16,4,623-632.
- Timmermans, K. B., Van Hattum, B., Kraak, M. K. S. and Davids, C., 1989, Trace metals in a littoral foodweb: concentrations in organisms, sediment and water. The Science of the Total Environment, 87-88, 477-494.
- Tkatcheva, V., Hyvarinen, H., Kukkonen, I., Ryzhkov, L.P. and Holopainen, I.J., 2004, Toxic effects of mining effluents on fish gills in a subarctic lake system in NW Russia. Ecotoxicology and Environmental Safety, 57, 279-289.
- Tomasini Collart, J. A. and Quignard, J. P., 1996, Female reproductive biology of the sand smelt in brackish lagoons of Southern France. Journal of Fish Biolgy, 49, 4, 594 – 612.
- Topkaya, B., Şen, B., Alp, M.T.A. ve Özrenk; F., 1997, Keban Baraj Gölü'nün çok amaçlı kullanımı ve ortaya çıkabilecek sorunlar. IX: Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir/Isparta, 466-474.

- Töre, G.Y., Kara, N., Ubay Çokgör, E. ve Orhan, D., 2004, Çorlu Deri Organize Sanayi Bölgesi üretim profili ve atık sularının biyolojik arıtılabilirlik esaslı karakterizasyonu. SKKD, 4,2, 16-22.
- TSE, 1997. Institution of Turkish Standards, Annual progress Report.
- Turekian, K.K. and Kleinkopf, M.D., 1956, Estimates of the average abundances of Cu, Mn, Pb, Ti, Ni and Cr in surface waters. Maine Bull. Geol. Soc. Am. 67, 1129-1132.
- Turekian, K.K., Harriss, R.C. and Johnson, D.G., 1967, The variations of Si, Na, Ca, Sr, Ba, Co, and Ag in the neuse River, North Carolina. Limnol. Oceanogr., 12, 702-706.
- Turgut, C., 2003, The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in Küçük Menderes River in Turkey. Environ. Int, 29: 29-32.
- Tuz, K., 2001, Keban Baraj Gölü'nün Koçkale bölgesinden yakalanan *Capoeta trutta*'da hepatit A, B, C virüslerinin aranması. Yüksek lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 21s.
- Türkmen, A., 2003, İskenderun Körfezi'nde deniz suyu, askıdaki katı madde, sediment ve Dikenli Taş İstiridyesi'nde (*Spondylus Spinosus* Schreibers, 1793) oluşan ağır metal birikimi üzerine araştırma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, s 152.
- Türkmen, M., 2000, İskenderun Körfezi'nde yaşayan çizgili mercan-mırmır *Lithognathus mormyrus* L., 1758, türünün üreme biyolojisi. Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, Erzurum, 99 – 112.
- Tüzen, M., 2003, Determination of trace metals in the River Yeşilırmak sediments in Tokat, Turkey using sequential extraction procedure. Microchemical Journal, 74, 105-110.
- Udodov, P.A. and Parlov, Y.U.S., 1961, Certain regularities of migration of metals in natural waters. Geochemistry, 8, 763-769.
- UNEP, 1984, Determination of Total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected Marine Organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 11 Rev. 1
- Ural, M., 2004, Keban Baraj Gölü'nün Koçkale ve Pertek bölgelerindeki su kalitesinin *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın ovaryumuna olan etkisinin araştırılması. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 45s.
- URL1, <http://www.googleearth.com>
- URL2, <http://www.nec.com.pk>. Tannery sludge bioremediation and its reuse in agriculture using EM Technology.

- USEPA, 1997, *Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual* U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C. EPA Bul.-B, 97-003.
- USEPA, 2002, *National Recommended Water Quality Criteria*, Office of Water, 822-R-02-047
- Uysal, H., Tunçer, S. ve Yaramaz, Ö., 1986, Gölcük ve Gölarmara Göllerinde yaşayan *C. Carpio*, *S. Glanis*, *A. Anguilla*'da bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi Tebliğleri, İzmir. Cilt:2, 444-453.
- Ünlü, E., 1991, Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın biyolojik özellikleri üzerinde çalışmalar. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 15, 22 – 38.
- Ünlü, E. ve Balcı, K., 1991, Savur Çayı'nda yaşayan bazı Cyprinidae (Pisces) türlerinin eşeyssel olgunluk yaşı, yumurtlama dönemi ve yumurta verimi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Eğitiminin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 347 - 356.
- Ünlü, E. ve Balcı, K., 1993, Savur Çayı'ndaki *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordman, 1840)'in üreme özellikleri üzerine bir araştırma. Doğa Türk Zooloji Dergisi, 17, 1, 91 – 102.
- Ünlü, E. ve Gümgüm, B., 1993, Concentrations of copper and zinc in fish and sediments from the Tigris River in Turkey. Chemosphere, 26(11), 2055-2061.
- Ünlü, E., Pakdemir (Sevim), S. ve Akba, O., 1994, Dicle Nehri'nde yaşayan *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)'in doku ve organlarında bazı ağır metal birikimlerinin incelenmesi. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, (6-8 Temmuz 1994). Edirne, 327-334.
- Ünlü, E., Cengiz, E. İ., Akba, O. ve Gümgüm, B., 1995, Dicle Nehri'ndeki *Capoeta trutta* Heckel, 1843'da ağır metal birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri, (11-13 Eylül 1995), Ankara, 639-649.
- Ünlü, E., Akba, O., Sevim, S. ve Gümgüm, B., 1996, Heavy metal levels in Mullet, *Liza abu* (Heckel, 1843) (Mugilidae) from the Tigris River, Turkey. Fresenius Envir. Bull., 5, 107-112.
- Van Den Belt, K., Van Puymbroeck, S. and Witters, H., 2000. Toxicity of cadmium contaminated clay to the Zebrafish *Danio rerio*. Arch. Environ. Contam. Toxicol.38, 191-196.
- Van-den-Heever, D. J. and Frey, B. J., 1994, Human health aspects of the metals zinc and copper in tissue of the African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus*, kept in treated sewage effluent and in the Krugersdrift Dam. Water- S. A., 20, 3, 205-212.

- Voegell, P.T. and King, R.U., 1968, Occurrence in distribution of molybdenum in the surface water of Colorado. US. Geol. Surv. Water Supply pap 153N.
- Vogt, G. and Quinitio, E. T., 1994, Accumulation and excretion of metal granules in the prawn, *Penaeus monodon*, exposed to water-borne copper, lead, iron and calcium. Aquatic Toxicology, 28 (3-4), 223-241.
- Von der Hayden, C.J. and New, M.G. 2004, Sediment chemistry a history of mine contaminant remediation and assessment of processes and pollution potential. Journal of Geochemical Exploration, 82, 35-57.
- Weiler, R.R. and Chawla, V.K., 1969, Dissolved mineral quality of Great Lakes waters. Proc. 12th. Conf. Great Lakes Res.801-818.
- White, D.E., Hem, J.D. and Waring, G.A., 1963, Chemical composition of surface waters. In: fleischer M (ed) Data of geochemistry. US. Geol. Surv. Prof. Pap 440-F:25 pp.
- WHO, 1993. Gidelines for drinking water quality. Recommendations, Vol. 1, 2nd. Ed. World Health Organization, Geneva.
- Wilson, B. and Pyatt, F.B., 2007, Heavy metal dispersion, persistance, and bioaccumulation around an ancient copper mine situated in Anglesey; UK. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66, 224-231.
- Wong, C. K. C. and Wong, W. H., 2000, Morphological and biochemical changes in the gills of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) to ambient cadmium exposure. Aquatic Toxicology, 48, 517-527.
- Wood, C. M. and McDonald, D. G., 1990, Impact of envronmental acidification on gill function in fish. In: ryans, R. C. (Ed) Fish Physiology, Fish Toxicology and Fisheries Management. Proc. Int. Symp. Guangzhou PRC. September 14-16 1988. U. S. Environmental Protection Agency EPA/600/9-90/011, pp: 162-182.
- Yanar, M., Akyurt, İ. ve Bircan, R., 1977, *Salmo trutta* L.'nin gonad gelişimi, yumurta verimliliği, büyüme durumu ve et verim özellikleri üzerine bir araştırma. E. B. K. Et ve Et Endüstrisi Dergisi, 8, 52, 45 – 53.
- Yapalak, S., 1996, Atatürk Baraj Gölü (Fırat)'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın bazı biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 37s.
- Yapalak, S., Solak, K. ve Oymak, S. A., 1997, Atatürk Baraj Gölü (Fırat)'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın üreme özellikleri üzerine bir araştırma. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Eğirdir – Isparta, 182 – 192.

- Yeldan, H., Avşar, D., Özütok, M., Çiçek, E., Özyurt, C. E., 2001, Babadıllımanı'ndaki (Silifke-İçel) küpeslerde (*Boops boops* (Linnaeus, 1758)) üreme. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri, Hatay, Cilt: I, 296 – 308.
- Yıldırım, M., 1988, Fırat havzası maden işletme tesislerinin doğurduğu çevre kirliliği. F.Ü. Fırat Havzası Birinci Çevre Sempozyumu, 13-15 Ekim 1988, Elazığ, 517-521.
- Yıldırım, H. ve Aras, M.S., 1991, Barhal Havzası alabalıkları (*Salmo trutta labrax*)'nın biyo – ekolojileri üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Eğitiminin 10. Yılında Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 324 -347.
- Yılmaz, A., 1993, Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) mide muhteviyatı üzerine araştırma. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz, A., 1998, Keban Baraj Gölü ova bölgesi balıklarından *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da ağır metal birikimi.Yük. Lis. Tezi, F. Ü. Fen Bil. Enst, Elazığ, 26 s. (yayınlanmamış).
- Yılmaz, A. ve Solak, K., 1999, Dicle Nehri'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'nın beslenme organizmaları ve bu organizmaların aylara ve yaşlara göre değişimlerini. Tur. J. of. Zoology, 23. Ek sayı, 973-978.
- Yılmaz, F. ve Öğretmen, F., 2001, *Ladigesocyprus ghigii* (Gianferrari, 1927)'nin büyüme ve üreme özellikleri. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Bildirileri, Hatay, Cilt: I, 288 – 295.
- Zayed, M. A., Eldien, F. A. A. and Rabie, K. A., 1994, Comparative study of seasonal variation in metal concentrations in River Nile sediment, fish and water by atomic absorption spectrometry. Microchemical Journal, 49, 1, 27-35.
- Zourarah, B., Manan, M., Carruesco, C., Aajjane, A., Mehdi, K. and Conceição Freitas, M., 2007, Fifty-year sedimentary record of heavy metal pollution in the lagoon of Oualidia (Moroccan Atlantic Coast). Eustarine Coastal and Shelf Science, 72, 359-369.
- Zyadah, M. A. 1999, Accumulation of some heavy metals in *Tilapia zillii* organs from Lake Manzalah, Egypt. Tr. J. of Zoology, 23, 365-372.

ÖZGEÇMİŞİM

1974 yılında Elazığ'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Elazığ'da tamamladım. 1993 yılında ÖSYM tarafından yapılan sınavı kazanarak Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne girmeye hak kazandım. 1997 yılında Su Ürünleri Fakültesi dönem birincisi ve Fırat Üniversitesi dönem ikincisi olarak mezun oldum. 1998 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimime, 2001 yılında ise yine aynı anabilim dalında doktora öğrenimime başladım. 2001 yılında TÜBİTAK Bilim Adamı Yetiştirme Grubu tarafından verilen Yurt İçi Doktora Bursunu kazandım. 2002 yılında Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandım ve halen aynı anabilim dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım.