

EMET ÇAYI SU, SEDİMENT VE BAZI BALIK
TÜRLERİNDE
AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Cem TOKATLI
Doktora Tezi
Biyoloji Anabilimdalı
Mayıs-2012

EMET ÇAYI SU, SEDİMENT VE BAZI BALIK TÜRLERİNDE
AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cem TOKATLI

Dumlupınar Üniversitesi
Lisanüstü Eēitim ēretim ve Sınav Ynetmeliēi Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Hayri DAYIOēLU
Yardımcı Danışman: Doē. Dr. Naime ARSLAN

Mayıs -2012

KABUL ve ONAY SAYFASI

Cem TOKATLI'nın DOKTORA tezi olarak hazırladığı “Emet Çayı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma, jürimizce Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

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

Üye : Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU

Üye : Doç. Dr. Arzu ÇİÇEK

Üye : Doç. Dr. Tahir ATICI

Üye : Doç. Dr. Kazım UYSAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Özgür EMİROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hasan GÖÇMEZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

EMET ÇAYI SU, SEDİMENT VE BAZI BALIK TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cem TOKATLI

Biyoloji Bölümü, Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Naime ARSLAN

ÖZET

Emet Çayı Havzası, Türkiye'nin en önemli nehir sistemlerinden biridir ve Emet Çayı Uluabat Gölü'nü (Ramsar Alanı) besleyen en önemli iki akarsudan biridir. Havzanın jeolojik yapısına ek olarak, yürütülen madencilik faaliyetleri, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler ve evsel atıklar sistem üzerinde yoğun bir kirlilik baskısı oluşturmaktadır. Bu çalışmada, biri Kınık Çayı üzerinde, biri Dursunbey Çayı üzerinde ve altısı Emet Çayı üzerinde olmak üzere Emet Çayı Havzası'nda belirlenen toplam sekiz istasyondan mevsimsel olarak su, sediment ve balık (*Squalius cii*, (Richardson, 1857), *Capoeta tinca*, (Heckel, 1843) ve *Barbus oligolepis*, Battalgil, 1941) örnekleri toplanmıştır. Bölgenin su kalitesinin belirlenmesi için bazı limnolojik parametreler (çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, sıcaklık, pH, tuzluluk, iletkenlik, nitrat, nitrit, amonyum, sülfat, fosfat, KOİ, BOİ, toplam klor ve CaCO₃) ve sistemin inorganik yükünün belirlenmesi için abiyotik ve biyotik öğelerinde bazı element (Ca, K, Mg, Na, Ni, Zn, As, B, Cd, Cu, Mn, Pb, Ag, Cr ve Hg) akümüasyonları araştırılmıştır. Elde edilen veriler istatistiki olarak değerlendirilmiş ve çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından bildirilen limit değerler ile karşılaştırılmıştır. Havzanın önemli miktarda organik ve inorganik kirliliğe maruz kaldığı, bu kirliliğin sadece akuatik sistemi değil bölge halkı sağlığında tehdit ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Biyoakümüasyon, Emet Çayı Havzası, Halk Sağlığı, Sediment Kalitesi, Su Kalitesi.

AN INVESTIGATION ON HEAVY METAL ACCUMULATIONS IN WATER, SEDIMENT AND FISHES OF EMET STREAM

Cem TOKATLI

Department of Biology, Ph. D. Thesis, 2012

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU

Thesis Supervisor: Doç. Dr. Naime ARSLAN

SUMMARY

Emet Stream Basin is one of Turkey's most important river systems and one of the two most important branches of Uluabat Lake (Ramsar Area). In addition to the geologic structure of the basin, the system is under an intensive pressure of mining activities, agricultural and industrial activities and domestic wastes. In this study, water, sediment and fish (*Squalius cii*, (Richardson, 1857), *Capoeta tinca*, (Heckel, 1843) ve *Barbus oligolepis*, Battalgil, 1941) samples were collected seasonally from eight stations (one of them is on the Kınık Stream, one of them is on the Dursunbey Stream and six of them on the Emet Stream) on the Emet Stream Basin. Some limnological parameters (dissolved oxygen, % oxygen saturation, temperature, pH, salinity, conductivity, nitrate, nitrite, ammonium, sulfate, phosphate, COD, BOD, total chlorine and CaCO₃) were determined to evaluate the water quality and some element accumulations were determined (Ca, K, Mg, Na, Ni, Zn, As, B, Cd, Cu, Mn, Pb, Ag, Cr and Hg) in abiotic and biotic components of system to evaluate the inorganic pollution of the basin. The data obtained were evaluated statistically and compared with the limit values reported by various national and international organizations. It was determined that, Emet Stream Basin is exposed to a significant organic and inorganic pollutants and this pollution is threatening not only to aquatic system but also public health.

Keywords: Bioaccumulation, Emet Stream Basin, Heavy Metal, Public Health, Sediment Quality, Water Quality.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, yakın ilgi ve alakalarını hiçbir zaman esirgemeyen, değerli danışman hocalarım Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU ve Doç. Dr. Naime ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım. Element analizlerinin yapılması ve değerlendirilmesi aşamalarında yardım ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Arzu ÇİÇEK hocama, arazi çalışmalarında özellikle balık örneklerinin temininde ve verileri değerlendirilmesinde yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Özgür EMİROĞLU hocama çok teşekkür ederim. Arazi ve özellikle laboratuvar çalışmalarında desteklerinden dolayı yüksek su ürünleri mühendisi Esengül KÖSE'ye çok teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarında ve özellikle balıkların ölçüm ve diseksiyon işlemlerinde yardımlarından dolayı yüksek lisans öğrencileri Sercan BAŞKURT ve Şule SÜLÜN'e, ICP-OES cihazında element analizlerinin yapılmasında emeği geçen Emel ÇELİKEL'e ve bu çalışmaya maddi olarak destek veren Dumlupınar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkür ederim.

Yaşamımın her aşamasında olduğu gibi, doktora çalışmalarım sırasında da maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen anneme ve babama çok teşekkür ederim. Ayrıca bana her konuda destek olan, her zaman olduğu gibi doktora çalışmalarım sırasında da göstermiş olduğu sabır ve anlayışlarından dolayı eşime çok teşekkür ederim. Kızım Ayşe HÜMEYRA'ya, henüz üç aylık olmasına rağmen bana gösterdiği anlayış için teşekkür eder, doktora çalışmalarımın yoğunluğu nedeniyle yeterince vakit ayıramadığım için kendisinden özür dilerim. Ayrıca manevi desteklerinden dolayı en iyi arkadaşım Yasin BAŞTATLI'ya da çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Ekoloji ve Çevre Bilincinin Dünyadaki ve Ülkemizdeki Geçmişi.....	1
1.2 Ağır Metaller.....	2
1.3 Emet Çayı Havzası.....	3
1.4 Bölgede Önceden Yapılan Çalışmalar.....	6
1.5 Havza Balıklarının Genel Özellikleri	10
2. MATERYAL VE METOD	11
2.1 Çalışma Alanı.....	11
2.2 Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Toplanması	16
2.3 Laboratuar Çalışmaları ve Element Analizleri.....	16
2.3.1 Fizikokimyasal analizler	17
2.3.2 Sularda element analizleri.....	17
2.3.3 Sedimentlerde element analizleri	18
2.3.4 Balık dokularında element analizleri	18
2.4 Toplam Su Sertliğinin Hesaplanması	19
2.5 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler	19
3. BULGULAR	21
3.1 Suda Tespit Edilen Fiziksel, İnorganik -Kimyasal ve Organik Parametreler	21
3.2 Suda Tespit Edilen Element Analiz Sonuçları	29
3.3 Sedimentte Tespit Edilen Element Analiz Sonuçları	38
3.4 Balıklarda Tespit Edilen Element Analiz Sonuçları ve Boy-Ağırlık Verileri.....	48
3.4.1 İncelenen balık türleri ve boy-ağırlık verileri	48
3.4.2 Balık dokularında tespit edilen element analiz sonuçları.....	52
3.5 İstatistiksel Analizler	103
3.5.1 Kümeleme analizi.....	103
3.5.1.1 Suda tespit edilen fizikokimyasal parametrelere göre yapılan kümeleme analizi	103

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.5.1.2 Suda tespit edilen element akümülayonlarına göre yapılan kümeleme analizi	104
3.5.1.3 Sedimentte tespit edilen element akümülayonlarına göre yapılan kümeleme analizi.....	105
3.5.2 Faktör analizi.....	106
3.5.2.1 Fizikokimyasallar faktörü	106
3.5.2.2 Madenler faktörü	109
3.5.3 Korelasyon-Regresyon	113
3.5.3.1 Korelasyonlar	113
3.5.3.2 Regresyonlar.....	118
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	126
4.1 Fizikokimyasal Parametreler	126
4.2 Elementler.....	141
4.2.1 Suda ve sedimentte tespit edilen elementler	141
4.2.2 Balık dokularında tespit edilen elementler.....	182
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	192
KAYNAKLAR DİZİNİ	194
ÖZGEÇMİŞ.....	207

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Emet Çayı Havzası ve tespit edilen istasyonlar.	12
2.2. E1 istasyonu (kış mevsimi).....	13
2.3. E2 (solda) ve E3 (sağda) istasyonları (kış mevsimi).	13
2.4. İlkbahar (solda) ve yaz (sağda) mevsimlerinde E4 istasyonu.	14
2.5. E5 (solda) ve E6 (sağda) istasyonları (kış mevsimi).	15
2.6. E7 istasyonu (kış mevsimi).....	15
2.7. Sonbahar (solda) ve yaz (sağda) mevsimlerinde E8 istasyonu.	16
3.1. Bazı su kalite parametrelerinin Matrix Plot Dağılım Diyagramları	28
3.2. Suda tespit edilen bazı elementlerin Matrix Plot Dağılım Diyagramları.....	37
3.3. Sedimentte tespit edilen bazı elementlerin Matrix Plot Dağılım Diyagramları.	47
3.4. Emet Çayı Havzası balıkları boy-ağırlık regresyon grafikleri.	51
3.5. Balık dokularındaki istasyonal Ca, K ve Mg biyoakümülyasyonları (mg/kg).....	88
3.6. Balık dokularındaki istasyonal Na, Ni ve Zn biyoakümülyasyonları (mg/kg).	89
3.7. Balık dokularındaki istasyonal As, B ve Cd biyoakümülyasyonları (mg/kg).....	90
3.8. Balık dokularındaki istasyonal Cu, Mn ve Pb biyoakümülyasyonları (mg/kg).	91
3.9. Balık dokularındaki istasyonal Ag, Cr ve Hg biyoakümülyasyonları (mg/kg).....	92
3.10. Ca, K ve Mg biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.....	95
3.11. Na, Ni ve Zn biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.	96
3.12. As, B ve Cd biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.....	97
3.13. Cu, Mn ve Pb biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.	98
3.14. Ag, Cr ve Hg biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.....	99
3.15. Kümeleme Analizi kladogramı (fizikokimyasal parametre verilerine göre).	103
3.16. Kümeleme Analizi kladogramı (sulardaki element birikimlerine göre).	104
3.17. Kümeleme Analizi kladogramı (sedimentlerdeki element birikimlerine göre).....	105
3.18. Scree Plot eğim diyagramı.	107
3.19. Rotasyondan sonraki bileşen diyagramı.	109
3.20. Scree Plot eğim diyagramı.	110
3.21. Rotasyondan sonraki bileşen diyagramı.	112
3.22. Suda tespit edilen fizikokimyasal ve element verileri regresyon grafikleri.	120
3.23. Suda tespit edilen element verileri regresyon grafikleri.	121
3.24. Sedimentte tespit edilen element verileri regresyon grafikleri.....	122
3.25. <i>S. cii</i> türlerinde ağırlık-karaciğer ve böbrek dokuları element birikim ilişkileri.	124

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.26. <i>C. tinca</i> türlerinde ağırlık-karaciğer ve böbrek dokuları element birikim ilişkileri.....	125
4.1. Çözünmüş oksijen verileri ve bazı sınır değerler.	127
4.2. % Oksijen doygunluğu verileri ve bazı sınır değerler.	128
4.3. Sıcaklık verileri ve bazı sınır değerler.	129
4.4. pH verileri ve bazı sınır değerler.	130
4.5. İletkenlik verileri ve bazı sınır değerler.	132
4.6. Nitrit verileri ve bazı sınır değerler.	133
4.7. Nitrat verileri ve bazı sınır değerler.	134
4.8. Amonyum verileri ve bazı sınır değerler.	135
4.9. Sülfat verileri ve bazı sınır değerler.	137
4.10. BOİ verileri ve bazı sınır değerler.	138
4.11. KOİ verileri ve bazı sınır değerler.	139
4.12. Su ve sedimentteki kalsiyum akümülyasyon seviyeleri.	143
4.13. Su ve sedimentteki potasyum akümülyasyon seviyeleri.	144
4.14. Su ve sedimentteki sodyum akümülyasyon seviyeleri.	145
4.15. Sudaki sodyum verileri ve bazı sınır değerler.	146
4.16. Su ve sedimentteki çinko akümülyasyon seviyeleri.	147
4.17. Sudaki çinko verileri ve bazı sınır değerler.	148
4.18. Sedimentteki çinko verileri ve bazı sınır değerler.	149
4.19. Su ve sedimentteki bakır akümülyasyon seviyeleri.	150
4.20. Sudaki bakır verileri ve bazı sınır değerler.	151
4.21. Sedimentteki bakır verileri ve bazı sınır değerler.	151
4.22. Su ve sedimentteki kadmiyum akümülyasyon seviyeleri.	153
4.23. Sudaki kadmiyum verileri ve bazı sınır değerler.	154
4.24. Sedimentteki kadmiyum verileri ve bazı sınır değerler.	155
4.25. Su ve sedimentteki bor akümülyasyon seviyeleri.	156
4.26. Sudaki bor verileri ve bazı sınır değerler.	157
4.27. Su ve sedimentteki arsenik akümülyasyon seviyeleri.	158
4.28. Sudaki arsenik verileri ve bazı sınır değerler.	159
4.29. Sedimentteki arsenik verileri ve bazı sınır değerler.	160
4.30. Su ve sedimentteki kurşun akümülyasyon seviyeleri.	162
4.31. Sudaki kurşun verileri ve bazı sınır değerler.	163

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.32. Sedimentteki kurşun verileri ve bazı sınır değerler	164
4.33. Su ve sedimentteki gümüş akümülayon seviyeleri.	165
4.34. Sudaki gümüş verileri ve bazı sınır değerler.....	167
4.35. Su ve sedimentteki magnezyum akümülayon seviyeleri.....	168
4.36. Su ve sedimentteki mangan akümülayon seviyeleri.	169
4.37. Sudaki mangan verileri ve bazı sınır değerler.....	171
4.38. Su ve sedimentteki nikel akümülayon seviyeleri.....	172
4.39. Sudaki nikel verileri ve bazı sınır değerler.	173
4.40. Sedimentteki nikel verileri ve bazı sınır değerler.....	174
4.41. Su ve sedimentteki krom akümülayon seviyeleri.	175
4.42. Sudaki krom verileri ve bazı sınır değerler.....	176
4.43. Sedimentteki krom verileri ve bazı sınır değerler.	177
4.44. Su ve sedimentteki cıva akümülayon seviyeleri.....	178
4.45. Sudaki cıva verileri ve bazı sınır değerler.....	179
4.46. Sedimentteki cıva verileri ve bazı sınır değerler.....	180
4.47. Balık kaslarındaki element biyoakümülayonları ve TGK sınır değerleri.....	185

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. İstasyonların coğrafi bilgileri.....	11
2.2. Elementlerin dalga boyları.....	17
3.1. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sonbahar mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.....	22
3.2. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda kış mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.....	22
3.3. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda ilkbahar mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.....	23
3.4. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda yaz mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.....	23
3.5. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen su kalite parametrelerinin yıllık ortalama değerleri.....	24
3.6. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sonbahar mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.....	30
3.7. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda kış mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.....	31
3.8. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda ilkbahar mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.....	32
3.9. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda yaz mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.....	33
3.10. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen elementlerin yıllık ortalama değerleri.....	34
3.11. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sonbahar mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.....	39
3.12. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda kış mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.....	40
3.13. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda ilkbahar mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.....	41
3.14. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda yaz mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.....	42
3.15. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sedimentte tespit edilen elementlerin yıllık ortalama değerleri.....	43
3.16. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri.....	49
3.17. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri. ..	49
3.18. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri.	50
3.19. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri...	50

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.20. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	54
3.21. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	54
3.22. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	55
3.23. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	55
3.24. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	56
3.25. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	56
3.26. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	57
3.27. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	57
3.28. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	58
3.29. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	58
3.30. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	59
3.31. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	59
3.32. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	60
3.33. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	60
3.34. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	61
3.35. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	61
3.36. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	62
3.37. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	62
3.38. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	63

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.39. Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	63
3.40. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	64
3.41. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	64
3.42. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	65
3.43. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	65
3.44. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	66
3.45. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	66
3.46. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	67
3.47. Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	67
3.48. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	68
3.49. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	68
3.50. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	69
3.51. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	69
3.52. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	70
3.53. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	70
3.54. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	71
3.55. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	71
3.56. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.....	72
3.57. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	72

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.58. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	73
3.59. Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.	73
3.60. Emet Çayı Havzasından E2 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	74
3.61. Emet Çayı Havzasından E2 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	74
3.62. Emet Çayı Havzasından E2 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	75
3.63. Emet Çayı Havzasından E4 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	75
3.64. Emet Çayı Havzasından E4 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	76
3.65. Emet Çayı Havzasından E4 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	76
3.66. Emet Çayı Havzasından E7 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	77
3.67. Emet Çayı Havzasından E7 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	77
3.68. Emet Çayı Havzasından E7 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	78
3.69. Emet Çayı Havzasından E8 istasyonundan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	78
3.70. Emet Çayı Havzasından E8 istasyonundan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	79
3.71. Emet Çayı Havzasından E8 istasyonundan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.	79
3.72. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen <i>S. cii</i> türünün dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	80
3.73. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen <i>C. tinca</i> türünün dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	81
3.74. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen <i>B. oligolepis</i> türünün dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	82
3.75. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların kas dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	83
3.76. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların solungaç dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	83

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.77. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların karaciğer dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	84
3.78. Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların böbrek dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.	84
3.79. Emet Çayı Havzasından yakalanan balık türlerine ve elementlere göre dokular arasındaki biyoakümülyasyon sıralamaları.	86
3.80. Emet Çayı Havzasından yakalanan balıkların dokulara ve elementlere göre türler arasındaki biyoakümülyasyon sıralamaları	87
3.81. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonun benzerlik katsayıları (fiziksel, inorganik -kimyasal ve organik su kalite parametre verilerine göre).	104
3.82. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonun benzerlik katsayıları (sulardaki element birikimlerine göre).	105
3.83. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonun benzerlik katsayıları (sedimentlerdeki element birikimlerine göre).	106
3.84. Açıklanan toplam varyanslar.	107
3.85. Bileşen matriksi.	108
3.86. Rotasyondan sonraki bileşen matriksi.	108
3.87. Açıklanan toplam varyanslar.	110
3.88. Bileşen matriksi.	111
3.89. Rotasyondan sonraki bileşen matriksi.	111
3.90. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen su kalite verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.	114
3.91. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.	114
3.92. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen element ile su kalite verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.	115
3.93. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sedimentte tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.	115
3.94. Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda ve sedimentte tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.	116
3.95. Emet Çayı Havzasından yakalanan balıkların dokularındaki element verileri ile ortalama ağırlıkları arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.	116
4.1. Sediment kalite kriterleri ve açıklamaları.	142

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
Ag	Gümüş
As	Arsenik
B	Bor
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
Ca	Kalsiyum
CA	Cluster Analizi
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Cu	Bakır
EPA	Çevre Koruma Ajansı
FA	Faktör Analizi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Hg	Cıva
K	Potasyum
kg	Kilogram
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L	Litre
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
mL	Mililitre
Mn	Mangan
Na	Sodyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
TGK	Türk Gıda Kodeksi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Yeryüzünde, sadece bir oksijen ve iki hidrojen atomundan oluşan su molekülünden daha basit yapıya sahip bir bileşik yoktur. Ancak yeryüzünde, sıvı halinin katı halinden daha yoğun olduğu, en yüksek yoğunluğuna donma noktasında değil $+4^{\circ}\text{C}$ 'de ulaşan, yüksek dipol momentli sayesinde iyonik bileşikler için mükemmel bir çözücü olan sudan daha özel; medeniyetlerin gelişmişlik seviyelerinin belirlenmesi için, toplumların yaşam kalitelerinin arttırılabilmesi için, kısaca canlılığın devam ettirilebilmesi için sudan daha önemli bir bileşik yoktur.

Dünyamızın dörtte üçü sularla kaplı olmasına rağmen bu suyun %97,4'ü okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su formundadır ve antropojenik faaliyetlerde kullanılabilirliği sınırlıdır. Geriye kalan %2,6'lık tatlısu rezervinin de büyük kısmı buzullarda (%79), bir kısımda yeraltı suyu (%20) olarak bulunmaktadır ve insanlık olarak dünyadaki toplam su stoklarının sadece %0,26'lık kısmını kullanabiliyoruz (Kocataş, 1996). Neredeyse herkesin bildiği “dünyamızdan bir damla suyun bile eksilip artamayacağı” ifadesi kısmen doğrudur. Ancak insan popülasyonları için sınırlayıcı faktörlerin geçmişe oranla çok daha azaldığını, buna paralel olarak dünya nüfusedeki hızlı artışı ve su kaynaklarının kalitesinin günden güne azaldığını göz önüne alacak olursak, bu ifadenin fazla iyimser olduğu anlaşılmaktadır. 18. yüzyılın son çeyreğinde, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusunun, 1950 yılında 2,5 milyara yükselmesi, şu an ise yaklaşık 7 milyar civarında olması ve hızla artmaya devam etmesi, bu hızlı ivmeli yükselişe paralel olarak sanayi ve teknolojiadaki aşırı gelişmeler ve toplumlarda çevre bilincinin yeterince yerleştirilememesi, dünyanın kullanılabilir su potansiyelinin günden güne azalmasına neden olmaktadır (Haviland, 2002; Dağlı, 2005; Atalık, 2006).

1.1 Ekoloji ve Çevre Bilincinin Dünyadaki ve Ülkemizdeki Geçmişi

1750'li yıllarda İngiltere'de başlayıp kısa zamanda neredeyse tüm dünyaya yayılan ve yaklaşık yüz yıl süren sanayi devrimi ile birlikte, ekosistemlerin sandığımız gibi sınırsız tolere kabiliyetine sahip ortamlar olmadığını, ne kadar atık deşarjında bulunursak bulunalım hep aynı kalitede ve kullanılabilirlikte kalmayacaklarını maalesef öğrendik. Ancak ekoloji ve çevre biyolojisinin mazisi sanıldığı kadar eski olmayıp kronolojik olarak bu gelişmelere paralel bir yükseliş eğrisi sergilemez. 20. yüzyılın başlarında kirliliğe bağlı ekosistem ve çevre üzerindeki yaygın endişe bu terimlerin ilk olarak zikredilmesine ve yine bu dönemde ekolojinin ayrı bir bilim dalı, ayrı bir disiplin olarak tarih sayfalarında yerini almasına neden olmuştur. Ancak bu bilim dalının halkın gözünde değer kazanması 1960'lı yılları bulmuştur (McIntosh, 1985).

Çevre kirliliği ve çevrenin korunması hususundaki global hassasiyetin, hukuki düzenlemelerde yer verilecek kadar önemli olduğunun idraki ise maalesef yine 20. yüzyılı bulmuştur, hatta ülkemizdeki konu ile ilgili yasal düzenlemenin mazisi yaklaşık 15 yıldır (Akgündüz ve Öztürk, 1999). Birçok konuda olduğu gibi, çevre kalitesi hususunda da ülkemizdeki yasal mevzuattın nispeten yeni oluşu ve buna benzer daha sayısız yüzeysel bilgi, tarihimizin ve şanlı ecdadımızın sadece çevre konusunda değil daha birçok konuda bütün dünyaya örnek ve temel teşkil ettiği gerçeğinin göz ardı edilmesine neden olmaktadır.

Osmanlı Devletinde, şehrin, kazanın ya da köylerin emniyetinden, maddi ve manevi temizliğinden sorumlu memurlara “subaşı” denmektedir. Osman Gazi’nin tayin ettiği ilk iki memurdan birinin subaşı olması, ayrıca Osmanlı Devleti’nin bu memurları sadece görevlendirmekle kalmayıp çevre temizliğinin ve korunmasının muntazaman yapılması için, “çöplük subaşlarına” konu ile ilgili hukuki esasları belirten bir “Nizamname” vermesi, ecdadımızın çevre hassasiyetini açıkça göstermektedir. Dünyanın ilk “Çevre Temizliği Nizamnamesi”nin Edirne çöplük subaşısına verilmek üzere, Kanuni Sultan Süleyman zamanında, 1539 yılında hazırlandığı düşünülürse, dünyanın birçok konuda olduğu gibi çevre konusunda da kimi örnek aldığı ve modern çevrecilik kültürünün gerçek menşei kolaylıkla anlaşılabilmektedir (Akgündüz ve Öztürk, 1999).

1.2 Ağır Metaller

Özellikle endüstriyel atıklar ve bazı pestisitler içerisinde bulunan ve suları kirleten en önemli inorganik faktörler olan ağır metaller, deşarj edildikleri ortamda uzun süre kalabilmeleri, sucul canlılarda toksik etkiler meydana getirmeleri ve besin zincirinde akümüle olarak insan sağlığını tehdit etmeleri nedeniyle büyük önem taşırlar. Sucul ortamlarda normal şartlarda belli derişimlerde denge halinde bulunan ağır metaller, kentsel ve endüstriyel bölgelerde daha yoğun olmak üzere ya sedimentte birikirler ya da biota tarafından absorbe edilirler ve sedimentlerin çoğu bu kirleticileri uzun süre bünyesinde muhafaza ederler (Wildi et al, 2004; Köse, 2007).

Ağır metaller çoğu organik kirleticiler gibi biyolojik olarak indirgenemezler. Bu nedenle organik ve inorganik maddelerle kimyasal bileşikler, kompleks yapılar şeklinde absorbe olarak zamanla sedimentte birikmekte ve uzun yıllar sedimente bağlı kalmaktadırlar (Shrivasta et al, 2003). Sucul ekosistemlerde ağır metallerle kirlenmiş sedimentler ekosistem sağlığını tehdit eden büyük bir stres kaynağıdır ve sedimentin içinde ve üzerinde yer alan su canlıları için büyük bir risk faktörü oluşturmaktadır (Del Valls et al, 1998; Türkoğlu, 2008). Bu nedenle kirlenmiş ekosistemlerde yaşayan ve dokularında ağır metalleri biriktiren sucul canlılar, bulundukları ortamın kirlilik derecesini ve kontaminantların etkilerini belirlemek için

biyoindikatör olarak kullanılmaktadır ve son yıllarda kirlilik araştırmalarında biyoindikatör türlerle ilgili çalışmalar artış göstermiştir (Özmen, 2004; Atıcı et al, 2008; Hongyi et al, 2009; Xiaobo et al, 2009; Mendil ve ark, 2010; Atıcı et al, 2010).

Sucul ortamlarda sedimentte birikmiş ağır metal konsantrasyonu da özellikle bentik canlılara besin zinciri yoluyla da diğer canlılara zarar vermektedir. Tüm ekosistemlerde olduğu gibi sucul ekosistemlerde de canlılar arasındaki madde ve enerji geçişleri besin zinciriyle yoluyla sağlanır. Besin piramidinin üst basamaklarındaki türler, dokularında kirleticileri biriktirmiş olan alt basamaklardaki türlerle beslendiklerinden, pek çok kirleticiyi daha fazla biriktirme eğilimindedirler (Arslan ve ark, 2009). Dolayısıyla ağır metal kirliliği sadece sucul canlılar değil, insan sağlığını da tehdit etmektedir. Demir, bakır, çinko ve manganez gibi metaller esansiyel elementlerdendir ve canlılarda önemli rol oynarlar. Ancak civa, kurşun ve kadmiyum gibi metaller esansiyel elementlerden değildir ve iz miktarlarda bile canlılarda toksik etkiler meydana getirebilirler. Ayrıca esansiyel elementler de aşırı olarak alındığında toksik etki oluşturabilmektedir (Türkmen and Ciminli, 2007).

Son yıllarda su, sediment ve balık dokularında ağır metal birikimlerinin araştırılması hız kazanmıştır. Balıkların, sağlıklı ve dengeli beslenme için insan diyetindeki yeri göz önüne alındığında, sucul ortamlarda artan ağır metal kirliliklerinin balıklarda ne derecede birikim gösterdiğinin araştırılması çalışmalarının, hem balık biyolojisi hem de insan sağlığı açısından ne derece önemli olduğu açıkça görülmektedir

1.3 Emet Çayı Havzası

Ülkemiz, gerek kıtaları birbirine bağlayan yarımada niteliğinden gerekse sahip olduğu iç su potansiyelinden dolayı tüm dünyanın dikkatini üzerine çekmektedir. Bu kadar stratejik bir konuma ve su potansiyeli varlığına rağmen ne yazık ki sahip olduğumuz ekolojik zenginliklerimize gereken önemi hala tam olarak veremiyoruz. Emet Çayı, Uluabat Gölü'nü besleyen, ülkemizin en önemli akarsu sistemlerinden biridir. Tarımsal ve evsel atıksuların yanı sıra çok sayıda sanayi tesisi ve maden işletmelerinden kaynaklanan kirlilik yükü, Emet Çayı Havzası'nın su ve sediment kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Onur ve Celtemen, 2004). Emet Çayı'nın çevresinde birçok yerleşim yeri bulunmaktadır ve tüm bu yerleşim birimlerinin ve özellikle Hisarcık ve Emet ilçelerinin kanalizasyon ve atık suları büyük ölçüde arıtılmadan çaya deşarj edilmektedir (Demir ve ark, 1998; Bebek, 2001). Ayrıca tüm bu tarımsal, evsel ve endüstriyel kirlilik yükü, Emet Çayı vasıtasıyla direkt olarak Uluabat Gölü'ne taşımaktadır.

Uluabat Gölü, sucul bitkiler ve dip canlıları yönünden zengin olması, Türkiye'nin en geniş nilüfer yataklarına sahip olması ve kuş göç yolu üzerinde yer alması sebepleriyle sadece ülkemizin değil paleartik bölgenin de uluslararası öneme sahip sulak alanlarından biridir. 15 Nisan 1998 tarihinde ve 23314 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Ramsar "Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme"'nin 2. ve 3. maddeleri uyarınca Uluslararası listeye dahil edilerek ve koruma altına alınarak bu önemini tescillemiştir (Magnin ve Yazar, 1997; Bebek, 2001). Alandaki koruma ve yönetim çalışmaları Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği ve Uluabat Gölü Yönetim Planı çerçevesinde yürütülmektedir. Ancak son yıllarda, çeşitli kirletici yüklerinden kaynaklanan su kalitesi problemleri gölün biyolojik çeşitliliğini ve kullanılabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Gölü besleyen en büyük kaynağın Mustafakemalpaşa Çayı olduğu ve kolları olan Orhaneli ve Emet Çayları'ndan kaynaklanan kirlilik yükünün Uluabat Gölüne geldiği bilinmektedir. Uluabat gölü çevresinde 16, gölün besleyen en önemli kollar olan Mustafakemalpaşa, Orhaneli ve Emet çaylarının çevresinde 67 yerleşim yeri bulunmaktadır. Bu yerleşim birimlerinin atık suları büyük ölçüde arıtılmadan çaylara deşarj edilmekte, ayrıca Mustafakemalpaşa ilçesinde bulunan 54 Deri Sanayi İşletmesi ile toplam 27 Mandıra ve Mezbahanın organik ve inorganik atıkları da MKP çayına verilmektedir. Akarsu sistemleri üzerindeki Hisarcık ve Emet Bor İşletmeleri (atık sularını Emet çayına deşarj ederler), Kestelek Bor İşletmesi (atık sularını Orhaneli çayına deşarj eder), Tunçbilek ve Keles Linyit İşletmeleri, Tunçbilek Termik Güç Santrali (atık sularını Orhaneli çayına deşarj ederler) ve Harmancık Krom Madeni (atık sularını Emet çayına deşarj eder) havzanın en önemli kirlilik kaynaklarını oluştururlar. Ayrıca bor, nehir havzalarında toprakta da bulunduğundan yağışlar ve erozyonla nehirlere, buradan da Uluabat gölüne taşınmaktadır. Yine erozyon ve aşınma sebebiyle Mustafakemalpaşa çayı Uluabat gölünde hızlı bir sedimentasyona sebep olmaktadır ve göl ağzında geniş bir delta oluşturmuştur (Demir ve ark, 1998).

Türkiye Dünya Bor rezervinin %72'sini karşılamaktadır ve Kütahya Emet-Hisarcık bölgesinde önemli bor yatakları bulunmaktadır (<http://www.etimaden.gov.tr>; Önel, 1981; Çöl and Çöl, 2003). Bor, son yıllarda önemli bir kirletici unsur haline gelmiştir ve Emette'ki bor zonu incelendiğinde bor minerallerinin dışında arseniğin başka minerallerinin de olduğu görülmektedir (Helvacı, 2005). İşletmelerde yılda 400.000 ton kolemanit cevheri çıkarılmakta ve cevher zenginleştirme işlemleri yapılmaktadır. Türkiye'deki belli başlı bor yatakları bulunan dört bölgeden birini oluşturan Emet bölgesinde bor yatakları kalınlığı 10 - 20 m arasında değişmektedir ve minerallerin çıkarıldığı alan 50 km²'dir. Açık ve kapalı olarak çalışan işletmelerde başlıca atık su kaynağı cevherin yıkanması sonucunda ortaya çıkmakta ve Emet

Çayına verilmektedir. Bölgede çıkarılan kolemanitle birlikte aynı zamanda arsenik minerallerine de rastlanmaktadır. Emet Çayı kenarına yığılan pasaların ve yıkama suyunu tekrar kullanmak amacıyla yapılmış basit göletlerin taşkın suları ile sürüklenmesi sonucunda zaman zaman arsenik de suya karışmaktadır (Bebek, 2001). Ayrıca bor, nehir havzalarında toprakta da bulunduğundan yağışlar ve erozyonla Emet Çayı'na taşınmaktadır.

Yine Emet Çayı yakınlarında bulunan Harmancık Krom Madenleri, atık sularının yoğunlaştırılmış bir kısmı, pek çok suspense materyalinden arındırılmak için dinlenme havuzuna Kınık Çayı aracılığıyla boşaltıldığı ve bu atıkların yine Kınık Çayı aracılığıyla Emet Çayı'na ulaştığı bilinmektedir (Anonim, 1999). 1827 yılında Amerika Birleşik Devletleri, Baltimor yakınlarında bulunan krom madenlerine kadar, Rusya dünya kromunun başlıca kaynağını teşkil etmekteydi. 1848'de Türkiye, Harmancık krom madenleri bulunana kadar ise, ABD dünyanın en büyük krom üreticisi durumuna yükselmişti (National Research Council, 1974). Bu nedenle dünyanın en eski krom madenlerinden olan Harmancık Krom Madenleri sadece Türkiye'nin değil tüm dünyanın en önemli krom madenlerindendir. Bölgede 704055 ton reserve ve 20000 ton yıllık üretim kapasitesine sahip dokuz maden bulunmaktadır ve dünyanın krom üretiminde önemli bir yere sahiptir (Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001).

Kütahya'da yer alan gümüş madenleri de Emet Çayı Havzası üzerinde önemli bir baskı kaynağıdır. Madenden direkt olarak gümüş üretiminin yapıldığı ülkemizdeki tek tesisi olan gümüş madenleri, dünyanın %1 ve Türkiye'nin %45 gümüş üretim potansiyeline sahiptir ve Kütahya'ya yaklaşık 33 km, Emet Çayına ise yaklaşık 50 km uzaklıkta yer almaktadır (www.etigumus.com.tr; www.mta.gov.tr).

Ayrıca Emet ilçesinde bulunan Yeşil, Kaynarca, Sarmık ve Dereli kaplıcaları ve Hisarcık ilçesinde bulunan Hamamköy ve Yukarı Yoncağağaç kaplıcaları Emet Çayı üzerinde bulunmakta ve çayın termal kirliliğe maruz kalmasına sebep olmaktadır. Emet İlçesi Dereli kaplıcalarından çıkıp Emet Çayı'na karışan atık suyun sulamada kullanılmasının mümkün olmadığı İmar ve Bayındırlık Komisyonu'nun 26.09.2007 tarihinde yapılan toplantısında kabul edilmiştir.

Emet Çayı, taşıdığı bu denli yüksek organik ve inorganik kirlilik yükleriyle yalnızca Uluabat Gölü için değil, geçtiği bölgelerde sulama suyu olarak kullanılmalarından dolayı yöre halkı sağlığı açısından da oldukça büyük bir risk ve tehdit oluşturmaktadır. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Eskişehir 15. Bölge Müdürlüğü'nce hazırlanan 30.06.1978 tarih ve 20 nolu raporda, Emet Çayı'ndan alınan numunelerde yüksek miktarda bor madenine rastlandığı, bunun bitkiler için tehlike arz ettiği belirtilerek, "zirai sulamada kullanılamaz" raporu verilmesine rağmen

başka alternatif olmadığı için hala çoğu bölgede Emet Çayı sulama suyu olarak kullanılmaktadır.

Tüm ekosistemlerde (sucul ya da karasal) biyotik ve abiyotik unsurlar birlikte bulunur ve yapılan çalışmalarda mümkün olan tüm öğeler birlikte değerlendirilmelidir. Emet Çayı Havzası'nda bu vizyon dahilinde incelenmiştir. Çalışmamızda, Emet Çayı Havzası'nda, Kasım 2010-Ağustos 2011 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılan arazi çalışmaları sonucu bölge sularında bazı fizikokimyasal parametreler ile suda, sedimentte ve üç tür balığın (*Squalius cii*, (Richardson, 1857), *Capoeta tinca*, (Heckel, 1843) and *Barbus oligolepis*, Battalgil, 1941) kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında bazı makro ve mikro element akümülyasyonları araştırılmıştır. Bu tip araştırmalar sucul sistemlerdeki değişikliklerin önceden belirlenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır. Havzanın biyotik ve abiyotik bileşenlerindeki element akümülyasyonlarının ve bunların mevsimsel değişimlerinin tespit edilmesi, su kalitesinin ve bölgenin ekolojik açıdan mevcut durumunun belirlenmesi, elde edilen veriler ışığında bölgenin gelecekteki durumunun tahmin edilmesi, olası çözüm önerilerinin geliştirilmesi ve bölgede daha önce yapılan çalışmalara destek olarak yeni verileri ortaya koymakla literatürde bu konudaki veri eksikliğinin giderilmesine katkı sağlanması çalışmamızın temel amaçlarını teşkil etmektedir. Ayrıca Emet Çayı'nın Ramsar düzeyinde uluslararası öneme sahip bir sulak alanı besleyen en önemli kollardan biri olduğu düşünülürse, çalışmanın hem ekonomik hem de biyolojik anlamda ülkemize büyük katkılar sağladığı açıktır.

1.4 Bölgede Önceden Yapılan Çalışmalar

Kirletici maddelerin son durak olarak özellikle sucul ortamlara verilmesi ve bu ortamlarda insanoğlunun yaşantısını olumsuz yönde etkileyen fizikokimyasal ve biyolojik değişmelere neden olması, dünya üzerinde bu konuya karşı ilgi ve endişenin her geçen gün hızla artmasına neden olmuştur (Türkoğlu, 2008). Bu kirleticiler içerisinde ağır metaller çevre koşullarına dayanıklı olmaları, su, sediment ve bunlara bağlı olarak besin zinciri yoluyla canlılar arasında aktarılabilmesi nedeniyle önemlidir. Ağır metallerin su ortamında tolere edilebilir limitin üzerinde bulunması ekolojik dengeleri bozmakta, akuatik canlıların fizyolojini, üremesi ve kondüsyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Akuatik ortamdaki (su, sediment) ağır metaller besin zinciri yolu ile balıklara, balıklardan da besin yoluyla insanlara geçmektedirler. Özellikle balıkların kirleticilerden etkilenmesi insan gıdası olmasından dolayı son derece önemli bir konudur. Tarımsal alanlardaki toprak erozyonları ile şehir atık suları endüstriyel ve madencilik aktiviteleri sonucu çevrenin ağır metallerle kirlenmesi bütün dünyada ağır metal kirliliğini korkutucu boyutlara ulaştırmıştır. Son yıllarda Türkiye'nin nüfus artışı ve buna

ilaveten hızla gelişen sanayi ve endüstrileşmesine bağlı olarak su kaynaklarımızda ağır metal kirliliği çalışmaları yapılmaktadır (Kargın and Erdem, 1991; Ünlü ve ark, 1995; Barlas, M., 1997; Altındağ and Yiğit, 2005; Dalman et al, 2006; Canbek et al, 2007; Uysal et al, 2009).

Bölgede bu güne kadar farklı araştırmacılar tarafından farklı yönlerde pek çok araştırma yapılmış bunlar aşağıda kısaca özetlenmiştir;

-Altınsaçlı ve Griffiths (2001), Uluabat Gölü'nün Ostracoda sistematigi ve çamurlu zeminle ilişkili kuşlar ile ekolojik bir çalışma yapmışlardır.

-Bebek (2001), yapmış olduğu yüksek lisans tezinde Uluabat Gölünde ve Gölü besleyen su kaynaklarında ağır metal kirliliğini araştırmıştır. Ancak sucul sistemlerin önemli biyotik öğelerinden bentik omurgasızlardaki ağır metal birikim seviyeleri tespit edilmemiştir.

-Tanatmış (2002), "The Ephemeroptera (Insecta) of Lake Uluabat Basin" adlı çalışmasında, Uluabat Gölü Havzasından Nisan 1996-Eylül 1999 yılları arasında 1812 Ephemeroptera nimfi toplanmış ve 10 familyaya ait 22 genustan toplam 38 tür tespit etmiştir. Ayrıca bunlardan iki tanesi Türkiye için yeni kayıttır.

-Özesmi ve Özesmi (2003), Uluabat Gölü'nde ekosistem korumak amacıyla bir grup analiz yapmışlardır.

-Şentürk (2003), yaptığı yüksek lisans çalışmasında 12 istasyondan Kasım 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında mevsimsel olarak taban büyük omurgasızları toplamış ve bazı biyotik indeksler kullanarak Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarının kalitesini belirlemiştir.

-Karacaoğlu, Dere ve Dalkıran (2004), Temmuz 1998 ve Haziran 1999 tarihleri arasında belirlenen 5 istasyondan alınan örneklerle Uluabat Gölünün fitoplanktonik alg florasını incelenmişlerdir.

-Kazancı ve ark. (2004), Uluabat Gölü de dahil olmak üzere Marmara Denizinin Güneyindeki göllerde yıllık sediment erozyonunu belirlemişlerdir.

-Salihoğlu ve Karaer (2004), yaptıkları çalışmada bir Ramsar alanı olan Uluabat Gölü için, ekolojik risk değerlendirmesi ve problem formülasyonu uygulamışlardır.

-Oruç (2004) yaptığı çalışmada, Kütahya'da Emet ve Hisarcık'ta içme suyu kaynağı olarak kullanılan kaynak ve yeraltı sularında maksimum kirlenici seviyesinden daha yüksek

seviyede arsenik bulunduğunu ve bu durumun bor oluşumundaki bazı minerallerin çözünmesinden kaynaklandığını belirtmiştir.

-Barlas ve ark. (2005), Kasım 2001-Eylül 2002 tarihleri arasında farklı istasyon ve aylarda Uluabat Gölü'ndeki su ve sediment üzerindeki ağır metal kalıntılarını tespit etmişlerdir.

-Salihoğlu ve Karaer (2005), “Uluabat gölü için ekolojik risk değerlendirmesi” adlı çalışmalarıyla mevcut riskler tanımlanmış, kavramsal model çıkarılmış ve eylem planlaması aşamasında ele alınması gereken risk unsurları öncelik sıralamasına sokulmuştur.

-Ayık (2006), yüksek lisans tezi olarak, Uluabat gölü Chironomidae limnofaunasını tespit etmiştir.

-Barlas ve ark. (2006), 6 örnekleme noktasında Şubat 2002-Kasım 2002 tarihleri arasında yürüttükleri çalışmada, Uluabat Gölü'ndeki su ve sediment örneklerinde organoklorin pestisidlerin kontaminasyon seviyelerini tespit etmişlerdir.

-Dalkıran (2006), Nisan 2001-Mayıs 2002 tarihleri arasında aylık olarak 6 istasyondan topladığı epilitik diyatome ve bentik omurgasız örnekleriyle Orhaneli Çayının kirlilik seviyesini belirlemiştir. Dalkıran'ın doktora tezi olarak yaptığı çalışmada tespit edilen bentik omurgasızlar yine tür düzeyinden çok familya, ordo ve clasıs düzeyinde belirlenmiştir.

-Dalkıran ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada, Uluabat Gölü'nün ötrofik sığ kesimlerindeki fiziksel ve kimyasal etkileşimlerin insan açısından etkilerini tespit etmişlerdir.

-Değirmenci ve ark. (2006), Uluabat Gölü'nde çevresel problemlerin çözümü için kirlilik değerlerinin ortaya konması şeklinde diagnostik analiz yapmışlardır.

-Karacaoğlu (2006), “Emet Çayı'nın epipelik diyatome ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması” adlı doktora tezinde, Nisan 2001 ile Mayıs 2002 tarihleri arasında Emet Çayı'nda belirlenen 5 istasyondan aylık olarak su, epipelik diyatom ve bentik omurgasız örnekleri toplanmış ve bentik omurgasızlara ait 88 takson tespit etmiştir. Ancak bu çalışmada da bentik omurgasızların teşhisleri genelde familya, ordo ve clasıs seviyesine kadar yapılmıştır.

-Karacaoğlu, Dere ve Dalkıran (2006), eutrofik bir göl olan Uluabat Gölü'ndeki fitoplankton çeşitliliğine etki eden faktörleri araştırmışlardır.

-Kazancı ve ark. (2006), Uluabat Gölü sedimentinin ihtiva ettiği bor içeriğini araştırmışlardır.

-Kökmen (2006), yüksek lisans tezi olarak, Uluabat gölü Oligochaeta limnofaunasını tespit etmiştir.

-Elmacı ve ark. (2007), Uluabat Gölü'nde Ocak 2003-Şubat 2004 tarihleri arasında seçilen farklı istasyonlardan su, plankton ve sediment örnekleri toplanarak ağır metal birikimleri incelenmiştir.

-Iscen ve ark. (2007), 2004-2005 tarihleri arasında 12 istasyonda yaptıkları çalışmada 12 fizikokimyasal parametre kullanarak çeşitli istatistiksel tekniklerle Uluabat Gölü yüzey sularının kalitesinin belirlenmesi üzerine bir tespit yapmışlardır.

-Kökmen ve ark. (2007), Uluabat Gölü'nde Ağustos 2004 ve Temmuz 2005 tarihleri arasında Uluabat (Apolyont) Gölü Oligochaeta faunası'nın tespiti ve mevsimsel dağılışlarını incelemek amacıyla, 12 istasyondan Ağustos 2004 ve Temmuz 2005 tarihleri arasında her ay (Aralık 2004, Ocak-Şubat 2005 aylarında olumsuz hava koşulları nedeniyle örnek elde edilememiştir) olmak üzere taban örnekleri toplamış, Oligochaeta dışındaki gruplar ordo-familya düzeyine kadar, Oligochaeta bireyleri ise mümkün olan en alt taksonomik seviyeye kadar teşhis etmiş, aynı zamanda su örnekleri de alınarak suyun bazı fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri de tespit etmişlerdir.

-Reed ve ark. (2008), Uluabat Gölünde Paleolimnolojik tekniklerle temporal limnolojik ve ekosistem etkilerini fosil ostracoda ve mollusca üzerinde incelemişlerdir.

-Ulukütük (2009), "Uluabat Gölü havzası potamofaunası (Oligochaeta, Chironomidae) - Su kalitesi ile ilişkisinin belirlenmesi" adlı doktora tezinde, belirlenen 19 istasyondan Kasım 2004, Nisan 2005 ve Temmuz 2005 tarihlerinde olmak üzere taban örnekleri toplanmıştır ve suyun bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri de yapılmıştır. Chironomidae ve Oligochaeta bireylerinin mümkün olan en alt taksonomik seviyeye kadar teşhisleri yapılmış ancak Chironomidae ve Oligochaeta dışındaki gruplar ordo-familya düzeyine kadar teşhis edilmiştir.

-Atakuru (2009), Emet ve Hisarcık Bölgesi sularının arsenik ve bor konsantrasyonlarını belirlemiştir. Belirledikleri istasyonların çoğundan alınan su örneklerinin bor ve arsenik konsantrasyonlarının WHO belirlemiş olduğu limit değerinden yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Yukarıda bahsedilen, Emet Çayı'nın da içinde bulunduğu Uluabat Gölü Havzası'nda çeşitli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, yapılan çalışmalar, oldukça sınırlı sayıda, Emet Çayı'nın inorganik kirlilik yükünü, ekolojik yapısını ve su kalitesini detaylı olarak yansıtmakta yetersiz kalmaktadır. Ayrıca Emet Çayı Havzası'nın ağır metallerin hem biyotik (balık dokuları)

hem abiyotik (su, sediment) ögelerde birikimlerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mustafakemalpaşa Çayının, kolları olan Orhaneli ve Emet Çayları ile birlikte gölü besleyen en büyük kaynak olduğu ve taşıdığı kirlilik yükünün gölün primer kirlilik kaynağını oluşturduğu düşünülecek olursa, inorganik baskı konusundaki literatür boşluğu daha iyi anlaşılmaktadır. Emet Çayı Havzası'nın su kalitesi ve biyotik-abiyotik bileşenlerinin ağır metal akümüasyonlarının tespit edildiği bu çalışmanın, önemi ve gerekliliği açıktır.

1.5 Havza Balıklarının Genel Özellikleri

Ilıman bölgeleri seven ve bentopelajik bir tatlı su balığı olan *Squalius cii* (Richardson, 1857) türü, taşların, çakılların altında yada siltlerin üzerinde yaşarlar ve yaz mevsiminin sonlarına doğru nehir üzerinde buldukları izole havuzcukları tercih ederler. Sadece Lesbon ve Türkiye'nin kuzey ege bölgesinde yer alan *S. cii* türleri, önemli ölçüde lokal kirlilik, avlanma ve tarımsal faaliyet amaçlı akarsulardan su çekilmesi baskılarına maruz kalmaktadır. *S. cii* türü, özellikle ağır metal kirliliği nedeni ile sadece birkaç kısıtlı akuasistemde, sınırlı popülasyonlarda hayatları sürdürmektedirler ve sayıları günden güne azalmaktadır (Freyhof and Kottelat, 2008; www.iucnredlist.org).

Türkiye için endemik bir tür olan *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) türü, subtropikal iklim özelliği gösteren bölge tatlı sularında bentopelajik olarak yaşamlarını sürdürürler. Genellikle taşların ve kayaların altlarında bulunurlar ve hızlı akan suları tercih ederler (Berg, 1964; Turan et al, 2006; www.fishbase.org).

Barbus oligolepis Battalgil, 1941 türleri Asya ve Türkiye'nin subtropikal iklimin hakim olduğu tatlı sularda bentopelajik olarak hayatlarını sürdürürler. *C. tinca*'larda olduğu gibi taş ve kayaların altları ile suların dip kısımlarında yaşarlar ve hızlı akan suları tercih ederler (Turan et al, 2009; www.fishbase.org).

2. MATERİYAL VE METOD

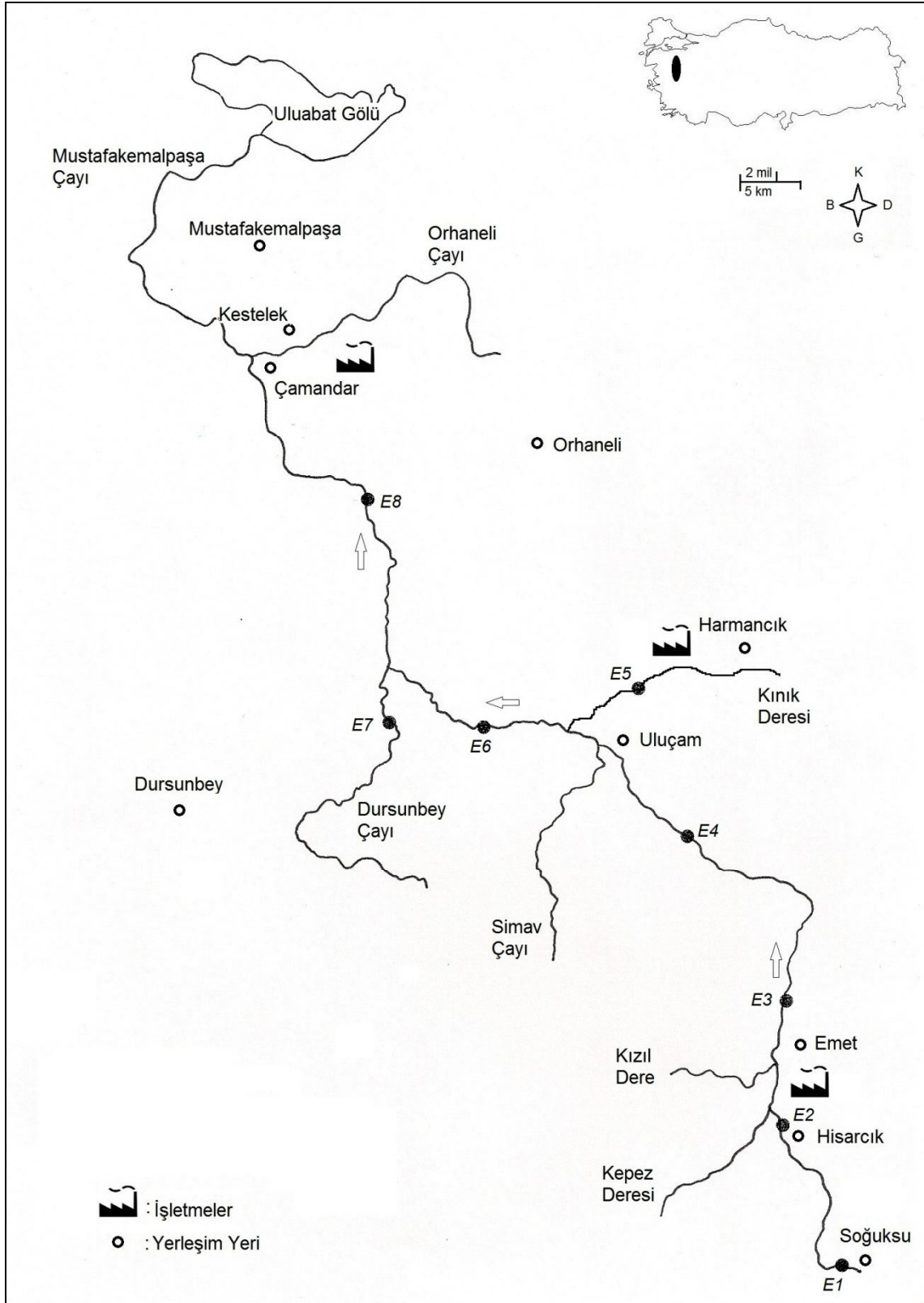
2.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak seçilen Emet Çayı, Kütahya ili Gediz ilçesine bağlı Soğuksu köyünden doğmakta ve Tavşanlı ilçesine bağlı Uluçam köyü yakınlarında Kütahya il sınırlarını terk etmektedir. Emet Çayı, kuzeye doğru yaklaşık 180 km yol aldıktan sonra Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesine bağlı Çamandar köyü yakınlarında Orhaneli çayı ile birleşir ve Mustafa Kemal Paşa Çayı ismini alır. Bursa'nın en büyük su kaynağı olan Mustafakemalpaşa Çayı ise yaklaşık 40 km yol aldıktan sonra, Marmara Denzinin güneyinde, doğu-batı doğrultusunda uzanan tektonik kökenli ve eutrofik karakterli bir göl olan Uluabat Gölü'ne dökülür (İnan ve ark, 1999; Karacaoğlu, 2006).

Ağır metaller biyolojik birikim gösterdikleri için kirlilik kaynağından uzak olan noktalarda dahi toksik etkilere neden olabilmektedirler. Ayrıca havzanın jeolojik yapısının da sistem üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için, Emet Çayı'nın en az antropojenik etkilere maruz kalan kaynak bölgesinden Orhaneli Çayı ile birleştiği yere kadar olan bölgede istasyonlar belirlenmiştir. Organik ve inorganik kirlilik girdi kaynakları (evsel, tarımsal, endüstriyel vs.) göz önüne alınarak Emet Çayı üzerinde altı, Emet Çayı Havzası'nın önemli yan kollarının sisteme etkilerinin belirlenebilmesi için Kınık Çayı ve Dursunbey Çayı üzerinde birer istasyon olmak üzere toplamda sekiz istasyon belirlenmiştir. İstasyonların coğrafi bilgileri (rakım, koordinat ve mevki) Çizelge 2.1.'de, çalışma alanının haritası ise Şekil 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 İstasyonların coğrafi bilgileri.

İstasyonlar	Mevki	Koordinat		Rakım (m)
E1 İstasyonu	Soğuksu Köyü	39 09 835 N	029 17 396 E	838
E2 İstasyonu	A.yoncaağaç Köyü	39 16 246 N	029 13 443 E	726
E3 İstasyonu	Yağcık Köyü	39 21 064 N	029 13 712 E	697
E4 İstasyonu	Dereli Köyü	39 28 111 N	029 15 179 E	555
E5 İstasyonu	Kınık Deresi	39 39 895 N	029 02 263 E	509
E6 İstasyonu	Örenköy-Kuzköy Arası	39 37 091 N	028 55 323E	357
E7 İstasyonu	Dursunbey Çayı	39 37 454 N	028 43 445 E	305
E8 İstasyonu	Düğüncüler Köyü	39 40 321 N	028 43 450 E	270



Şekil 2.1 Emet Çayı Havzası ve tespit edilen istasyonlar.

E1 istasyonu, Kütahya iline bağlı Gediz ilçesinin Soğuksu köyü yakınlarında, Emet Çayı'nın kaynak bölgesine oldukça yakın bir bölgede yer almaktadır ve evsel ve endüstriyel kirlilik baskısından uzaktır (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2 E1 istasyonu (kış mevsimi).

E2 istasyonu, yine kaynak bölgesine yakın, Kütahya iline bağlı Hisarcık ilçesinin ve ilçenin evsel ve kanalizasyon atıklarının Emet Çayı'na deşarj edildiği noktanın hemen öncesinde yer almaktadır (Şekil 2.3.).

E3 istasyonu, Kütahya iline bağlı Emet ilçesinin Yağcık köyünde ve Eti Bor Madenlerine oldukça yakın bir konumda yer almaktadır. Madenlerin atık deşarjına doğrudan maruz kalmayan E3 istasyonu önemli evsel ve tarımsal kaynaklı önemli bir organik kirlilik baskısı altındadır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3 E2 (solda) ve E3 (sağda) istasyonları (kış mevsimi).

E4 istasyonu, Emet Çayı üzerinde, Eti Bor Madenleri atıklarının deşarj edildiği Gelenbek Deresi'nin Emet Çayı'na döküldüğü noktadan sonra ve Dereli köyüne oldukça yakın bir konumda yer almaktadır. Ayrıca atıkları sisteme direkt olarak deşarj edilmemesine rağmen, konumsal olarak Kütahya'da yer alan Eti Gümüş Madenleri'ne en yakın olan istasyon E4 istasyonudur (yaklaşık 50 km.) (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4 İlkbahar (solda) ve yaz (sağda) mevsimlerinde E4 istasyonu.

E5 istasyonu, Emet Çayı'nın önemli yan kollarından olan Kınık Çayı Üzerinde yer almaktadır. Bölge önemli evsel ve tarımsal kaynaklı organik kirliliğe maruz kalmamasına rağmen, çayın yukarı havzasında yer alan Harmancık Krom Madenleri'nden kaynaklanan antropojenik ve bölgenin jeolojik yapısından kaynaklanan doğal inorganik kirlilik baskısı altındadır (Şekil 2.5.).

E6 istasyonu, Emet Çayı'nın aşağı havzasında ve ulusal öneme sahip ve ülkemizin en önemli pirinç tarlalarının bulunduğu Uluçam köyünün ve Kınık Çayı'nın sisteme karıştığı noktanın sonrasında yer almaktadır. Bu nedenle tarımsal kirliliğin yanı sıra önemli bir inorganik kirlilik baskısına da maruz kalmaktadır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5 E5 (solda) ve E6 (sağda) istasyonları (kış mevsimi).

E7 istasyonu, havzasında kırsal yerleşimin hakim olduğu ve Emet Çayı'nın önemli yan kollarından olan Dursunbey Çayı'nın aşağı havzasında yer almaktadır. Bölgede tarımsal faaliyetler oldukça yoğun olmasına rağmen herhangi bir noktasal inorganik kirlilik kaynağı yer almamaktadır (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6 E7 istasyonu (kış mevsimi).

E8 istasyonu, Emet Çayı'nın aşağı havzasında yer almaktadır ve Orhaneli Çayı ile karışmadan önce belirlenen son istasyondur. E7 istasyonunun döküldüğü noktadan sonar yer alan E8 istasyonu, sistemin maruz kaldığı tüm evsel, tarımsal, endüstriyel deşarjlardan kaynaklanan antropojenik etkileri ve havzanın jeolojisinden kaynaklanan doğal etkileri ve Uluabat Gölüne taşınan kirliliği yansıtmaktadır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7 Sonbahar (solda) ve yaz (sağda) mevsimlerinde E8 istasyonu.

2.2 Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Toplanması

Kasım 2010-Ağustos 2011 tarihleri arasında mevsimlik periyotlarla yapılan arazi çalışmalarında, tüm istasyonlardan su ve sediment örnekleri, havzanın inorganik yükünün biyotik öğelerdeki baskısını belirlemek için kirlilik kaynakları ve akarsu yatağının balık temini için uygunluğu göz önüne alınarak belirlenen dört istasyondan (E2, E4, E7 ve E8) ise balık örnekleri alınmıştır. Arazi çalışmaları sırasında tüm istasyonlarda suyun çözünmüş oksijen, % oksijen doygunluğu, sıcaklık, pH, tuzluluk ve iletkenlik değerleri Hach Lange markalı arazi tipi multi parametre ölçüm cihazı (HQ40D) ile arazide belirlenmiştir. Laboratuarda yapılacak analizler için uygun kaplara yeterli miktarlarda su örnekleri alınmış ve analize kadar uygun muhafaza koşullarında saklanmıştır. Sedimentlerin alınmasında sediment kepçesi kullanılmış ve alınan sediment örnekleri etiketli cam kaplarla araç tipi buzdolabına yerleştirilerek laboratuara getirilmiştir. Balık örnekleri, belirlenen istasyonlardan Honda marka modifiye jeneratör ile temin edilmiştir. Tüm istasyonlardan aynı tür balıkların temin edilmesine dikkat edilmiş (*Squalius cii*, *Capoeta tinca* ve *Barbus oligolepis*) ve özellikle başta karaciğer ve böbrek dokuları olmak üzere ağır metal analizleri için kullanılacak dokuların yeterli miktarda olabilecek kadar balık yakalanmıştır. Balık örnekleri naylon poşetler içerisinde ve buz kalıpları arasında muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde havzadan yeteri kadar *B. oligolepis* örneği temin edilemediği için metal analizlerinde bunlar değerlendirmeye alınmamıştır.

2.3 Laboratuvar Çalışmaları ve Element Analizleri

Tüm numunelerden üçlü tekrar şeklinde yapılan element analizlerinde kullanılan dalga boyları Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Elementlerin dalga boyları.

Element	Dalga boyu (nm)
Kalsiyum	315,887
Potasyum	766,491
Magnezyum	279,079
Sodyum	588,995
Nikel	231,604
Çinko	213,856
Arsenik	193,759
Bor	249,678
Kadmiyum	226,502
Bakır	324,754
Mangan	257,610
Kurşun	220,353
Gümüş	328,068
Krom	205,552
Cıva	194,227

Abiyotik ve biyotik öğerdeki tüm element analizleri, Anadolu Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

2.3.1 Fizikokimyasal analizler

Arazi çalışmaları sırasında uygun kaplara alınan yeterli miktarda su numuneleri, uygun muhafaza koşulları altında laboratuara getirilmiştir. Aynı gün içerisinde su örneklerinde nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, sülfat ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) seviyeleri Hach Lange markalı spektrofotometre (DR 2800), fosfat ve toplam klor değerleri ve spektrofotometrik olarak ölçülemeyen düşük seviyelerdeki nitrit azotu, nitrat azotu ve sülfat değerleri yine Hach Lange markalı (DR 890) multi parametre ölçüm cihazı ile tespit edilmiştir. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) değerleri ise Enotek Marka Ref. 100 cihazı ile ölçülmüştür (EN ISO 10304-1; EN ISO 10304-2; EN ISO 26777; DIN 38405-D5; DIN 38406-E5; DIN 38405 D9-2; DIN 38409 H41-H44).

2.3.2 Sularda element analizleri

Su numunelerindeki kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, nikel, çinko, arsenik, bor, kadmiyum, bakır, mangan, kurşun, gümüş, krom ve cıva seviyeleri ICP-OES spektroskopik metot ile Varian marka 720 ES model ICP-OES cihazı ile belirlenmiştir.

Laboratuara getirelen su örnekleri, çözünmüş elementlerin belirlenmesi için öncelikle, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (selüloz nitrat) süzölmüştür. Süzöntüden alınan bir miktar su numunesi (1+1) nitrik asit ile hemen pH < 2'ye ayarlanmıştır. Örneğin asit derişimi % 1 (v/v) nitrik asite karşılık gelecek şekilde, uygun hacimde (1+1) nitrik asit (ör; 20 mL örneğe 0.4 mL (1+1) HNO₃) ilave edilmiştir. Tüp kapatılıp karıştırılarak, örnek analize hazır hale

getirilmiştir. Cıva tayininde, kalibrasyon standardındaki cıvanın sinyal yanıtını karşılamak ve hafıza girişim etkilerini azaltmak üzere, ayrı bir örnek ilave olarak % 1 (v/v) HCl içerecek şekilde asitlendirilmiştir. Çözünmüş elementlerin içerikleri ICP-OES Varian 720 ES cihazı ile ölçülmüştür (EPA metod 200.7, 2001).

2.3.3 Sedimentlerde element analizleri

İstasyonlara ait sediment numuneleri deterjan, su, nitrik asit (1:1 v/v) ve tekrar su ile iyice yıkanan ve sonra kurutulun temiz cam kaplara alınmıştır. Numunelerden homojen bir karışım şeklinde saat camına alınarak, tamamen kuruyana kadar 105 ± 5 °C'de etüvde tutulmuştur. Cıva analizleri için örnekler 40 °C'den düşük sıcaklıklarda kurutulmuştur. Etüvde tamamen nemi giderilen numuneler karıştırılarak iyice homojen haline getirilmiş ve analitik terazi ile tartım yapılarak her numuneden 0,5 g alınmıştır. Numunelere $10 \pm 0,1$ mL konsantre nitrik asit ilave edilerek karıştırılmış ve CEM Mars Xpress markalı mikrodalga yakma ünitesinde digestion (sindirme) işlemine tabi tutulmuştur. Organik yıkımları biten örnekler soğutulup, santrifüjlendikten sonra filtre kağıdından süzülerek, hacimleri 100 mL'ye tamamlanmış ve Varian marka ICP-OES 720 ES ile element konsantrasyonları belirlenmiştir. Tüm işlemler kör numunelerde de aynı şekilde uygulanmıştır (EPA 3051-A 1998).

2.3.4 Balık dokularında element analizleri

Balık örnekleri buz kalıplar içerisinde muhafaza edilerek laboratuara getirilmiştir. Tür, cinsiyet, boy ve ağırlık değerleri belirlendikten sonra kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokuları dikkatli bir biçimde alınarak -20°C'de derin donduruculu bir buzdolabında analiz işlemine kadar muhafaza edilmiştir. Numunelerden homojen bir karışım şeklinde saat camına alınarak tamamen kuruyana kadar 105 ± 5 °C'de etüvde tutulmuştur. Cıva analizleri için örnekler 40 °C'den düşük sıcaklıklarda kurutulmuştur. Etüvde tamamen nemi giderilen numuneler porselen havanda öğütülerek iyice homojen haline getirilmiş ve öğütülmüş materyaller kuru ağırlık çalışılması nedeni ile 2 saat kadar tekrar etüvde bekletilmiştir. Kuru ve homojen numunelerden analitik terazi ile tartım yapılarak her numuneden 0,5 g alınmıştır. Numunelere $9 \pm 0,1$ mL konsantre nitrik asit ve $3 \pm 0,1$ mL konsantre perklorik asit ilave edilerek karıştırılmış ve CEM Mars Xpress markalı mikrodalga yakma ünitesinde digestion (sindirme) işlemine tabi tutulmuştur. Organik yıkımları biten örnekler soğutulup, santrifüjlendikten sonra filtre kağıdından süzülerek, hacimleri 100 mL'ye tamamlanmış ve Varian marka ICP-OES 720 ES ile element konsantrasyonları saptanmıştır. Tüm işlemler kör numunelerde de aynı şekilde uygulanmıştır (ASTM, 1985; APHA, 1992).

2.4 Toplam Su Sertliğinin Hesaplanması

Toplam kalıcı su sertliği aşağıdaki formül kullanılarak belirlenebilir;

$$“Toplam kalıcı su sertliği = Kalsiyum sertliği + Magnezyum sertliği”$$

Kalsiyum ve magnezyum sertlikleri, sudaki kalsiyum karbonat konsantrasyonunun eşdeğeri olarak ifade edilen, kalsiyum ve magnezyum iyon konsantrasyonlarıdır. Ca^{2+} , Mg^{2+} ve $CaCO_3$ molar kütleleri sırası ile; 40,1 g/mol, 24,3 g/mol ve 100,1 g/mol’dür.

Molar kütlelerinin oranı ise aşağıdaki formüller ile ifade edilir;

$$\frac{M_{CaCO_3}}{M_{Ca}} = \frac{100,1}{40,1} = 2,5$$

$$\frac{M_{CaCO_3}}{M_{Mg}} = \frac{100,1}{24,3} = 4,1$$

Buna göre, sudaki $CaCO_3$ ile eşdeğer olarak toplam kalıcı su sertliği aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (<http://www.lenntech.com>);

$$[CaCO_3] = 2,5 \cdot [Ca^{2+}] + 4,1 \cdot [Mg^{2+}]$$

2.5 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Emet Çayı Havza sularında tespit edilen veriler; Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde (SKKY, 2004) bildirilen limit değerler ile, Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2002) tarafında yüzey suları için bildirilen limit değerler ile, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından (EC, 2006) balık sağlığının korunması için yüzey sularında bildirilen limit değerler ile, Türk Standartları Enstitüsü tarafından bildirilen (TS 266, 2005) içme ve kullanma suyu limit değerler ile, Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2011) tarafından içme suları için bildirilen limit değerler ile ve Avrupa Birliği Komisyonu tarafından (EC, 2007) içme suları için bildirilen limit değerler ile karşılaştırılmıştır. Sedimentlerde tespit edilen veriler, MacDonald ve ark. tarafından bildirilen sediment kalite kriterleri ile (MacDonald et al, 2000), balıklarda tespit edilen veriler ise Türk Gıda Kodeksi (TGK, 2002; TGK, 2008) tarafından bildirilen limit değerler ile karşılaştırılmıştır.

Tespit edilen multi parametrelere göre istasyonların sınıflandırılması için Bray Curtis’e göre yapılan Cluster Analizi (CA), balık dokularındaki element içeriklerindeki istasyon ve mevsimsel sapmaların belirlenmesi için kullanılan Box Plot sapma diyagramları ve sularda ve sedimentlerde tespit edilen parametrelerin istasyon ve mevsimsel dağılımlarını ifade etmek için kullanılan Matrix Plot dağılım diyagramları “Past” istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiki farklarını belirleyebilmek için Tukey’e göre yapılan One Way Anova Testleri, veriler arasındaki anlamlı ilişkilerin tespiti için kullanılan Pearson

Korelasyon Analizleri, sistem üzerindeki baskı unsurlarının sınıflandırılması için kullanılan Faktör Analizi (FA) ve Scatterdot noktalama grafikleri “SPSS 17” istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Suda Tespit Edilen Fiziksel, İnorganik-Kimyasal ve Organik Parametreler

Emet Çayı Havzasında, Kasım 2010-Ağustos 2011 tarihleri arasında mevsimsel olarak araştırılan sekiz istasyonda ölçülen su kalite parametre sonuçları değerleri Çizelge 3.1.-3.4.'te verilmiştir. Yıllık ortalama değerler ve araştırılan istasyonlardaki su kalite parametrelerinin istatistiki farklarının ortaya konması amacıyla uygulanan One Way Anova Testi sonuçları ise Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Emet Çayı Havzasında tespit edilen su kalite parametrelerinin (Çözünmüş oksijen, sıcaklık, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), elektriksel iletkenlik, tuzluluk, kalsiyum karbonat, sülfat, amonyum, fosfat, nitrit ve nitrat) mevsimler ve istasyonlardaki farklılıklarına ilişkin Matriks Plot Dağılım Diyagramları Şekil 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sonbahar mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.

İstasyonlar	Parametreler															
	O ₂ (mg/L)	O ₂ Dyg. (%)	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk (‰)	İletkenlik (µS/cm)	Nitrit (NO ₂) (mg/L)	Nitrat (NO ₃) (mg/L)	Amonyum (NH ₄) (mg/L)	Fosfat (PO ₄) (mg/L)	Sülfat (SO ₄) (mg/L)	Klor (Cl) (mg/L)	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	CaCO ₃ (mg/L)	Endi.
E1	7,63	85,3	15,4	7,43	0,41	677	0,014	1,02	0,018	0,63	214	0,01	45,2	1	141	*2
E2	7,02	80,33	17,3	7,8	0,44	761	0,032	2,9	0,017	0,35	228	0,01	48,4	2	170	*2
E3	6,92	71,7	12,8	7,52	0,44	680	0,019	1,04	0,012	0,4	213	0,02	48,76	1	247	*3
E4	8,74	95,6	16,3	7,33	0,48	813	0,052	1,16	0,016	0,48	233	0,01	48,6	2	338	*3
E5	9,58	90,3	11,2	7,47	0,48	712	0,015	0,6	0,018	0,35	7,65	0,01	48,6	1	297	*3
E6	9,26	90	12,3	7,38	0,45	682	0,023	1,7	0,016	0,14	173	0,04	65	5	319	*3
E7	10,68	103,3	12,2	8,39	0,27	413	0,007	0,5	0,01	0,47	5,52	0,01	67,9	1	105	*1
E8	10,04	99,9	13,6	8,31	0,39	625	0,022	1,03	0,015	0,23	132	0,03	64,9	5	232	*3

Dyg.: doygunluğu; Endi.: endikasyon; *1: orta derece sert su; *2: sert su; *3: çok sert su

Çizelge 3.2 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda kış mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.

İstasyonlar	Parametreler															
	O ₂ (mg/L)	O ₂ Dyg. (%)	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk (‰)	İletkenlik (µS/cm)	Nitrit (NO ₂) (mg/L)	Nitrat (NO ₃) (mg/L)	Amonyum (NH ₄) (mg/L)	Fosfat (PO ₄) (mg/L)	Sülfat (SO ₄) (mg/L)	Klor (Cl) (mg/L)	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	CaCO ₃ (mg/L)	Endi.
E1	11,43	111,4	8,6	7,49	0,2	284	0,01	1,4	0,011	0,56	152	0,01	47,8	1	243	*3
E2	11,16	107,5	11,6	7,33	0,36	547	0,016	3,6	0,014	0,62	166	0,01	50,3	2	437	*3
E3	10,75	100,9	8,8	7,42	0,33	463	0,014	1	0,01	0,66	153	0,02	50,5	1	351	*3
E4	11,87	108,3	8,4	7,51	0,33	467	0,016	1,2	0,008	0,65	146	0,01	49,8	2	344	*3
E5	11,42	102,8	7,7	8,55	0,45	610	0,009	0,86	0,001	0,51	8,98	0,03	49,2	2	345	*3
E6	11,43	103,5	9,2	7,34	0,33	468	0,059	1,4	0,011	0,63	101	0,09	49	8	371	*3
E7	12,71	107	6,4	7,25	0,11	156,3	0,001	0,46	0,001	0,65	4,45	0,11	51,3	1	117	*1
E8	11,54	101,2	8,3	7,16	0,25	355	0,05	2,2	0,012	0,59	56	0,1	50,2	9	294	*3

Dyg.: doygunluğu; Endi.: endikasyon; *1: orta derece sert su; *2: sert su; *3: çok sert su

Çizelge 3.3 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda ilkbahar mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.

İstasyonlar	Parametreler															
	O ₂ (mg/L)	O ₂ Dyg. (%)	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk (‰)	İletkenlik (µS/cm)	Nitrit (NO ₂) (mg/L)	Nitrat (NO ₃) (mg/L)	Amonyum (NH ₄) (mg/L)	Fosfat (PO ₄) (mg/L)	Sülfat (SO ₄) (mg/L)	Klor (Cl) (mg/L)	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	CaCO ₃ (mg/L)	Endi.
E1	9,01	105,6	20,9	7,64	0,36	673	0,018	1,6	0,018	0,54	192	0,01	9,09	1	360	*3
E2	8,41	100,6	16,5	7,96	0,4	675	0,049	3,1	0,019	1,38	206	0,02	7,89	3	403	*3
E3	8,92	102,4	14,6	8,08	0,39	636	0,064	1,8	0,022	1,34	200	0,04	9,76	2	389	*3
E4	7,56	85,4	15,9	8,3	0,41	680	0,063	1,8	0,018	1,22	195	0,04	9,85	2	386	*3
E5	10,2	112,8	11,3	8,08	0,46	688	0,053	1,1	0,014	0,87	13	0,08	11,8	1	518	*3
E6	9,82	106,2	14,8	8,71	0,38	616	0,168	2,4	0,019	0,69	129	0,21	9,75	2	372	*3
E7	10,4	113,6	16,3	8,5	0,16	273	0,023	0,2	0,015	1,93	8	0,14	8,55	1	144	*2
E8	6,29	68,2	16	8,62	0,31	524	0,073	2,5	0,018	1,46	84	0,18	11,4	3	359	*3

Dyg.: doygunluğu; Endi.: endikasyon; *1: orta derece sert su; *2: sert su; *3: çok sert su

Çizelge 3.4 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda yaz mevsiminde suda tespit edilen su kalite parametreleri.

İstasyonlar	Parametreler															
	O ₂ (mg/L)	O ₂ Dyg. (%)	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk (‰)	İletkenlik (µS/cm)	Nitrit (NO ₂) (mg/L)	Nitrat (NO ₃) (mg/L)	Amonyum (NH ₄) (mg/L)	Fosfat (PO ₄) (mg/L)	Sülfat (SO ₄) (mg/L)	Klor (Cl) (mg/L)	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	CaCO ₃ (mg/L)	Endi.
E1	8,43	102,5	23,4	7,89	0,43	833	0,018	0,16	0,18	0,023	192	0,01	8,8	1	549	*3
E2	8,19	100,2	19,5	7,98	0,51	973	0,018	0,48	0,19	0,241	218	0,014	7,9	2	621	*3
E3	7,53	84,6	17,6	8,01	0,51	1070	0,02	0,58	0,21	1,07	237	0,02	9,88	4	644	*3
E4	7,81	91,1	18,9	8,16	0,61	1172	0,024	0,49	0,19	1,06	249	0,013	23,3	5	677	*3
E5	8,02	94,2	13,84	8,52	0,54	1021	0,015	0,15	0,09	0,74	33	0,08	15,1	4	531	*3
E6	7,7	86,5	18,84	8,27	0,48	928	0,026	0,35	0,2	0,98	178	0,07	35,4	6	518	*3
E7	9,85	111,4	26,3	8,46	0,29	561	0,009	0,18	0,03	0,063	4,97	0,11	5,93	3	336	*3
E8	8,07	95,5	20,45	8,62	0,46	833	0,023	0,25	0,12	0,25	172	0,12	18,2	5	487	*3

Dyg.: doygunluğu; Endi.: endikasyon; *1: orta derece sert su; *2: sert su; *3: çok sert su

Çizelge 3.5 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen su kalite parametrelerinin yıllık ortalama değerleri

İstasyonlar	Parametreler																
	O ₂ (mg/L)	O ₂ Dyg. (%)	Sıcaklık (°C)	pH	Tuzluluk (‰)	İletkenlik (µS/cm)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Amonyum (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Sülfat (mg/L)	Klor (mg/L)	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	CaCO ₃ (mg/L)	Endi.	
E1 (min)	7,63	85,30	8,60	7,43	0,20	284,00	0,01	0,16	0,01	0,02	152,00	0,01	8,80	1,00	141,00	2,00	
	(mak)	11,43	111,40	23,40	7,89	0,43	833,00	0,02	1,60	0,18	0,63	214,00	0,01	47,80	1,00	549,00	3,00
	(ort)	9,13 ^a	101,20 ^a	17,08 ^a	7,61 ^a	0,35 ^{ab}	616,75 ^a	0,02 ^a	1,05 ^{ab}	0,06 ^a	0,44 ^a	187,50 ^{ac}	0,01 ^a	27,72 ^a	1,00 ^a	323,25 ^a	*2,75
	(SD)	1,64	11,22	6,56	0,21	0,10	234,01	0,00	0,64	0,08	0,28	25,84	0,00	21,71	0,00	175,09	0,50
E2 (min)	7,02	80,33	11,60	7,33	0,36	547,00	0,02	0,48	0,01	0,24	166,00	0,01	7,89	2,00	170,00	2,00	
	(mak)	11,16	107,50	19,50	7,98	0,51	973,00	0,05	3,60	0,19	1,38	228,00	0,02	50,30	3,00	621,00	3,00
	(ort)	8,70 ^a	97,16 ^a	16,23 ^a	7,77 ^a	0,43 ^a	739,00 ^a	0,03 ^a	2,52 ^a	0,06 ^a	0,65 ^a	204,50 ^a	0,01 ^a	28,62 ^a	2,25 ^{ab}	407,75 ^a	*2,75
	(SD)	1,75	11,71	3,33	0,30	0,06	179,07	0,02	1,39	0,09	0,51	27,20	0,00	23,95	0,50	185,18	0,50
E3 (min)	6,92	71,70	8,80	7,42	0,33	463,00	0,01	0,58	0,01	0,40	153,00	0,02	9,76	1,00	247,00	3,00	
	(mak)	10,75	102,41	17,60	8,08	0,51	1070,00	0,06	1,80	0,21	1,34	237,00	0,04	50,50	4,00	644,00	3,00
	(ort)	8,53 ^a	89,90 ^a	13,45 ^a	7,76 ^a	0,42 ^a	712,25 ^a	0,03 ^a	1,11 ^{ab}	0,06 ^a	0,87 ^a	200,75 ^a	0,03 ^a	29,73 ^a	2,00 ^{ab}	407,75 ^a	*3,00
	(SD)	1,70	14,57	3,68	0,34	0,08	256,23	0,02	0,51	0,10	0,42	35,33	0,01	23,00	1,41	168,55	0,00
E4 (min)	7,56	85,40	8,40	7,33	0,33	467,00	0,02	0,49	0,01	0,48	146,00	0,01	9,85	2,00	338,00	3,00	
	(mak)	11,87	108,30	18,90	8,30	0,61	1172,00	0,06	1,80	0,19	1,22	249,00	0,04	49,80	5,00	677,00	3,00
	(ort)	9,00 ^a	95,10 ^a	14,88 ^a	7,83 ^a	0,46 ^a	783,00 ^a	0,04 ^a	1,16 ^{ab}	0,06 ^a	0,85 ^a	205,75 ^a	0,02 ^a	32,89 ^a	2,75 ^{ab}	436,25 ^a	*3,00
	(SD)	1,98	9,74	4,52	0,48	0,12	295,91	0,02	0,54	0,09	0,35	45,82	0,01	19,63	1,50	161,91	0,00
E5 (min)	8,02	90,30	7,70	7,47	0,45	610,00	0,01	0,15	0,00	0,35	7,65	0,01	11,80	1,00	297,00	3,00	
	(mak)	11,42	112,80	13,84	8,55	0,54	1021,00	0,05	1,10	0,09	0,87	33,00	0,08	49,20	4,00	531,00	3,00
	(ort)	9,81 ^a	100,03 ^a	11,01 ^a	8,16 ^a	0,48 ^a	757,75 ^a	0,02 ^a	0,68 ^b	0,03 ^a	0,62 ^a	15,66 ^b	0,05 ^a	31,18 ^a	2,00 ^{ab}	422,75 ^a	*3,00
	(SD)	1,41	9,99	2,52	0,50	0,04	180,82	0,02	0,41	0,04	0,23	11,78	0,04	20,51	1,41	119,23	0,00
E6 (min)	7,70	86,50	9,20	7,34	0,33	468,00	0,02	0,35	0,01	0,14	101,00	0,04	9,75	2,00	319,00	3,00	
	(mak)	11,43	106,21	18,84	8,71	0,48	928,00	0,17	2,40	0,20	0,98	178,00	0,21	65,00	8,00	518,00	3,00
	(ort)	9,55 ^a	96,55 ^a	13,79 ^a	7,93 ^a	0,41 ^a	673,50 ^a	0,07 ^b	1,46 ^{ab}	0,06 ^a	0,61 ^a	145,25 ^{ac}	0,10 ^b	39,79 ^a	5,25 ^b	395,00 ^a	*3,00
	(SD)	1,54	9,76	4,07	0,68	0,07	191,82	0,07	0,85	0,09	0,35	36,81	0,07	23,40	2,50	85,65	0,00
E7 (min)	9,85	103,30	6,40	7,25	0,11	156,30	0,00	0,18	0,00	0,06	4,45	0,01	5,93	1,00	105,00	1,00	
	(mak)	12,71	113,60	26,30	8,50	0,29	561,00	0,02	0,50	0,03	1,93	8,00	0,14	67,90	3,00	336,00	3,00
	(ort)	10,91 ^a	108,83 ^a	15,30 ^a	8,15 ^a	0,21 ^b	350,83 ^b	0,01 ^a	0,34 ^b	0,01 ^b	0,78 ^a	5,74 ^b	0,09 ^b	33,42 ^a	1,50 ^a	175,50 ^b	*1,75
	(SD)	1,25	4,59	8,38	0,60	0,09	175,06	0,01	0,17	0,01	0,81	1,57	0,06	31,00	1,00	108,24	0,96
E8 (min)	6,29	68,20	8,30	7,16	0,25	355,00	0,02	0,25	0,01	0,23	56,00	0,03	11,40	3,00	232,00	3,00	
	(mak)	11,54	101,20	20,45	8,62	0,46	833,00	0,07	2,50	0,12	1,46	172,00	0,18	64,90	9,00	487,00	3,00
	(ort)	8,99 ^a	91,20 ^a	14,59 ^a	8,18 ^a	0,35 ^{ab}	584,25 ^a	0,04 ^a	1,50 ^{ab}	0,04 ^a	0,63 ^a	111,00 ^c	0,11 ^b	36,18 ^a	5,50 ^b	343,00 ^a	*3,00
	(SD)	2,29	15,53	5,06	0,69	0,09	199,77	0,02	1,04	0,05	0,58	51,37	0,06	25,55	2,52	109,11	0,00

Aynı sütundaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05); min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Emet Çayı Havzası'nda sonbahar ve kış mevsimlerinde tespit edilen çözünmüş oksijen ve % oksijen doygunluğu değerleri diğer mevsimlere göre daha yüksektir (Çizelge 3.1., 3.2.). Çalışmamızda tespit edilen en yüksek çözünmüş oksijen değeri, kış mevsiminde E7 istasyonunda 12,71 mg/L olarak; en düşük çözünmüş oksijen değeri ise, ilkbahar mevsiminde E8 istasyonunda 6,29 mg/L olarak ölçülmüştür. Yapılan One Way Anova Testi sonuçlarına göre, çözünmüş oksijen ve % oksijen doygunluğu değerleri açısından istasyonlar arasında önemli bir istatistiki fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$).

Ilkbahar ve yaz mevsimlerinde tespit edilen sıcaklık değerleri mevsim normallerinde kaydedilmiş olup sonbahar ve kış mevsimlerinde düşük, ilkbahar ve yaz dönemlerinde ise daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Sıcaklık verileri açısından istasyonlar arasında önemli bir istatistiki fark tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Emet Çayı Havzası'nda tespit edilen en yüksek sıcaklık verisi, yaz mevsiminde E7 istasyonunda 26,3 °C olarak; en düşük değer ise, kış mevsiminde yine E7 istasyonunda 6,4 °C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.2., 3.4.).

Araştırma alanındaki sekiz istasyonun pH değerleri Çizelge 3.1.-3.4.'te de görüldüğü gibi farklılıklar göstermektedir. Özellikle ilkbahar ve yaz mevsimlerinde Emet Çayı Havza sularının alkali karakterde olduğu belirlenmiştir. Tespit edilen en yüksek pH değeri, E6 istasyonunda ilkbahar mevsimlerinde 8,71 olarak, en düşük pH değeri ise, E8 istasyonunda kış mevsiminde 7,16 olarak kaydedilmiştir. Ölçülen pH değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiki bir fark belirlenmemiştir ($p<0,05$).

Emet Çayı Havzasında tespit edilen tuzluluk ve elektriksel iletkenlik verilerinin özellikle yaz mevsiminde önemli derecede yükseliş gösterdiği kaydedilmiştir ve her iki parametre açısından da istasyonlar arasında önemli bir istatistiki fark belirlenmiştir ($p<0,05$). Buna göre E2, E3, E4, E5 ve E6 istasyonlarında tespit edilen tuzluluk değerleri E7 istasyonundan; E1, E2, E3, E4, E5, E6 ve E8 istasyonlarında tespit edilen elektriksel iletkenlik değerleri yine E7 istasyonundan istatistiki olarak önemli derecede yüksektir. Çalışmamızda tespit edilen en yüksek tuzluluk ve elektriksel iletkenlik değerleri yaz mevsiminde E4 istasyonunda (%0 0,61; 1172 $\mu\text{S/cm}$); en düşük tuzluluk ve elektriksel iletkenlik değerleri ise kış mevsiminde E7 istasyonunda (%0 0,11; 156,3 $\mu\text{S/cm}$) tespit edilmiştir.

E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilen azotlu bileşik seviyeleri (nitrit, nitrat, amonyum) genel olarak diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden oldukça düşüktür. E2 istasyonunda tespit edilen nitrat değerleri E5 ve E7 istasyonlarından, E6 istasyonunda tespit edilen nitrit değerleri ve E7 istasyonunda tespit edilen amonyum değerleri ise tüm istasyonlardan istatistiki

olarak anlamlı derecede farklılık sergilemiştir ($p<0,05$). Ayrıca yaz mevsiminde belirlenen amonyum seviyeleri neredeyse tüm havza boyunca diğer mevsimlerden önemli derecede yüksek, nitrat seviyeleri ise düşüktür. Bir yıllık arazi periyodu boyunca tespit edilen en yüksek nitrit değeri, ilkbahar mevsiminde, E6 istasyonunda (0,168 mg/L); nitrat değeri, kış mevsiminde, E2 istasyonunda (3,6 mg/L); amonyum değeri, yaz mevsiminde, E3 istasyonunda (0,21 mg/L) kaydedilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen en düşük nitrit değeri ise, kış mevsiminde, E7 istasyonunda (0,001 mg/L); nitrat değeri, yaz mevsiminde, E1 istasyonunda (0,16 mg/L); amonyum değeri, kış mevsiminde, E5 ve E7 istasyonlarında (0,001 mg/L) kaydedilmiştir (Çizelge 3.2.-3.4.).

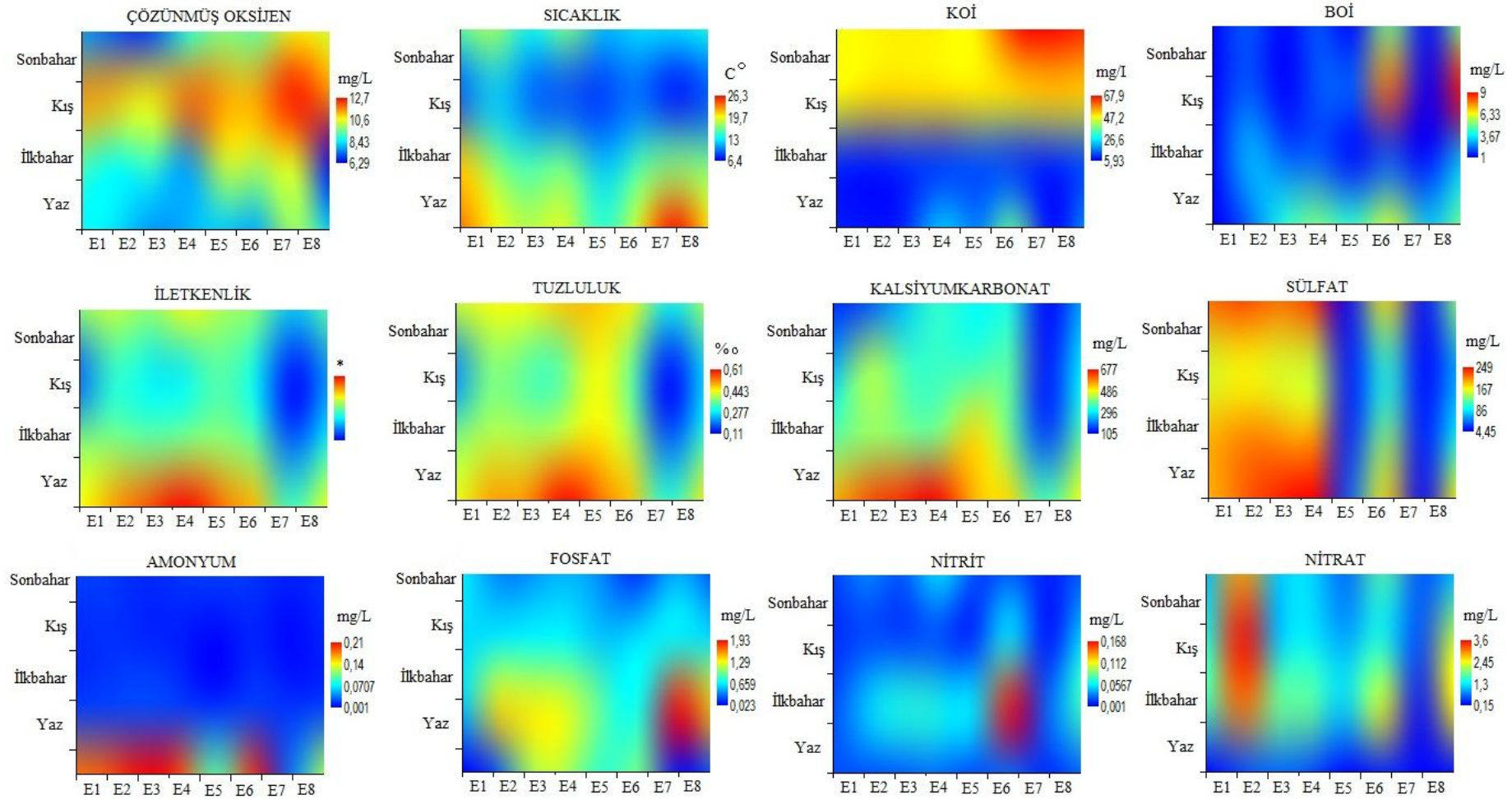
İlkbahar ve yaz mevsimlerinde tespit edilen fosfat değerleri, sonbahar ve kış mevsimlerinde tespit edilen değerlere göre oldukça yüksektir ve özellikle ilkbahar mevsiminde E7 (1,93 mg/L) ve E8 (1,46 mg/L) istasyonlarında tespit edilen fosfat seviyelerindeki ani yükseliş dikkat çekicidir. Bölgede tespit edilen fosfat değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiki bir fark tespit edilememiştir ($p<0,05$).

Emet Çayı Havzası'nda tespit edilen sülfat değerleri, istasyonlara ve mevsimlere göre oldukça yüksek değişkenliğe sahiptir. Kış mevsiminde belirlenen sülfat değerleri diğer mevsimlerden, E5 ve E7 istasyonlarında belirlenen sülfat değerleri ise diğer istasyonlardan önemli derecede düşüktür. Yaz mevsiminde, E4 istasyonunda, 249 mg/L olarak tespit edilen sülfat değeri, çalışmamızda kaydedilen en yüksek; kış mevsiminde, E7 istasyonunda, 4,45 mg/L olarak tespit edilen sülfat değeri ise çalışmamızda kaydedilen en düşük sülfat değerleridir.

Belirlenen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) seviyelerinde istasyonlara göre istatistiki bir fark tespit edilmemişken, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) verileri açısından E6 ve E8 istasyonları, E1 ve E7 istasyonlarından anlamlı derecede farklıdır ($p<0,05$). Kış mevsiminde E6 (8 mg/L) ve E8 (9 mg/L) istasyonlarında tespit edilen ani yükselişler hariç BOİ değerlerinde önemli mevsimsel farklar kaydedilmemişken, KOİ değerlerinin özellikle sonbahar ve kış mevsimlerinde gösterdiği önemli artışlar dikkat çekicidir. Çalışmamızda tespit edilen en düşük BOİ seviyeleri 1 mg/L yıllık ortalaması ile E1 istasyonunda belirlenmişken, en düşük KOİ verisi yaz mevsiminde 5,93 mg/L olarak E7 istasyonunda kaydedilmiştir.

Sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde E7 istasyonunda tespit edilen kalsiyum karbonat verileri hariç, Emet Çayı Havzası'nda kaydedilen kalsiyum karbonat verilerinde önemli sapmalar belirlenmemiştir. E7 istasyonunda tespit edilen kalsiyum karbonat değerlerindeki farklar istatistiki olarak ta diğer istasyonlardan düşüktür ($p<0,05$). Yaz mevsiminde belirlenen kalsiyum karbonat verileri diğer mevsimlerde kaydedilen verilerden

oldukça yüksektir ve çalışma periyodumuz süresince belirlenen en yüksek kalsiyum karbonat değeri bu mevsimde, E4 istasyonunda (677 mg/L) tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre Emet Çayı Havza suları sertlik dereceleri açısından değerlendirildiğinde ise, sonbahar mevsiminde E7 istasyonu orta derece sert su, E1 ve E2 istasyonları sert su, E3, E4, E5, E6 ve E8 istasyonları çok sert su, kış ve ilkbahar mevsiminde E7 hariç tüm istasyonlar ve yaz mevsiminde tüm istasyonlar çok sert su karakterindedir.



*: Skala değerinin üzerinde

Şekil 3.1 Bazı su kalite parametrelerinin Matrix Plot Dağılım Diyagramları.

3.2 Suda Tespit Edilen Element Analiz Sonuçları

Emet Çayı Havzası sularında mevsimsel olarak yapılan örneklemler sonucu tespit edilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, nikel, çinko, arsenik, bor, kadmiyum, bakır, mangan, kurşun, gümüş, krom ve cıva elementleri analiz sonuçları Çizelge 3.6.-3.9.'da verilmiştir. Yıllık ortalama değerler ve istasyonlar arasında element seviyeleri açısından istatistiki farkların ortaya konması amacıyla uygulanan One Way Anova Testi sonuçları ise Çizelge 3.10.'da verilmiştir.

Bölge sularında tespit edilen bazı makro ve mikro element seviyelerinin mevsimlere ve istasyonlara göre dağılımlarının daha kolay, anlaşılır ve görsel olarak ifade edilmesi için Matriks Plot Dağılım Diyagramları kullanılmıştır. Nikel, krom, mangan, magnezyum, bor, arsenik, kadmiyum, kurşun, çinko, bakır, cıva ve gümüş elementleri için ayrı ayrı oluşturulan, mevsimlere ve istasyonlara göre veri dağılımlarının gösterildiği Matrix Plot Dağılım Diyagramları Şekil 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.6 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sonbahar mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/L)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	17,1	1,74	22,7	5,34	0,009	0,164	0,013	7,6	0,0011	0,021	0,011	0,002234	0,0002	0,002117	LDA
(mak)	17,5	1,9	25,8	5,48	0,013	0,184	0,015	8,8	0,0014	0,025	0,012	0,003908	0,0005	0,002554	0,001
(ort)	17,23333	1,816667	24	5,431667	0,0105	0,1785	0,013667	8,116667	0,00125	0,023	0,0115	0,003129	0,00035	0,002333	0,000333
(SD)	0,150555	0,06121	1,451895	0,047924	0,001761	0,007503	0,000816	0,534478	0,000105	0,001414	0,000548	0,000718	0,000138	0,000175	0,000516
E2 (min)	17,1	3,43	30,7	6,14	0,009	0,15	0,022	11,4	0,0017	0,035	0,013	0,004239	0,0004	0,003232	LDA
(mak)	17,9	3,55	31,7	6,3	0,013	0,155	0,025	12,1	0,002	0,04	0,015	0,005866	0,0008	0,003555	0,001
(ort)	17,51667	3,48	31,18333	6,206667	0,011667	0,153	0,023833	11,7	0,001867	0,037667	0,014167	0,005087	0,000617	0,003419	0,0005
(SD)	0,318852	0,046476	0,402078	0,072019	0,001506	0,00228	0,001169	0,275681	0,000103	0,001862	0,000753	0,000671	0,000172	0,000122	0,000548
E3 (min)	41,9	4,25	34,1	8,11	0,012	0,223	0,195	13,9	0,0029	0,042	0,018	0,003049	0,0007	0,003299	LDA
(mak)	45,8	4,4	35,1	8,32	0,015	0,233	0,21	14,1	0,0034	0,043	0,021	0,004909	0,001	0,003634	0,002
(ort)	43,61667	4,328333	34,76667	8,233333	0,013833	0,229333	0,201833	13,97333	0,0032	0,042333	0,019833	0,004009	0,000783	0,003457	0,000833
(SD)	1,446951	0,056362	0,39833	0,074476	0,001169	0,004546	0,006555	0,085713	0,0002	0,000516	0,001169	0,000812	0,000117	0,000118	0,000753
E4 (min)	75,3	4,79	35,4	8,08	0,012	0,339	0,23	15,3	0,0029	0,045	0,018	0,003034	0,0008	0,003843	LDA
(mak)	77,1	4,91	36,5	9,75	0,015	0,367	0,25	15,9	0,0032	0,046	0,021	0,005022	0,0012	0,004299	0,001
(ort)	76,15	4,846667	36,01667	8,935	0,0135	0,350333	0,241667	15,58333	0,003067	0,045333	0,019167	0,00399	0,000983	0,004079	0,000667
(SD)	0,814248	0,042269	0,462241	0,069699	0,001049	0,011201	0,007633	0,278687	0,000121	0,000516	0,001169	0,000668	0,000147	0,00017	0,000516
E5 (min)	17,3	2,15	61,8	2,91	0,775	0,103	0,012	0,7458	0,0018	0,011	0,32	0,005092	0,0003	0,412	LDA
(mak)	17,7	2,25	63,9	3,22	0,783	0,114	0,014	0,7757	0,0021	0,013	0,35	0,007011	0,0007	0,444	
(ort)	17,48333	2,201667	62,51667	3,081667	0,779333	0,108167	0,013167	0,759917	0,001967	0,012167	0,328333	0,005927	0,000517	0,42685	
(SD)	0,183485	0,036009	0,767898	0,13963	0,002944	0,004708	0,000983	0,00953	0,000121	0,000753	0,01169	0,000656	0,00016	0,013534	
E6 (min)	50,4	3,74	45,8	8,18	0,032	0,19	0,097	12,5	0,0043	0,031	0,043	0,004056	0,0003	0,03524	LDA
(mak)	55,3	3,83	47,8	8,35	0,039	0,22	0,111	13,9	0,0048	0,032	0,045	0,006098	0,0012	0,037345	0,001
(ort)	52,5	3,796667	46,66667	8,24	0,035167	0,203333	0,105667	13,33333	0,00455	0,031667	0,044	0,005051	0,000783	0,036489	0,0005
(SD)	1,723949	0,032042	0,877876	0,066933	0,002483	0,013663	0,006377	0,524087	0,000187	0,000516	0,000894	0,000769	0,000376	0,000939	0,000548
E7 (min)	13,9	1,88	17,5	2,11	0,009	0,097	0,017	0,855	0,003	0,011	0,013	0,002078	0,0002	0,000957	LDA
(mak)	15,7	1,98	18,5	2,16	0,012	0,1	0,018	0,861	0,0033	0,013	0,015	0,004078	0,0006	0,001153	0,003
(ort)	14,9	1,92	17,98333	2,126667	0,011	0,098333	0,017333	0,857833	0,003167	0,012	0,014167	0,003118	0,000367	0,001058	0,0015
(SD)	0,819756	0,04	0,376386	0,02582	0,001095	0,001366	0,000516	0,002317	0,000103	0,000632	0,000753	0,000752	0,000151	0,000101	0,001225
E8 (min)	42,1	3,48	30,8	5,11	0,022	0,138	0,078	9,1	0,0038	0,02	0,079	0,011554	0,0007	0,020884	LDA
(mak)	44,3	3,59	31,7	5,37	0,025	0,142	0,085	9,7	0,0041	0,026	0,082	0,013545	0,001	0,023523	0,002
(ort)	43,23333	3,53	31,18333	5,243333	0,023667	0,14	0,081333	9,383333	0,00395	0,023	0,080667	0,012741	0,000867	0,022119	0,001167
(SD)	0,828654	0,049396	0,397073	0,11639	0,001366	0,001789	0,003141	0,256255	0,000105	0,002683	0,001033	0,000756	0,000151	0,000937	0,000753

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.7 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda kış mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/L)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	75,7	1,48	13,5	3,8	0,009	0,029	0,012	1	0,0009	0,021	0,011	0,002098	0,0002	0,002231	LDA
(mak)	76,4	1,53	13,8	4,04	0,011	0,031	0,017	1,06	0,0012	0,023	0,013	0,003879	0,0007	0,002532	0,001
(ort)	76	1,508333	13,61667	3,905	0,009833	0,03	0,0145	1,036667	0,00105	0,022	0,0115	0,003075	0,00045	0,002375	0,0005
(SD)	0,289828	0,02137	0,132916	0,088713	0,000983	0,000632	0,002168	0,022509	0,000105	0,000894	0,000837	0,000693	0,000176	0,000123	0,000548
E2 (min)	127	3,15	28,1	8,49	0,009	0,03	0,09	1,05	0,0014	0,025	0,02	0,004457	0,0005	0,003217	LDA
(mak)	132	3,32	29	8,82	0,016	0,031	0,114	1,11	0,0017	0,029	0,022	0,005983	0,0011	0,003642	0,001
(ort)	129,5	3,266667	28,63333	8,705	0,011	0,0305	0,098667	1,085	0,001583	0,027167	0,021333	0,005198	0,000767	0,003383	0,000667
(SD)	2,073644	0,062503	0,338625	0,118617	0,002757	0,000548	0,008287	0,02429	0,000117	0,001472	0,000816	0,00063	0,00025	0,000172	0,000516
E3 (min)	100,5	3,66	24	10,9	0,008	0,031	0,23	2,26	0,0029	0,031	0,04	0,003432	0,0005	0,00327	LDA
(mak)	101,5	3,76	24,4	11,3	0,013	0,035	0,24	2,31	0,0032	0,033	0,041	0,004876	0,001	0,00357	0,002
(ort)	101,05	3,701667	24,16667	11,05	0,009833	0,033	0,235167	2,281667	0,003083	0,032333	0,0405	0,004254	0,000733	0,003365	0,000667
(SD)	0,361939	0,03656	0,150555	0,151658	0,001722	0,001549	0,003601	0,02137	0,000133	0,000816	0,000548	0,000531	0,000163	0,000113	0,000816
E4 (min)	99,7	4,06	23,5	15	0,009	0,031	0,186	5	0,0029	0,035	0,035	0,003098	0,0009	0,004122	LDA
(mak)	102	4,21	23,8	15,4	0,012	0,033	0,197	5,4	0,0032	0,037	0,036	0,005879	0,0015	0,004557	0,001
(ort)	100,7833	4,126667	23,7	15,16667	0,010667	0,031833	0,189833	5,233333	0,00305	0,0355	0,035333	0,00414	0,001133	0,004334	0,0005
(SD)	0,825631	0,065013	0,109545	0,136626	0,001211	0,000753	0,003764	0,163299	0,000122	0,000837	0,000516	0,000975	0,000216	0,000148	0,000548
E5 (min)	38,5	1,55	60,3	5,83	0,772	0,041	0,01	0,77339	0,0018	0,019	0,406	0,003654	0,0002	0,453	LDA
(mak)	38,9	1,64	62,8	5,92	0,787	0,047	0,012	0,83165	0,0021	0,021	0,415	0,005757	0,0006	0,475	
(ort)	38,65	1,598333	61,81667	5,881667	0,779333	0,043833	0,010833	0,804877	0,0019	0,019667	0,410833	0,004827	0,000433	0,462898	
(SD)	0,151658	0,042622	0,884119	0,035449	0,006772	0,002787	0,000983	0,027568	0,000126	0,000816	0,003312	0,000887	0,000163	0,009973	
E6 (min)	80,5	3,47	41,1	12,7	0,038	0,035	0,095	4,29	0,0042	0,03	0,043	0,004029	0,0005	0,03644	LDA
(mak)	82,8	3,58	41,8	13,5	0,045	0,039	0,113	4,5	0,0046	0,032	0,044	0,006231	0,0012	0,0405	0,001
(ort)	81,85	3,546667	41,58333	13	0,042667	0,037333	0,104667	4,395	0,004483	0,030833	0,043667	0,005107	0,000867	0,038863	0,000333
(SD)	0,875785	0,042269	0,256255	0,282843	0,002422	0,001862	0,007202	0,083845	0,000147	0,000753	0,000516	0,000772	0,00032	0,00135	0,000516
E7 (min)	31,7	2,05	9,35	5,64	0,007	0,032	0,009	0,74135	0,0029	0,012	0,018	0,002342	0,0002	0,00102	LDA
(mak)	32,3	2,09	9,51	5,96	0,01	0,034	0,012	0,774336	0,0032	0,014	0,019	0,004667	0,0006	0,00125	0,002
(ort)	32,03333	2,065	9,441667	5,788333	0,008833	0,033	0,0105	0,755464	0,00305	0,013	0,018667	0,003127	0,000417	0,001147	0,001
(SD)	0,216025	0,013784	0,069976	0,125127	0,001169	0,000632	0,001225	0,012331	0,000105	0,000894	0,000516	0,000871	0,000172	0,000104	0,000894
E8 (min)	64,7	3,11	31,8	11	0,047	0,038	0,071	2,44	0,0038	0,024	0,092	0,011533	0,0007	0,0194	LDA
(mak)	65,9	3,24	32,6	11,2	0,052	0,041	0,085	2,53	0,0041	0,027	0,095	0,013876	0,0012	0,0218	0,003
(ort)	65,23333	3,163333	32,16667	11,05	0,049667	0,039333	0,078667	2,49	0,003917	0,025333	0,093667	0,012838	0,000883	0,020555	0,000667
(SD)	0,454606	0,049261	0,265832	0,083666	0,002066	0,001211	0,00568	0,035214	0,000117	0,001033	0,001033	0,000854	0,000183	0,00113	0,001211

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.8 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda ilkbahar mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/L)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	97,0561	2,8168	27,936	9,33206	0,0099	0,00519	0,065197	2,43943	0,0012	0,011529	0,009	0,003447	0,00029	0,00231	LDA
(mak)	100,718	2,91385	28,8875	9,97922	0,0123	0,00641	0,083179	2,85447	0,0015	0,013237	0,009733	0,005959	0,001616	0,002636	0,001185
(ort)	98,84223	2,8735	28,40327	9,664063	0,011083	0,005678	0,073332	2,653732	0,001267	0,012325	0,009367	0,004885	0,000632	0,00244	0,000198
(SD)	1,648782	0,03947	0,366266	0,303293	0,001032	0,000516	0,008171	0,138646	0,000121	0,000564	0,00026	0,000948	0,000512	0,000115	0,000484
E2 (min)	112,361	3,69957	30,6491	11,5697	0,0099	0,00419	0,184925	2,86786	0,002	0,008268	0,0098	0,014496	0,00039	0,003424	LDA
(mak)	112,939	3,83803	31,2649	12,02	0,0112	0,00534	0,198011	2,96003	0,0023	0,010008	0,01552	0,017241	0,001092	0,003732	0,001477
(ort)	112,5868	3,784162	30,91908	11,72202	0,010417	0,004827	0,190187	2,916515	0,002117	0,009056	0,012448	0,015811	0,000842	0,003572	0,000246
(SD)	0,223963	0,047012	0,198163	0,16997	0,000618	0,000528	0,004726	0,037312	0,000117	0,000724	0,002211	0,000974	0,00026	0,000105	0,000603
E3 (min)	107,374	4,84085	28,7758	16,3414	0,0099	0,00589	0,299481	4,91519	0,003	0,010204	0,031033	0,019539	0,000794	0,003435	LDA
(mak)	110,027	5,00318	29,4203	16,6078	0,0121	0,00642	0,327859	5,14146	0,0035	0,012242	0,032424	0,021913	0,001127	0,003843	0,001462
(ort)	108,8845	4,912702	29,09155	16,50685	0,0109	0,006177	0,316663	4,999348	0,003317	0,011583	0,031807	0,021018	0,00092	0,003561	0,000358
(SD)	0,888113	0,057884	0,226493	0,11832	0,001043	0,000211	0,010507	0,091755	0,000172	0,000772	0,00051	0,000921	0,000126	0,00015	0,000566
E4 (min)	104,318	5,43481	29,7001	24,4822	0,0099	0,00524	0,439637	24,0242	0,0029	0,0081	0,026349	0,024225	0,000737	0,004331	LDA
(mak)	106,735	5,66295	30,4116	25,3326	0,0122	0,00634	0,46693	24,4745	0,0032	0,009049	0,027932	0,026476	0,002133	0,004734	0,001479
(ort)	105,5592	5,545758	30,07528	24,8981	0,011233	0,005705	0,452681	24,27492	0,00305	0,008533	0,027091	0,025033	0,001412	0,004509	0,000482
(SD)	1,149155	0,086362	0,306119	0,339879	0,001095	0,000495	0,009553	0,201986	0,000105	0,000429	0,000639	0,000836	0,000521	0,000132	0,00063
E5 (min)	29,6626	2,0045	107,288	9,1328	0,7515	0,00614	0,059913	0,803603	0,0017	0,007309	0,4194	0,014363	0,000485	0,434	LDA
(mak)	30,3983	2,08095	110,26	9,60111	0,7583	0,00642	0,071743	1,07066	0,0022	0,008512	0,4454	0,016816	0,001114	0,4778	
(ort)	30,05777	2,055268	108,863	9,310315	0,754767	0,006322	0,065887	0,937626	0,001933	0,007932	0,43245	0,015466	0,000799	0,457583	
(SD)	0,27189	0,026557	1,193418	0,165884	0,002905	0,00011	0,005401	0,141241	0,000186	0,000429	0,009173	0,000947	0,000283	0,014923	
E6 (min)	69,2512	4,37033	48,4072	20,6799	0,0383	0,00542	0,243706	11,9118	0,0044	0,007384	0,03939	0,018777	0,000289	0,03634	LDA
(mak)	71,4043	4,56246	49,2232	21,2612	0,0401	0,00615	0,258685	12,6048	0,005	0,008014	0,04371	0,021077	0,001207	0,039335	0,000667
(ort)	70,06248	4,458422	48,73505	20,91197	0,039417	0,005805	0,249865	12,26282	0,004717	0,00772	0,04117	0,019818	0,00073	0,037988	0,000201
(SD)	0,827291	0,079186	0,266458	0,237755	0,000749	0,000358	0,006817	0,239111	0,000232	0,000227	0,001624	0,00092	0,000351	0,00134	0,000314
E7 (min)	38,1719	2,84983	12,6043	10,1515	0,0089	0,00411	0,054967	0,584008	0,003	0,007785	0,0189	0,005303	0,000518	0,00101	LDA
(mak)	39,8513	2,91712	13,1119	10,3872	0,0101	0,00553	0,069107	0,66315	0,0035	0,009341	0,0211	0,007797	0,000903	0,00129	0,001489
(ort)	38,93128	2,876933	12,8564	10,2499	0,009533	0,004627	0,063124	0,623976	0,003283	0,008702	0,019767	0,006254	0,000635	0,00112	0,000564
(SD)	0,614664	0,025323	0,178925	0,086426	0,000423	0,000565	0,006165	0,038491	0,000172	0,000641	0,000824	0,000825	0,000142	0,000119	0,000605
E8 (min)	72,403	3,97433	42,9411	18,6215	0,0414	0,00752	0,150651	7,37469	0,004	0,012001	0,147663	0,015306	0,000534	0,02023	LDA
(mak)	74,5662	4,13186	44,3482	19,4092	0,0429	0,00794	0,18382	7,72548	0,0044	0,014582	0,151394	0,017685	0,000939	0,0234	0,001188
(ort)	73,82467	4,060823	43,86433	18,96055	0,04215	0,00772	0,160972	7,565673	0,004183	0,013364	0,149776	0,016775	0,000768	0,021623	0,000484
(SD)	0,796249	0,058537	0,514122	0,28331	0,000602	0,000165	0,012053	0,122907	0,000147	0,00083	0,001334	0,000814	0,000152	0,001202	0,000544

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.9 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda yaz mevsiminde suda tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/L)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	143,428	1,48238	46,6086	11,7419	0,010827	0,014464	0,014289	3,7807	0,001636	0,012037	0,006631	0,003113	0,000309	0,00231	LDA
(mak)	146,432	1,61168	47,3596	12,03	0,012489	0,015477	0,024353	4,35664	0,001977	0,014614	0,007363	0,003919	0,001186	0,002648	0,001185
(ort)	144,856	1,546852	46,97228	11,89352	0,011827	0,015042	0,01875	4,022433	0,001777	0,013727	0,007001	0,003502	0,000735	0,002499	0,000351
(SD)	1,290958	0,054264	0,304993	0,109115	0,000594	0,000479	0,003431	0,205003	0,000133	0,000916	0,000328	0,000308	0,000368	0,000128	0,00055
E2 (min)	166,788	3,64514	49,035	16,2407	0,012696	0,017813	0,567417	12,8792	0,00352	0,009912	0,023023	0,002616	0,000212	0,003431	LDA
(mak)	169,87	3,77129	50,1253	16,5787	0,014185	0,018512	0,579783	13,7327	0,003766	0,011083	0,024082	0,003319	0,001282	0,003748	0,001477
(ort)	168,2968	3,694472	49,64585	16,4657	0,013544	0,018182	0,572181	13,20405	0,003655	0,010504	0,023872	0,00297	0,000685	0,003605	0,000426
(SD)	1,300085	0,042566	0,412862	0,125328	0,00063	0,000299	0,004246	0,309952	0,000115	0,000471	0,000417	0,000263	0,000404	0,000109	0,000672
E3 (min)	170,34	5,27332	50,0867	25,0104	0,012555	0,01923	0,626906	16,5165	0,003808	0,01211	0,06881	0,004027	0,000477	0,003334	LDA
(mak)	178,29	5,72686	52,0412	25,7642	0,015602	0,019618	0,667547	17,0355	0,004075	0,01241	0,073873	0,004779	0,000949	0,00359	0,001462
(ort)	174,0785	5,473727	51,1415	25,34757	0,014086	0,019469	0,645801	16,81107	0,003978	0,012207	0,071264	0,004476	0,000666	0,003446	0,000432
(SD)	2,727797	0,181242	0,662727	0,248455	0,001016	0,000187	0,015484	0,215205	0,000106	0,000117	0,00196	0,000276	0,000183	0,000104	0,000539
E4 (min)	172,895	5,59224	58,8306	38,2249	0,011549	0,015159	0,997577	73,18	0,003501	0,009952	0,039082	0,008127	0,000359	0,004418	LDA
(mak)	176,721	5,7175	59,9327	38,555	0,014741	0,016346	1,02508	76,91125	0,003882	0,010905	0,042014	0,008843	0,001416	0,004892	0,001115
(ort)	174,852	5,628562	59,45988	38,3329	0,013304	0,015605	1,010918	74,63429	0,003769	0,010422	0,040212	0,008569	0,000931	0,004673	0,000383
(SD)	1,40143	0,047267	0,390933	0,137551	0,001156	0,000438	0,010629	1,598316	0,000153	0,000489	0,001113	0,000338	0,000364	0,000199	0,000478
E5 (min)	42,5274	2,60667	103,904	20,2552	0,56	0,017951	0,00419	1,84063	0,001882	0,008216	0,371761	0,006148	0,000208	0,4898	LDA
(mak)	42,842	2,73187	104,343	20,4018	0,583	0,019433	0,006199	1,96789	0,002176	0,009065	0,395737	0,006874	0,001001	0,51465	
(ort)	42,61477	2,658717	104,1242	20,32108	0,576467	0,018498	0,004966	1,902413	0,002022	0,008659	0,384301	0,006571	0,000686	0,500886	
(SD)	0,121609	0,050173	0,172574	0,048518	0,009441	0,000563	0,000701	0,056984	0,000103	0,000368	0,011585	0,000304	0,000319	0,008411	
E6 (min)	89,2987	3,83802	72,2984	29,6245	0,032092	0,013006	0,193391	28,8963	0,005502	0,008384	0,02524	0,007148	0,000673	0,039983	LDA
(mak)	90,1133	3,99444	72,8035	30,1272	0,03251	0,016283	0,204989	31,8071	0,005849	0,008707	0,025838	0,007984	0,001068	0,042334	0,000865
(ort)	89,75548	3,917395	72,62915	29,86858	0,032261	0,014689	0,198289	31,08158	0,005705	0,008471	0,025556	0,007629	0,000881	0,041225	0,000234
(SD)	0,305575	0,058462	0,175492	0,206421	0,000146	0,00157	0,004079	1,099735	0,000121	0,000122	0,000236	0,000336	0,00014	0,000949	0,000377
E7 (min)	66,626	3,32867	40,8204	17,648	0,012974	0,014968	0,007554	1,26374	0,00367	0,009706	0,024572	0,003715	0,0001	0,000952	LDA
(mak)	68,0671	3,39342	41,406	18,1119	0,013926	0,015641	0,012152	1,35678	0,003995	0,010934	0,025779	0,004522	0,001226	0,00122	0,001489
(ort)	67,26897	3,360523	41,06707	17,85125	0,013284	0,015233	0,010162	1,312167	0,00389	0,010188	0,025074	0,004201	0,00053	0,001117	0,00076
(SD)	0,464286	0,022219	0,195901	0,165863	0,000357	0,000242	0,001891	0,041713	0,000132	0,000536	0,000489	0,000318	0,000395	0,000102	0,000625
E8 (min)	79,7387	3,94274	70,5251	28,572	0,02148	0,019752	0,175455	26,807	0,004607	0,014001	0,008168	0,017038	0,000473	0,02224	LDA
(mak)	80,4664	4,03362	70,9899	28,9909	0,021641	0,021802	0,182089	28,8175	0,004975	0,01601	0,00848	0,019348	0,001289	0,025113	0,000988
(ort)	80,1488	3,977222	70,7654	28,72735	0,021564	0,021282	0,17863	27,2593	0,004771	0,015157	0,008326	0,01829	0,000942	0,023406	0,00045
(SD)	0,26525	0,032489	0,162836	0,166311	5,46E-05	0,000846	0,00254	0,771486	0,000125	0,000823	0,00011	0,000905	0,000322	0,001103	0,000496

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.10 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen elementlerin yıllık ortalama değerleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/L)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	17,233	1,508333	13,61667	3,905	0,009833	0,005678	0,013667	1,036667	0,00105	0,012325	0,007001	0,003075	0,00035	0,002333	0,000198
(mak)	144,85	2,8735	46,97228	11,89352	0,011827	0,1785	0,073332	8,116667	0,001777	0,023	0,0115	0,004885	0,000735	0,002499	0,0005
(ort)	84,232^a	1,93633^a	28,248^a	7,723563^a	0,01081^a	0,0573^a	0,03006^a	3,95737^a	0,00133^a	0,01776^a	0,00984^a	0,00364^a	0,00054^a	0,00241^a	0,00034^a
(SD)	53,057	0,639657	13,93729	3,696318	0,000848	0,081415	0,028932	3,029519	0,00031	0,005515	0,002144	0,000846	0,000174	*	0,000124
E2 (min)	17,5166	3,266667	28,63333	6,206667	0,010417	0,004827	0,023833	1,085	0,001583	0,009056	0,012448	0,00297	0,000617	0,003383	0,000246
(mak)	168,29	3,784162	49,64585	16,4657	0,013544	0,153	0,572181	13,20405	0,003655	0,037667	0,023872	0,015811	0,000842	0,003605	0,000667
(ort)	106,97^a	3,5563^b	35,0954^a	10,77485^a	0,01165^a	0,05162^a	0,2212^{ab}	7,22639^{ab}	0,0023^{ab}	0,02109^a	0,0179^a	0,00726^a	0,00072^a	0,00349^a	0,0004^a
(SD)	64,036	0,23146	9,767632	4,413445	0,001358	0,06839	0,243665	6,111118	0,000926	0,013767	0,005511	0,005788	*	0,00011	0,000175
E3 (min)	43,616	3,701667	24,16667	8,233333	0,009833	0,006177	0,201833	2,281667	0,003083	0,011583	0,019833	0,004009	0,000666	0,003365	0,000358
(mak)	174,078	5,473727	51,1415	25,34757	0,014086	0,229333	0,645801	16,81107	0,003978	0,042333	0,071264	0,021018	0,00092	0,003561	0,000833
(ort)	106,90^a	4,6041^{bc}	34,7916^a	15,28444^a	0,01216^a	0,07199^a	0,3498^{ab}	9,51635^b	0,0033^b	0,02461^a	0,0408^{ac}	0,00843^a	0,00077^a	0,00345^a	0,00057^{ab}
(SD)	53,403	0,761997	11,72888	7,536787	0,002122	0,105462	0,203101	6,971885	0,000401	0,015246	0,021974	0,008388	0,000108	*	0,000218
E4 (min)	76,15	4,126667	23,7	8,935	0,010667	0,005705	0,189833	5,233333	0,00305	0,008533	0,019167	0,00399	0,000931	0,004079	0,000383
(mak)	174,85	5,628562	59,45988	38,3329	0,0135	0,350333	1,010918	74,63429	0,003769	0,045333	0,040212	0,025033	0,001412	0,004673	0,000667
(ort)	114,33^a	5,03691^c	37,3129^a	21,83317^a	0,01217^a	0,10086^a	0,47377^b	29,9314^c	0,0032^b	0,02494^a	0,0304^{ac}	0,01043^a	0,00111^b	0,00439^a	0,0005^{ab}
(SD)	42,351	0,700884	15,59768	12,81197	0,001437	0,166658	0,375706	30,80155	0,000357	0,018324	0,009269	0,009962	0,000216	0,000254	0,000118
E5 (min)	17,4833	1,598333	61,81667	3,081667	0,576467	0,006322	0,004966	0,759917	0,0019	0,007932	0,328333	0,004827	0,000433	0,42685	LDA ^a
(mak)	42,6147	2,658717	108,863	20,32108	0,779333	0,108167	0,065887	1,902413	0,002022	0,019667	0,43245	0,015466	0,000799	0,500886	
(ort)	32,201^b	2,12849^a	84,3301^b	9,648682^a	0,72247^b	0,0442^a	0,0237^a	1,1012^d	0,00195^a	0,0121^a	0,3889^b	0,00819^a	0,0006^a	0,46205^b	
(SD)	11,124	0,437006	25,66677	7,55713	0,098025	0,045414	0,028327	0,539438	*	0,005369	0,044971	0,004899	0,000165	0,030375	
E6 (min)	52,5	3,546667	41,58333	8,24	0,032261	0,005805	0,104667	4,395	0,004483	0,00772	0,025556	0,005051	0,00073	0,036489	0,000201
(mak)	89,755	4,458422	72,62915	29,86858	0,042667	0,203333	0,249865	31,08158	0,005705	0,031667	0,044	0,019818	0,000881	0,041225	0,0005
(ort)	73,541^a	3,9297^b	52,403^{ab}	18,00514^a	0,03737^a	0,06529^a	0,164^{ab}	15,2681^b	0,00486^c	0,01967^a	0,0385^{ac}	0,0094^a	0,0008^{ab}	0,03864^c	0,00031^a
(SD)	16,1943	0,384756	13,81451	9,479808	0,00459	0,092981	0,07181	11,2704	0,000569	0,013376	0,008786	0,007048	*	0,001982	0,000134
E7 (min)	14,9	1,92	9,441667	2,126667	0,008833	0,004627	0,010162	0,623976	0,00305	0,008702	0,014167	0,003118	0,000367	0,001058	0,000564
(mak)	67,268	3,360523	41,06707	17,85125	0,013284	0,098333	0,063124	1,312167	0,00389	0,013	0,025074	0,006254	0,000635	0,001147	0,0015
(ort)	38,283^b	2,5556^{ab}	20,3371^a	9,004038^a	0,01066^a	0,03779^a	0,0252^a	0,88736^d	0,0033^b	0,01097^a	0,0194^{ac}	0,00417^a	0,00048^a	0,00111^a	0,000956^b
(SD)	21,805	0,682112	14,25884	6,769154	0,001967	0,04202	0,025445	0,298943	0,000374	0,001909	0,004481	0,001476	0,00012	*	0,000404
E8 (min)	43,233	3,163333	31,18333	5,243333	0,021564	0,00772	0,078667	2,49	0,003917	0,013364	0,008326	0,012741	0,000768	0,020555	0,00045
(mak)	80,148	4,060823	70,7654	28,72735	0,049667	0,14	0,17863	27,2593	0,004771	0,025333	0,149776	0,01829	0,000942	0,023406	0,001167
(ort)	65,61^a	3,68284^b	44,4949^a	15,99531^a	0,03426^a	0,05208^a	0,124^{ab}	11,6745b	0,004^{bc}	0,01921^a	0,0831^c	0,01516^a	0,0008^{ab}	0,0219^{ac}	0,00069^{ab}
(SD)	16,121	0,417444	18,43656	10,18101	0,013821	0,060024	0,052357	10,79155	0,000395	0,005844	0,058179	0,002808	*	0,001183	0,000331

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma; *: ihmal edilebilecek kadar küçük değer

Aynı sütundaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$)

Emet Çayı Havza sularında tespit edilen kalsiyum ve sodyum miktarlarının yaz mevsiminde önemli artışlar sergilediği ve E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilen kalsiyum değerlerinin diğer istasyonlardan daha düşük olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 3.9). Tespit edilen sodyum değerleri açısından istasyonlar arasında istatistiki bir fark belirlenmemişken, kalsiyum değerleri açısından E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilen veriler diğer istasyonlardan istatistiki olarak farklıdır ($p<0,05$). Yine E4 istasyonunda tespit edilen potasyum değerleri ile E3 istasyonu hariç tüm istasyonlar arasında istatistiki farklar kaydedilmiştir ($p<0,05$). Bölgede tespit edilen en yüksek kalsiyum (174,85 mg/L), sodyum (38,33 mg/L) ve potasyum (5,62 mg/L) verileri yaz mevsiminde E4 istasyonunda; en düşük kalsiyum (14,9 mg/L) verisi E7 istasyonunda sonbahar mevsiminde, sodyum (3,9 mg/L) ve potasyum (1,5 mg/L) verisi ise E1 istasyonunda kış mevsiminde belirlenmiştir.

Tüm mevsimlerde, E5 istasyonunda tespit edilen magnezyum, nikel, mangan ve krom seviyeleri diğer istasyonlarda tespit edilen seviyelerin çok üzerindedir ve bu fark verilere uygulanan One Way Anova Testi ile istatistiki olarak ta kanıtlanmıştır. E5 istasyonunda, suda tespit edilen nikel, mangan ve krom akümüasyonları ile diğer istasyonlarda tespit edilen değerler arasında ve yine E5 istasyonunda belirlenen magnezyum seviyeleri ile E6 istasyonu hariç tüm diğer istasyonlarda belirlenen magnezyum seviyeleri arasında önemli istatistiki farklar kaydedilmiştir ($p<0,05$).

E5 ve E7 istasyonlarında suda tespit edilen arsenik ve bor seviyeleri diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden oldukça düşüktür ve bu fark istatistiki olarak ta ortaya konmuştur. Çalışmamız süresince kaydedilen en düşük arsenik değeri, E5 istasyonunda, yaz mevsiminde 0,0049 mg/L olarak; en düşük bor verisi ise E7 istasyonunda, ilkbahar mevsiminde 0,62 mg/L olarak kaydedilmiştir. E1, E5 ve E7 istasyonları, sudaki arsenik içerikleri açısından E4 istasyonundan; sudaki bor içerikleri açısından ise E4 istasyonu tüm istasyonlardan istatistiki olarak farklıdır ($p<0,05$). Yaz mevsiminde, E4 istasyonunda, 1,01 mg/L olarak arsenik için kaydedilen ve 74,63 mg/L olarak bor için kaydedilen veriler, çalışmamızda tespit edilen en yüksek arsenik ve bor değerleridir.

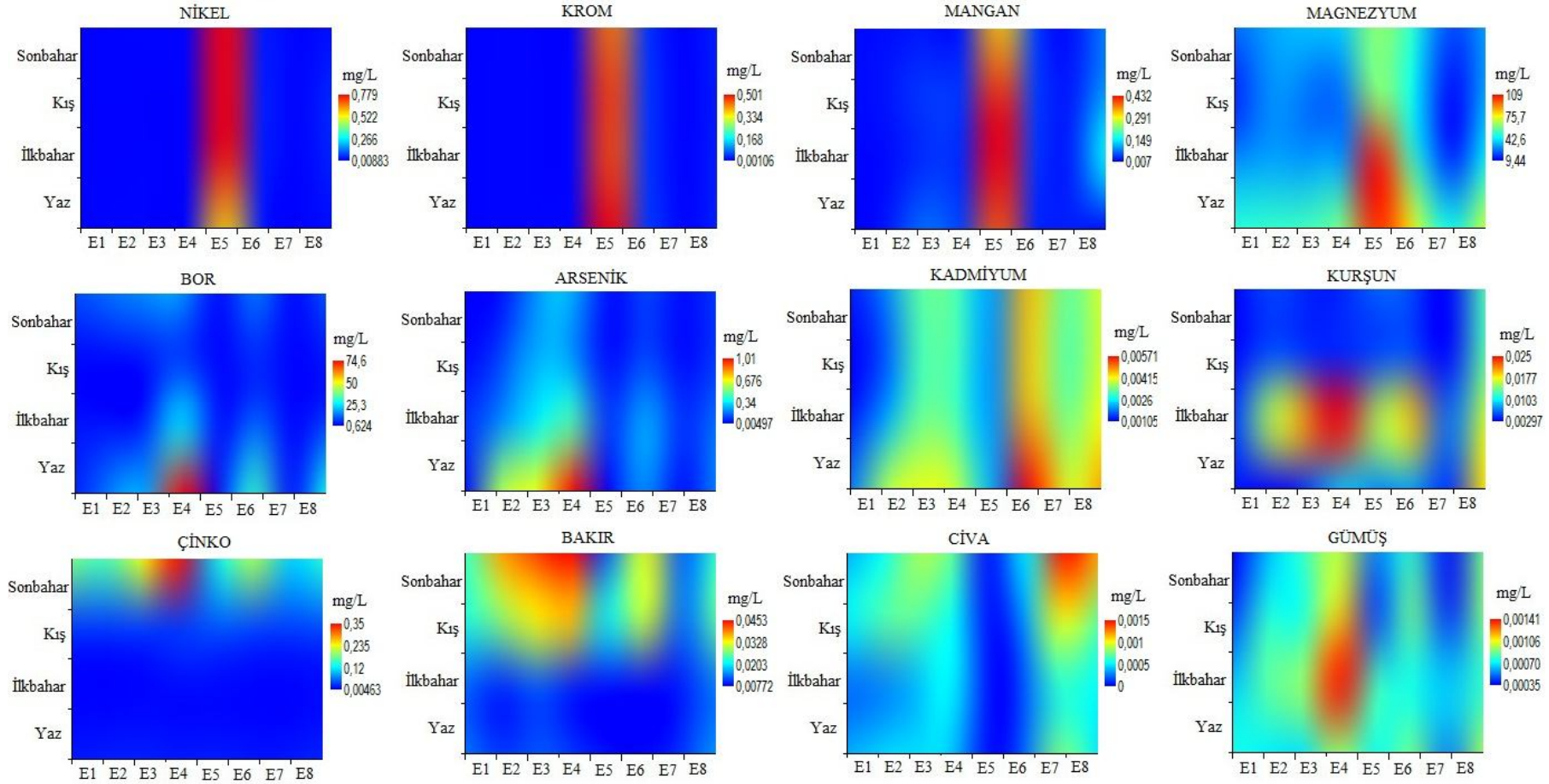
Suda belirlenen çinko ve bakır akümüasyonlarında istasyonlar arasında önemli bir istatistiki fark tespit edilememiştir ($p<0,05$). Ancak sudaki çinko seviyelerinin sonbahar mevsiminde ve sudaki bakır seviyelerinin sonbahar ve kış mevsimlerinde önemli artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Kaydedilen en yüksek çinko (0,35 mg/L) ve bakır (0,045 mg/L) değerleri sonbahar mevsiminde ve E4 istasyonunda belirlenmiştir.

Bölge sularında tespit kadmiyum akümülayonları açısından istasyonlar arasında önemli farklar belirlenmiştir. Buna göre; E6 istasyonu E8 istasyonu hariç tüm istasyonlardan istatistiki açıdan önemli derecede yüksek, E1 ve E5 istasyonları ise E2 istasyonu hariç tüm istasyonlardan istatistiki açıdan önemli derecede düşük kadmiyum içeriklerine sahiptir ($p<0,05$). Çalışmamız sürecinde suda tespit edilen en yüksek kadmiyum değeri yaz mevsiminde E6 istasyonunda 0,0057 mg/L olarak, en düşük kadmiyum değeri ise kış mevsiminde E1 istasyonunda 0,001 mg/L olarak kaydedilmiştir.

Suda belirlenen kurşun değerlerinin istasyonlar arasında istatistiki olarak önemli derecede farklılıklar sergilemediği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ancak ilkbahar mevsiminde kaydedilen kurşun verilerinin diğer mevsimlerde kaydedilen verilerden önemli derecede yüksek olduğu ve genel olarak E1 ve E7 istasyonlarında belirlenen sudaki kurşun akümülayonlarının diğer istasyonlardan daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Kaydedilen en yüksek kurşun değeri ilkbahar mevsiminde E4 istasyonunda, en düşük kurşun değeri ise yaz mevsiminde E2 istasyonunda tespit edilmiştir.

Çalışmamızda suda tespit edilen gümüş seviyeleri açısından mevsimler arasında önemli farklar belirlenmemişken istasyonlar arasında istatistiki farklar kaydedilmiştir. E4 istasyonu E6 ve E8 istasyonları hariç diğer istasyonlara göre istatistiki olarak yüksek gümüş içeriğine sahiptir ($p<0,05$) ve kaydedilen en yüksek gümüş verisi E4 istasyonunda, ilkbahar mevsiminde 0,0014 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tüm mevsimlerde E5 istasyonunda tespit edilen cıva seviyeleri limit değerin altındadır ve E7 istasyonu E1, E2 ve E6 istasyonlarından, suda belirlenen cıva akümülayonları açısından istatistiki olarak farklıdır ($p<0,05$). Tüm mevsimlerde E7 istasyonunda kaydedilen sudaki cıva verileri diğer istasyonlarda oldukça yüksektir ve çalışmamız süresince tespit edilen en yüksek cıva değeri, ilkbahar mevsiminde 0,0015 mg/L olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2 Suda tespit edilen bazı elementlerin Matrix Plot Dağılım Diyagramları.

3.3 Sedimentte Tespit Edilen Element Analiz Sonuçları

Emet Çayı Havzası sedimentlerinde mevsimsel olarak yapılan arazi çalışmaları sonucu tespit edilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, nikel, çinko, arsenik, bor, kadmiyum, bakır, mangan, kurşun, gümüş, krom ve cıva elementleri analiz sonuçları Çizelge 3.11.-3.14.'te verilmiştir. Yıllık ortalama değerler ve istasyonlar arasında element seviyeleri açısından istatistiki farkların ortaya konması amacıyla uygulanan One Way Anova Testi sonuçları ise Çizelge 3.15.'de verilmiştir.

Bölge sedimentlerinde tespit edilen bazı makro ve mikro element seviyelerinin mevsimlere ve istasyonlara göre dağılımlarının daha kolay, anlaşılır ve görsel olarak ifade edilmesi için Matriks Plot Dağılım Diyagramları kullanılmıştır. Nikel, krom, mangan, magnezyum, bor, arsenik, kadmiyum, kurşun, çinko, bakır, cıva ve gümüş elementleri için ayrı ayrı oluşturulan, mevsimlere ve istasyonlara göre veri dağılımlarının gösterildiği Matrix Plot Dağılım Diyagramları Şekil 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.11 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sonbahar mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/kg)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	48160	1920	17360	228	15,02	68,6	2,0624	37,6	0,332	34	245,6	13,2	0,2	35,992	LDA
(mak)	50280	2200	18640	239,6	17,828	76,56	9,87556	45,2	0,52	36,4	294,4	14,4	0,48	43,2952	0,62172
(ort)	48986,67	2013,333	18006,67	233,6667	16,40533	72,11333	6,018467	40,93333	0,397333	35,4	265,6	13,8	0,38	39,90261	0,229527
(SD)	769,2767	106,3328	623,4955	5,653553	1,175447	3,013401	3,324273	2,76743	0,065369	1,003992	21,40056	0,551362	0,093808	2,73939	0,285419
E2 (min)	40400	2852	8120,8	337,6	28,8	57,6	7,7352	49,6	0,32	32,48	251,2	18	0,24	37,56	LDA
(mak)	42400	3220	9728	338,8	34	63,2432	13,18	54,4	0,4	36,52	254,8	18,8	0,64	41,432	0,4492
(ort)	41666,67	3034,667	8924,467	338,2	31,66667	60,36479	10,2478	52,2	0,372667	34,93467	253	18,33333	0,473333	39,97267	0,223733
(SD)	776,3161	146,0886	671,5306	0,657267	2,282688	2,894872	2,454589	2,201817	0,033025	1,959301	1,971801	0,301109	0,134858	1,558946	0,245092
E3 (min)	44000	3324	6328	404	37,28	77,6	54,8	113,08	0,36	29,48	258,3628	19,6	0,08	35,6	LDA
(mak)	47200	3764	6847,2	432	41,36	85,44	56,8	123,96	0,8	30,32	264,6876	20,4	0,8	41,2	0,44856
(ort)	45733,33	3542,667	6589	418	39,33333	81,62	55,93333	119,4662	0,579333	30,05	261,7432	19,93333	0,433333	38,35533	0,187187
(SD)	1377,921	219,8278	281,5643	12,06648	2,176774	4,114346	0,688961	3,783941	0,173444	0,352706	2,848627	0,393277	0,229666	2,026393	0,19425
E4 (min)	45240	3052	12336	412	55,6	85,48	70,8	126,2312	0,44	30,44	308	18,4	0,4	39,68948	LDA
(mak)	45680	3568	12652	460	66	85,76	79,6	135,77	1,604	35,6	318,1616	19,6	0,8	44,9332	0,6216
(ort)	45440	3298	12494	434	61,4	85,606	73,8	130,2673	0,967333	32,14667	314,0464	19,06667	0,586667	42,65125	0,244427
(SD)	199,1984	256,7084	166,0217	22,01817	3,689986	0,102567	3,116408	3,342055	0,446859	1,806772	4,001586	0,413118	0,163299	2,298179	0,277816
E5 (min)	22240	656	105200	100,44	179,92	38,4	0,8	22,4	0,44	23,24	404,84	25,6	0,04	293,4316	LDA
(mak)	22600	692	110400	116,36	225,92	45,6	2,4	24,4	0,96	24,844	431,96	26,8	0,4	339,1948	0,2212
(ort)	22413,33	676	107600	110,5467	197,1513	41,06667	1,533333	23,6	0,740667	24,02733	421,64	26,13333	0,273333	311,0031	0,096
(SD)	161,3278	16,39512	2262,742	6,29365	20,43753	3,053304	0,588784	0,946573	0,223577	0,621072	9,677289	0,484424	0,127541	18,85251	0,106394
E6 (min)	17520	1399,2	19272,4	150,8	87,2	72,4	4,28	129,08	1,32	28,576	281,6	25,6	0,32	115,12	LDA
(mak)	19400	1692	20312	156,8	108,8	76,4	9,2	133,612	1,76	30,28	286	26,4	0,6	133,44	0,488
(ort)	18246,67	1543,533	19791,4	154,6667	99,66667	74,73333	6,54	131,5573	1,561333	29,40933	284,4	26,06667	0,473333	124,7126	0,2072
(SD)	823,8123	152,6681	565,915	3,000444	8,120755	1,742029	2,039882	1,498555	0,164665	0,780198	2,176235	0,393277	0,092664	8,003904	0,230933
E7 (min)	23360	1628	16020	230,8	24,8	31,52	0,5308	21,676	0,8	21,88	345,0196	12	0,04	18,9136	0,0448
(mak)	23912	2596	17292	236,4	33,6	35,6	1,7268	22,85	1,34	24,8	359,24	12,8	0,56	21,59296	0,5528
(ort)	23632	2117,333	16722,67	232,6667	28,26667	32,87333	1,195067	22,26327	1,088667	23,2	352,8317	12,26667	0,32	20,21913	0,321733
(SD)	227,1915	511,4414	520,367	2,891828	3,592585	1,962923	0,411339	0,411972	0,264913	1,180373	5,831877	0,326599	0,185903	1,222283	0,221051
E8 (min)	15760	1544	16668	162,44	84	68	4,452	56,1	0,6	31,2	285,96	32,4	0,4	98,77136	LDA
(mak)	17800	2196	17456	164,88	96	72,8	8,6	61,88	1,12	35,08	292,72	33,6	0,88	116,984	0,56
(ort)	16926,67	1871,333	17070,67	163,56	91,33333	70,8	5,987333	59,0874	0,794	32,68667	289,0807	33,06667	0,613333	111,3422	0,2488
(SD)	923,7893	318,3097	322,2587	1,204525	4,676181	2,055237	2,007585	2,42433	0,198615	1,504216	2,200864	0,546504	0,208103	7,205862	0,275021

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.12 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda kış mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/kg)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	58800	2004	5840	380	12,32	56,4	3,08	37,66	0,08	16,4	241,6	17,2	0,04	32	LDA
(mak)	63200	2756	6760	408	13,44	61,404	5,6	47,7708	0,52	19,2	246,8	19,2	0,4	39,6	0,392
(ort)	60533,33	2380	6293,333	394	12,86667	59,11467	4,326667	42,4222	0,293333	17,53333	243,3333	18,33333	0,34	36,06667	0,195408
(SD)	1921,111	393,2307	483,1011	12,58571	0,573364	2,408047	0,887754	4,756683	0,209635	1,2242	1,954141	0,85479	0,146969	3,889816	0,170194
E2 (min)	52000	2280	6320	302,4	11,04	52,4	5,844	23,94368	0,08	17,724	191,2	17,2	0	37,6	LDA
(mak)	54800	2864	7160	355,6	12,48	56,84	12,0952	33,85738	0,52	19,64	233,2	19,2	0,4	44,4	0,32628
(ort)	53333,33	2568	6646,667	328,8	11,78	54,35333	8,596267	31,12913	0,294667	18,78067	212,2667	17,93333	0,333333	40,86667	0,205047
(SD)	935,2362	304,2946	350,0095	27,48672	0,600133	2,110457	3,10453	4,066896	0,207718	0,760254	21,93907	0,85479	0,163299	2,987083	0,138137
E3 (min)	38440	3184	6560	281,6	28,8	68,4	47,6	108,5735	0,456	18,8	299,6	20,4	LDA	35,6	LDA
(mak)	39600	4040	7160	315,2	38,4	74,8	58,4	116,5621	0,84	21,6	331,6	22,8	0,8	44	0,4
(ort)	39186,67	3592	6866,667	298,4	33,2	72,53333	51,73333	111,8955	0,654667	20,2	315,5333	21,73333	0,4	39,26667	0,22
(SD)	468,9847	420,2552	321,6623	17,54172	4,063496	2,588178	4,162051	2,981877	0,157859	1,258571	14,38314	0,864099	0,252982	3,341058	0,183111
E4 (min)	44800	3208	10840	338,8	58,4	70,4	65,2	113,2092	0,56	21,96	315,2	30,8	0,4	40,4	LDA
(mak)	46400	5080	11520	416	66,4	75,6	74,8	122,112	1,04	26	319,6	32	0,8	47,6	0,484
(ort)	45666,67	4108,667	11073,33	377,2667	61,93333	73,26667	70,79333	117,9768	0,853333	24,06	317,8	31,06667	0,733333	43,86667	0,186667
(SD)	733,9391	949,3018	248,4083	39,55789	2,911128	2,365305	4,370111	4,199058	0,228619	1,892089	1,802221	0,484424	0,163299	2,76743	0,208118
E5 (min)	20440	459,2	101600	96	156,8	35,08	0,8	20,476	0,5728	13,12	380,4	29,6	LDA	306,8	LDA
(mak)	21920	465,2	104000	116	182	39,12	2,8	25	0,6312	13,2516	391,28	31,2	0,4	386,8	0,2
(ort)	21166,67	462,5333	103066,7	104	171,4247	36,16	1,466	22,80667	0,600293	13,18527	385,2133	30,66667	0,333333	330,4	0,073667
(SD)	753,6224	2,42212	1001,332	7,155418	9,263582	1,523995	0,79475	2,063213	0,025028	0,071506	3,487272	0,602218	0,163299	30,57528	0,086537
E6 (min)	17955,08	1180	18280	158,52	98,752	72,8	2,4	69,7068	1,12	19,6	245,6	32,4	0,32	106	LDA
(mak)	18228,04	1400	18720	159,48	106,748	84,6	6,8	71,3924	1,72	21,8	254,8	34,4	0,48	140,8	0,36
(ort)	18091,67	1283,333	18480	159,0533	102,6167	78,59333	4,333333	70,4428	1,353333	21,15467	249,2	33,46667	0,42	123,2667	0,15692
(SD)	122,0715	110,8921	163,9512	0,456538	3,199804	4,07917	1,505545	0,771767	0,247117	0,809664	4,047715	0,700476	0,060663	15,1566	0,15008
E7 (min)	24640	2488	16000	281,2	18	36,4	0,4	20,4876	0,972	19,56	324	16,8	0,04	19,7084	0,176
(mak)	26680	2604	16840	308,8	20,8	37,6	2,4	25,34	1,204	19,68	373,2	18,4	0,72	25,312	0,4896
(ort)	25580	2550,667	16420	294,6	19,95333	37,13333	1,466667	22,58901	1,053667	19,60667	349,6667	17,6	0,393333	22,44807	0,358267
(SD)	899,6888	48,3763	390,8964	13,5735	0,99741	0,467618	0,744759	2,304358	0,114971	0,046762	23,92444	0,565685	0,215283	2,717139	0,108157
E8 (min)	16320	940	13920	167,88	78,32	83,36	5,1448	41,01456	0,8	22,96	214,3238	34,8	0,4	95,84	0,08
(mak)	16600	964	14200	175,48	88,12	91,32	5,552	44,19939	1,16	25,64	218,8	36,4	0,8	126,476	0,4484
(ort)	16480	952	14106,67	170,4187	82,89333	86,81333	5,347607	42,31978	0,955333	24,42267	216,193	35,6	0,533333	111,9387	0,254067
(SD)	101,1929	8,763561	109,3008	2,70254	4,369843	2,962125	0,219102	1,465705	0,12776	1,312872	2,090375	0,758947	0,206559	12,33784	0,137651

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.13 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda ilkbahar mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/kg)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	59856,8	1556,692	5583,84	193,3448	13,54292	28,996	2,80764	2,733179	0,20613	10,441	176,044	8,91888	0,191392	36,8	0,051998
(mak)	62428,8	1610,896	5860,92	239,9024	16,57663	31,36736	5,262	43,722	0,407216	11,63372	182,3956	11,20332	0,457312	44,8	0,291404
(ort)	60978,6	1594,627	5758,407	215,9559	15,91068	30,11747	4,34244	34,94753	0,330684	11,10019	178,4313	10,48821	0,311533	40,8	0,190866
(SD)	1076,111	22,37332	116,7809	24,14877	1,215916	1,157394	0,920006	15,92466	0,070411	0,561935	2,501329	0,875847	0,098697	3,595553	0,102601
E2 (min)	41680	1513,336	4416,92	158,3328	13,33752	22,59368	5,423356	37,36288	0,3552	9,54416	180,32	13,294	0,30464	40,12	0,0488
(mak)	43873,6	1667,912	5210,28	189,1784	15,58448	24,3796	8,78284	41,00294	0,4912	10,5844	227,3048	15,576	0,554348	45,192	0,388
(ort)	42684,87	1591,109	4829,347	173,6491	14,64777	23,50011	7,303016	39,16076	0,425333	9,89638	203,8853	14,3269	0,443913	42,83667	0,181937
(SD)	799,5877	73,39621	396,299	15,96215	1,003874	0,631048	1,525104	1,526046	0,058477	0,373627	24,26965	0,978157	0,09735	1,87515	0,111438
E3 (min)	39284,32	2237,236	4949,32	133,4136	23,38769	40,8	51,6984	87,9876	0,72966	13,10953	287,698	30,10108	0,23996	36,932	0,07512
(mak)	42891,2	2672,304	5588,48	158,67	24,33199	46,862	60,9472	109,1288	0,860927	15,235	314,798	32,7316	0,604628	41,4532	0,287472
(ort)	41183,67	2433,364	5288,9	145,2469	23,88448	43,65913	54,7998	98,7218	0,775623	13,73925	299,4027	31,50572	0,403245	39,36093	0,193594
(SD)	1645,201	193,7537	285,1938	11,51567	0,488949	2,295376	3,441391	10,57005	0,057928	0,824424	11,44872	1,094528	0,125977	2,05407	0,079742
E4 (min)	40726,4	2934,62	9257,44	145,6094	50,39	49,5948	75,9616	150,956	0,892	18,52716	369,0288	36,968	0,289512	39,6532	0,103356
(mak)	43445,2	3762,888	10036	150,1526	56,3972	51,3548	90,556	164,2312	1,21284	23,54204	390,0236	39,3024	0,82644	46,3552	0,34408
(ort)	42172,47	3346,824	9634,713	147,3485	53,70553	50,1088	81,83787	156,4537	1,090013	21,05283	379,7765	37,95947	0,498926	43,6526	0,190016
(SD)	1044,399	428,6183	341,3342	2,16566	2,632263	0,703343	5,1802	4,928805	0,130887	2,328325	7,777229	1,083352	0,19961	2,36857	0,085628
E5 (min)	22723,6	384,992	124132,8	113,3324	176,4572	20,81008	1,2756	20,2228	0,46376	8,605172	413,916	25,60356	0,153944	292,4936	LDA
(mak)	23362,32	438,056	129686,4	119,864	193,192	23,04012	1,986	21,9296	0,76072	9,260177	434,188	27,64864	0,564492	373,292	
(ort)	23047,93	413,2241	127203,1	116,9473	180,9081	21,84898	1,637629	21,4062	0,541313	8,875052	427,4973	26,73413	0,330175	331,4504	
(SD)	261,7231	25,72016	2153,698	2,852853	6,287344	1,055048	0,331649	0,643526	0,110488	0,313051	7,968335	0,744485	0,163564	38,11265	
E6 (min)	22690,84	1658,744	24764,68	132,4124	112,6552	43,0052	4,55459	112,1068	1,3568	12,90828	297,1204	39,2036	0,119992	111,392	0,011921
(mak)	23415,88	1734,284	26053,12	137,3812	122,05	44,7756	7,7784	131,9612	1,51836	13,70744	304,5924	43,3024	0,81484	132,08	0,3228
(ort)	22944,01	1689,979	25209,71	134,3945	117,8031	44,04653	5,827764	121,5293	1,412631	13,20296	300,1661	40,42613	0,407157	120,8138	0,180351
(SD)	273,86	29,10515	446,0645	1,902459	3,790393	0,668011	1,221125	9,58303	0,060328	0,280194	2,826323	1,503176	0,233604	8,019166	0,10615
E7 (min)	21449,88	2182,048	15673,76	204,6288	12,90176	44,8608	1,50288	12,44384	0,9296	31,18348	342,856	17,17364	0,188764	20,8496	0,01004
(mak)	23853,2	2278,072	17086,72	209,7644	17,32539	53,7988	2,36556	14,13604	1,272	36,36	358,2696	19,71612	0,483488	25,17134	0,588204
(ort)	22603,01	2236,191	16356,35	206,8197	14,90483	48,9986	1,796045	13,19889	1,114296	33,59256	350,7447	18,78573	0,340891	23,00772	0,301487
(SD)	1100,802	33,86426	603,3521	1,933519	1,703952	4,110651	0,344738	0,667094	0,14033	1,917669	6,521272	0,944224	0,11886	2,208032	0,233218
E8 (min)	22904,44	1988,088	21053	170,9732	79,468	86,3796	7,6852	58,46736	0,86894	16,2852	325,4596	46,9368	0,49108	95,84	0,01528
(mak)	23304,44	2368,64	22306,24	176,7116	86,814	90,8688	8,539256	59,8468	1,01012	17,89008	335,7272	51,236	0,62004	119,1584	0,3362
(ort)	23151,92	2160,727	21773,14	174,6412	84,13573	87,95816	8,04525	58,94715	0,943043	16,87661	329,5153	48,53097	0,563773	107,1403	0,22449
(SD)	155,5939	181,4045	520,4713	2,032681	2,916386	2,068873	0,283531	0,478351	0,047139	0,64362	3,368632	1,446877	0,049671	11,29624	0,116818

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.14 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda yaz mevsiminde sedimentte tespit edilen element seviyeleri

İstasyonlar	Elementler (mg/kg)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	69487,2	2953,076	11034,04	187,9752	14,5424	19,4408	3,0486	13,58428	0,32228	4,87764	177,1968	11,45564	0,295052	39,6	LDA
(mak)	70908,4	3027,112	11448,72	209,9492	16,6132	21,4736	6,39192	15,29735	0,46	6,19624	190,5615	13,10956	0,51232	44,4	0,51432
(ort)	70445,27	2991,577	11266,39	199,574	15,74473	20,47633	5,247073	14,75765	0,380547	5,598713	184,1931	12,37059	0,382899	42,2	0,179267
(SD)	554,8476	27,29283	154,6444	10,82073	0,732051	0,732173	1,273177	0,622926	0,05161	0,445365	4,565468	0,653033	0,090219	2,187236	0,242544
E2 (min)	44627,6	3872,564	14578,12	282,0876	11,72419	17,78892	7,433808	29,30176	0,960032	8,0644	212,6416	13,97976	0,207652	42	LDA
(mak)	46943,2	3916,004	15166,48	296,362	15,16	24,1732	8,04428	32,5936	1,16172	8,96704	223,9678	16,68932	0,42028	46,356	0,38
(ort)	45781,47	3898,665	14918,73	289,0324	12,8408	21,2321	7,723767	30,9985	1,013775	8,3532	217,8579	15,44566	0,309943	43,8152	0,1784
(SD)	984,2038	14,91708	252,8533	7,035676	1,265976	2,87194	0,312128	1,200911	0,076333	0,381146	4,281817	0,955972	0,079131	1,920386	0,196488
E3 (min)	58228	4158,72	11056,8	261,3944	22,06	40,3928	37,30908	112,5644	0,73	15,15624	378,3628	27,95584	0,014292	40	0,064
(mak)	61013,72	4535,28	11778,76	268,5648	24,384	45,5248	42,7524	123,2272	1,02876	15,74632	407,5892	30,15784	0,55036	43,12	0,3
(ort)	59728,92	4371,813	11378,04	263,9141	23,35333	42,91107	39,73242	117,8061	0,84138	15,43875	394,4586	29,14995	0,31838	41,39	0,196
(SD)	1285,264	170,2294	323,8487	3,083014	1,059052	2,249834	2,437927	5,291002	0,117847	0,264605	14,0781	0,849557	0,218021	1,26113	0,085441
E4 (min)	61307,6	4357,132	13704,88	246,1116	46,908	54,1036	48,18591	212,832	1,0604	15,5256	420,1496	27,80452	0,308884	39,9324	LDA
(mak)	62311,2	5183,44	14329,36	322	57,16	60,3232	52,10538	229,7	1,38	22,38052	435,0688	30,36444	0,55232	51,152	0,3684
(ort)	61805,13	4831,943	13947,58	283,5847	51,83573	58,13673	50,16354	223,188	1,206366	19,43199	429,5847	29,33891	0,417164	43,74512	0,211667
(SD)	484,5305	397,4569	243,112	40,251	3,501792	2,616674	2,124778	7,339069	0,126346	2,875238	6,251586	0,900532	0,088383	4,021606	0,170332
E5 (min)	29680,48	438,056	97216,8	111,3152	194,932	22,2878	2,0768	16,55664	0,733161	8,004693	507,8	27,41456	0,106108	324,968	LDA
(mak)	30327,28	836,04	98110	116,3848	208,256	29,9918	2,923696	17,21304	1,05228	8,478956	528,696	28,8756	0,41968	392,528	
(ort)	29972,8	724,2447	97619,4	114,0017	201,0646	25,97308	2,453249	16,99231	0,857516	8,240804	517,4741	28,12388	0,299464	355,7085	
(SD)	265,5646	151,2315	411,9938	2,247688	4,456546	3,015062	0,316542	0,337476	0,14351	0,230689	8,919055	0,501157	0,125925	28,91207	
E6 (min)	34960	1652,8	17338	100,9268	108,7205	32,76409	7,092	137,7812	1,962113	23,02846	435,76	30,3156	0,289124	120,616	0,12
(mak)	35560	1748,4	17962,8	107,2116	113,9502	39,49898	8,944	148,1716	2,568	23,49857	445,4472	32,6524	0,792932	147,12	0,234095
(ort)	35340	1689,267	17701,73	104,3644	111,4038	36,8747	8,008587	141,7399	2,232132	23,26348	439,0498	31,3571	0,440599	133,3553	0,177816
(SD)	214,2895	36,75947	259,1859	2,937618	2,789617	2,774423	0,666875	4,157151	0,267483	0,20025	3,67277	0,778822	0,177764	11,44316	0,040224
E7 (min)	25423,8	2363,508	17269,56	387,9164	13,432	34,112	1,274964	11,64793	1,23648	33,48992	397,4341	13,57108	0,159432	20,936	0,2444
(mak)	25793,44	2862,088	18994,12	461,772	17,542	39,501	1,928792	12,47546	1,8476	35,89142	427,18	15,38164	0,45432	26,668	0,36
(ort)	25569,05	2625,214	18173,49	425,8059	15,6784	37,29019	1,63095	12,03427	1,503887	34,7403	411,5819	14,66552	0,350414	23,51323	0,315267
(SD)	135,5955	240,0306	854,1362	38,93025	1,669237	2,461999	0,208531	0,369983	0,261452	0,906382	15,41024	0,618325	0,10312	2,724845	0,050563
E8 (min)	29605,36	1608,36	20201,84	191,6204	92,32872	75,6988	10,56978	81,6	0,976	12,92464	313,9092	36,7838	0,142592	110,9376	0,208
(mak)	30184,68	1654,84	21023,28	213,79	106,554	81,63919	12,20236	86,4	1,552	13,95383	346,48	38,34272	0,87408	136,5736	0,2344
(ort)	29869,95	1634,947	20616,59	202,2769	101,5106	78,17256	11,02405	83,86667	1,266143	13,50343	330,647	37,40723	0,527608	117,4744	0,227833
(SD)	236,5163	20,46597	353,6211	11,16499	5,538422	2,556274	0,602861	2,15654	0,197714	0,36361	17,16025	0,62861	0,286702	9,567498	0,01021

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.15 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sedimentte tespit edilen elementlerin yıllık ortalama değerleri.

İstasyonlar	Elementler (mg/kg)														
	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
E1 (min)	48986,67	1594,627	5758,407	199,574	12,86667	20,47633	4,326667	14,75765	0,293333	5,598713	178,4313	10,48821	0,311533	36,06667	0,179267
(mak)	70445,27	2991,577	18006,67	394	16,40533	72,11333	6,018467	42,4222	0,397333	35,4	265,6	18,33333	0,382899	42,2	0,229527
(ort)	60235,97^a	2244,88^a	10331,2^a	260,79^{ab}	15,231^a	45,455^{ab}	4,9836^a	33,265^a	0,3504^a	17,408^a	217,88^a	13,748^a	0,3536^a	39,742^a	0,198^a
(SD)	8782,871	592,2434	5686,306	89,88525	1,60156	24,1966	0,813022	12,75422	0,047458	12,9483	43,26691	3,344221	0,034205	2,626466	0,021604
E2 (min)	41666,67	1591,109	4829,347	173,6491	11,78	21,2321	7,303016	30,9985	0,294667	8,3532	203,8853	14,3269	0,309943	39,97267	0,1784
(mak)	53333,33	3898,665	14918,73	338,2	31,66667	60,36479	10,2478	52,2	1,013775	34,93467	253	18,33333	0,473333	43,8152	0,223733
(ort)	45866,59^a	2773,1^{ab}	8829,8^a	282,42^{ab}	17,733^a	39,862^a	8,4677^a	38,37^a	0,526^{ab}	17,991^a	221,75^a	16,509^a	0,3901^a	41,872^a	0,197^a
(SD)	5276,429	961,6795	4391,421	75,58074	9,363718	20,37276	1,303228	9,977698	0,329182	12,19456	21,60857	1,936418	0,080563	1,763023	0,021229
E3 (min)	39186,67	2433,364	5288,9	145,2469	23,35333	42,91107	39,73242	98,7218	0,579333	13,73925	261,7432	19,93333	0,31838	38,35533	0,187187
(mak)	59728,92	4371,813	11378,04	418	39,33333	81,62	55,93333	119,4662	0,84138	30,05	394,4586	31,50572	0,433333	41,39	0,22
(ort)	46458,15^a	3484,9^{ab}	7530,65^a	281,39^{ab}	29,942^a	60,18^{ab}	50,549^b	111,97^b	0,712^{ab}	19,85^a	317,7^{abc}	25,58^b	0,388^a	39,593^a	0,199^a
(SD)	9261,628	797,3184	2655,524	112,2378	7,722602	19,86147	7,426559	9,412286	0,117859	7,324905	55,86443	5,613687	0,049249	1,280805	0,01436
E4 (min)	42172,47	3298	9634,713	147,3485	51,83573	50,1088	50,16354	117,9768	0,853333	19,43199	314,0464	19,06667	0,417164	42,65125	0,186667
(mak)	61805,13	4831,943	13947,58	434	61,93333	85,606	81,83787	223,188	1,206366	32,14667	429,5847	37,95947	0,733333	43,86667	0,244427
(ort)	48771,07^a	3896,35^b	11787,41^a	310,55^a	57,218^b	66,779^{ab}	69,148^c	156,97^b	1,029^b	24,17^a	360,3^{bc}	29,357^{bc}	0,559^b	43,478^a	0,208^a
(SD)	8834,809	725,8132	1853,791	125,2369	5,197106	15,80222	13,48815	46,97018	0,152581	5,651101	55,15236	7,806337	0,135258	0,558693	0,026575
E5 (min)	21166,67	413,2241	97619,4	104	171,4247	21,84898	1,466667	16,99231	0,541313	8,240804	385,2133	26,13333	0,273333	311,0031	0
(mak)	29972,8	724,2447	127203,1	116,9473	201,0646	41,06667	2,453249	23,6	0,857516	24,02733	517,4741	30,66667	0,333333	355,7085	0,096
(ort)	24150,18^b	569^c	108872,3^b	111,37^b	187,63^c	31,262^a	1,772^a	21,2^a	0,684^{ab}	13,58^a	437,9^c	27,91^b	0,309^a	332,14^b	0,042^b
(SD)	3959,623	154,0035	12883,71	5,568566	13,89171	8,882559	0,459109	2,948929	0,142223	7,301736	56,21541	2,015285	0,028305	18,3098	0,04982
E6 (min)	18091,67	1283,333	17701,73	104,3644	99,66667	36,8747	4,333333	70,4428	1,353333	13,20296	249,2	26,06667	0,407157	120,8138	0,15692
(mak)	35340	1689,979	25209,71	159,0533	117,8031	78,59333	8,008587	141,7399	2,232132	29,40933	439,0498	40,42613	0,473333	133,3553	0,2072
(ort)	23655,59^b	1551,5^{ac}	20295,71^a	138,11^{ab}	107,87^d	58,56^{ab}	6,1774^a	116,31^b	1,639^c	21,75^a	318,2^{abc}	32,829^{cd}	0,435^{ab}	125,53^c	0,18^a
(SD)	8108,543	191,6013	3387,588	24,93536	8,28746	21,16447	1,528349	31,67649	0,404427	6,692335	83,33334	5,944706	0,028872	5,454916	0,020625
E7 (min)	22603,01	2117,333	16356,35	206,8197	14,90483	32,87333	1,195067	12,03427	1,053667	19,60667	349,6667	12,26667	0,32	20,21913	0,301487
(mak)	25580	2625,214	18173,49	425,8059	28,26667	48,9986	1,796045	22,58901	1,503887	34,7403	411,5819	18,78573	0,393333	23,51323	0,358267
(ort)	24346,02^b	2382,3^a	16918,13^a	289,97^{ab}	19,7^a	39,073^a	1,522^a	17,521^a	1,19^{bc}	27,78^a	366,2^{bc}	15,829^a	0,351^a	22,297^d	0,324^c
(SD)	1479,461	244,2062	852,0297	97,759	6,12696	6,925657	0,256201	5,68503	0,210643	7,527976	30,27895	2,939534	0,030852	1,451976	0,024237
E8 (min)	16480	952	14106,67	163,56	82,89333	70,8	5,347607	42,31978	0,794	13,50343	216,193	33,06667	0,527608	107,1403	0,22449
(mak)	29869,95	2160,727	21773,14	202,2769	101,5106	87,95816	11,02405	83,86667	1,266143	32,68667	330,647	48,53097	0,613333	117,4744	0,254067
(ort)	21607,14^b	1654,7^{ac}	18391,77^a	177,72^{ab}	89,96^d	80,936^b	7,601^a	61,055^{ab}	0,98^b	21,87^a	291,3^{ab}	38,65^d	0,559^b	111,97^c	0,238^a
(SD)	6294,303	515,4838	3487,639	16,99348	8,547165	8,0463	2,555799	17,12401	0,198391	8,533266	53,71086	6,822857	0,039235	4,243406	0,014811

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma; *: ihmal edilebilecek kadar küçük değer

Aynı sütundaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$)

Emet Çayı Havzası sedimentlerinde tespit edilen kalsiyum değerlerine göre istasyonlar arasında One Way Anova Testi sonuçlarına göre istatistiki farklar belirlenmiştir. Buna göre, E1, E2, E3 ve E4 istasyonlarında tespit edilen kalsiyum miktarları E5, E6, E7 ve E8 istasyonlarında tespit edilen seviyelerden istatistiki olarak önemli derecede yüksektir ($p<0,05$). Çalışmamızda sedimentler için kaydedilen en yüksek kalsiyum verisi yaz mevsiminde, E1 istasyonunda 70445 mg/kg; kaydedilen en düşük kalsiyum verisi ise kış mevsiminde, E8 istasyonu için 16480 mg/kg'dır.

E5 istasyonunda tespit edilen potasyum değerleri diğer istasyonlarda belirlenen potasyum değerlerinden oldukça düşük, E4 istasyonunda tespit edilen potasyum değerleri ise diğer istasyonlarda belirlenen değerlerden oldukça yüksektir ve bu farklar istatistiki olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Sediment potasyum içerikleri açısından E5 istasyonu ile E1, E2, E3, E4 ve E7 istasyonları arasında ve E4 istasyonu ile E1, E5, E6, E7 ve E8 istasyonları arasında istatistiki olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. ($p<0,05$). Ayrıca yaz mevsiminde belirlenen potasyum değerleri diğer mevsimlerde belirlenen potasyum değerlerinden oldukça yüksektir ve çalışmamızda belirlenen en yüksek potasyum verisi yaz mevsiminde, E4 istasyonunda kaydedilmiştir (4831 mg/kg). Yine E4 istasyonunda belirlenen sodyum değerleri diğer istasyonlardan genelde yüksektir ve sedimentlerin sodyum içerikleri açısından E4 ve E5 istasyonları arasında istatistiki olarak önemli farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

E5 istasyonu sedimentinde tespit edilen magnezyum, nikel, krom ve mangan akümülayonları tüm diğer istasyonlarda belirlenen akümülayon seviyelerinin çok üzerindedir ve magnezyum, nikel ve krom içerikleri açısından E5 istasyonu diğer tüm istasyonlardan istatistiki olarak ta anlamlı derecede farklıdır ($p<0,05$). Çalışmamızda sedimentte tespit edilen en yüksek magnezyum değeri ilkbahar mevsiminde 127203 mg/kg olarak, en yüksek mangan, nikel ve krom değerleri yaz mevsiminde, sırasıyla 517 mg/kg, 201 mg/kg ve 355 mg/kg olarak E5 istasyonunda kaydedilmiştir.

E3 ve E4 istasyonlarında belirlenen arsenik akümülayonları ve E4 istasyonunda belirlenen bor akümülayonları diğer istasyonlarda tespit edilen arsenik ve bor akümülayonlarından çok yüksektir. One Way Anova Testi sonuçlarına göre, arsenik içerikleri açısından E3 istasyonu ile tüm diğer istasyonlar arasında ve E4 istasyonu ile yine tüm diğer istasyonlar arasında; bor içerikleri açısından ise E3, E4 ve E6 istasyonları ile E1, E2, E5 ve E7 istasyonları arasında istatistiki olarak önemli farklar tespit edilmiştir. E5 ve E7 istasyonları sedimentlerinde belirlenen arsenik ve bor akümülayonları diğer istasyonlardan oldukça düşüktür ve kaydedilen en düşük arsenik verisi sonbahar mevsiminde, E7 istasyonunda

1,19 mg/kg, kaydedilen en düşük bor verisi ise yaz mevsiminde yine E7 istasyonunda 12,03 mg/kg'dır. Emet Çayı Havzası sedimentlerinde çalışmamız süresince tespit edilen en yüksek arsenik ve bor değerleri E4 istasyonunda belirlenmiştir ve en yüksek arsenik değeri ilkbahar mevsiminde tespit edilmiş ve 81,83 mg/kg olarak, en yüksek bor değeri ise yaz mevsiminde tespit edilmiş ve 223 mg/kg olarak kaydedilmiştir.

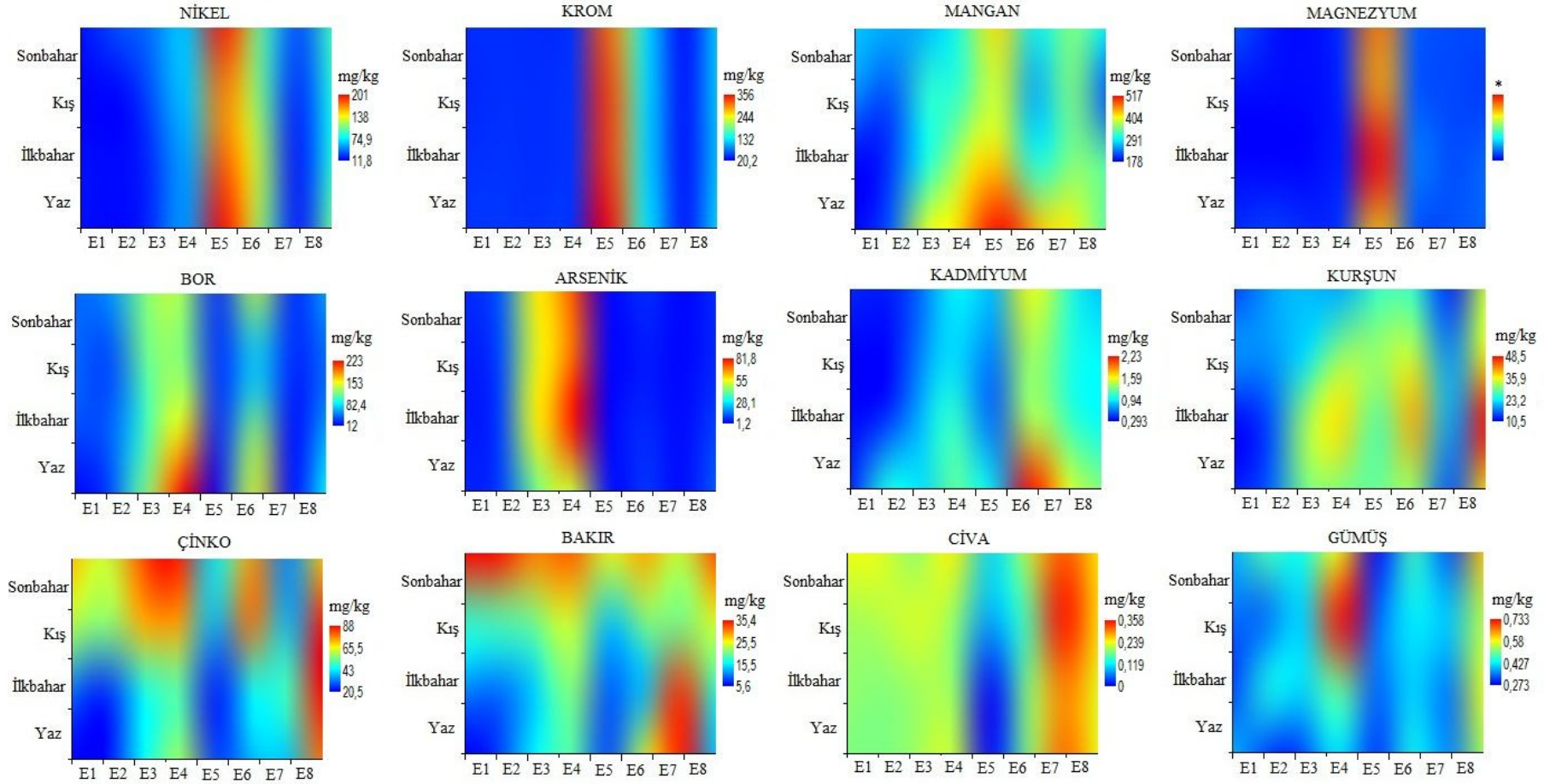
İlkbahar ve yaz mevsimlerinde sedimentte belirlenen çinko akümülayon seviyeleri genel olarak sonbahar ve kış mevsimlerinde tespit edilen seviyelerden oldukça düşüktür ve sonbahar mevsiminde belirlenen çinko akümülayon seviyeleri genel olarak diğer mevsimlerinde tespit edilen seviyelerden oldukça yüksektir. Özellikle yaz ve ilkbahar mevsimlerinde E7 istasyonunda sedimentte belirlenen bakır seviyelerindeki artış dikkat çekicidir ve çalışmamızda tespit edilen en yüksek bakır değeri yaz mevsiminde, E7 istasyonunda 34,74 mg/kg olarak kaydedilmiştir. Yine sonbahar mevsiminde E4 istasyonu sedimenti çinko içeriğindeki yükseliş dikkat çekicidir ve 85,6 mg/L olarak kaydedilen değer, sonbahar mevsiminin kaydedilen en yüksek çinko verisidir. Ancak çalışmamız süresince tespit edilen en yüksek çinko değeri E8 istasyonunda ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir (87,95 mg/kg). Sediment bakır içerikleri açısından istasyonlar arasında istatistiki bir fark tespit edilememişken, çinko değerleri açısından E8 istasyonu ile E2, E5 ve E7 istasyonları arasında istatistiki olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Yaz mevsiminde belirlenen kadmiyum değerleri diğer mevsimlerde tespit edilen kadmiyum değerlerinin ve E6 istasyonunda belirlenen kadmiyum değerleri diğer istasyonlarda tespit edilen kadmiyum değerlerinin oldukça üzerindedir. E6 istasyonu sediment kadmiyum içerikleri açısından E7 istasyonu hariç diğer tüm istasyonlardan istatistiki olarak ta önemli derecede farklıdır ($p<0,05$). Çalışmamız süresince belirlenen en yüksek kadmiyum akümülayonu yaz mevsiminde ve E6 istasyonunda tespit edilmiştir (2,23 mg/kg). Kış mevsiminde belirlenen kadmiyum akümülayonları genel olarak diğer istasyonlardan düşüktür ve tespit edilen en düşük sediment kadmiyum değeri E1 istasyonunda, kış mevsiminde 0,23 mg/kg olarak kaydedilmiştir.

E8 istasyonu, E6 istasyonu hariç sediment kurşun içerikleri açısından diğer tüm istasyonlardan istatistiki olarak önemli derecede farklıdır ($p<0,05$) ve tüm mevsimlerde belirlenen en yüksek kurşun içerikleri E8 istasyonunda tespit edilmiştir. Belirlenen en yüksek kurşun akümülayonu ilkbahar mevsiminde, E8 istasyonunda 45,53 mg/kg olarak, en düşük kurşun akümülayonu ise yine ilkbahar mevsiminde, E1 istasyonunda 10,48 mg/kg olarak kaydedilmiştir.

Sedimentteki cıva birikimleri açısından E7 istasyonu cıva birikimleri diğer tüm istasyonlardan istatistiki olarak yüksek, E5 istasyonu cıva birikimleri ise diğer tüm istasyonlardan istatistiki olarak düşüktür ($p<0,05$). Sonbahar ve kış mevsimlerinde belirlenen cıva seviyeleri genel olarak ilkbahar ve yaz mevsimlerinde belirlenen cıva seviyelerinden yüksektir. Sedimentte tespit edilen en yüksek cıva akümüasyonu E7 istasyonunda, kış mevsiminde 0,35 mg/kg olarak kaydedilmiştir.

E4 ve E8 istasyonlarında tespit edilen gümüş değerleri diğer istasyonlarda belirlenen değerlerden oldukça yüksektir ve istatistiki olarak ta E4 ve E8 istasyonları E6 istasyonu hariç diğer istasyonlardan anlamlı derecede farklıdır ($p<0,05$). Kış mevsiminde, E4 istasyonunda 0,73 mg/kg olarak kaydedilen gümüş akümüasyon seviyesi, Emet Çayı Havzası sedimentleri için kaydedilen en yüksek; sonbahar mevsiminde, E5 istasyonunda 0,27 mg/kg olarak kaydedilen gümüş akümüasyon seviyesi ise, Emet Çayı Havzası sedimentleri için kaydedilen en düşük veridir.



*: Skala değerinin üzerinde

Şekil 3.3 Sedimentte tespit edilen bazı elementlerin Matrix Plot Dağılım Diyagramları.

3.4 Balıklarda Tespit Edilen Element Analiz Sonuçları ve Boy-Ağırlık Verileri

3.4.1 İncelenen balık türleri ve boy-ağırlık verileri

Çalışma alanında, örneklerin temin kolaylığı, aşağı-yukarı havza, farklı karakterde noktasal deşarjlar ve bölgenin biyotik birim biyoakümülyasyonlarını en iyi temsil edeceği düşünülen Emet Çayı Havzası'nda tespit edilen sekiz istasyonun dört tanesinden (E2, E4, E7 ve E8 istasyonları) her mevsim balık örnekleri jeneratör yardımıyla yakalanmıştır. Elde edilen örneklerin kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında çeşitli makro ve mikro element biyoakümülyasyonları incelenmiştir. Balık örneklerinin toplanması için seçilen tüm istasyonlardan kış ve yaz mevsimlerinde üç tür balık (*Squalius cii*, *Capoeta tinca* ve *Barbus oligolepis*), sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde ise iki tür balık (*Squalius cii* ve *Capoeta tinca*) temin edilebilmiştir.

Tüm araştırma periyodu boyunca, yakalanan balık türlerine ait ortalama boy (standart, çatal, total) ve ağırlık verileri Çizelge 3.16.-3.19.'da verilmiştir. Ayrıca, Emet Çayı Havzası'ndan temin edilen tüm balık türlerinin ağırlık-total boy regresyon hatları Şekil 3.4.'te verilmiştir. Çizilen regresyon hattı üstel eğri formüllerine göre, *S. cii* ve *C. tinca* türlerinin bölgede pozitif allometrik büyüme gösterdiği, *B. oligolepis* türlerinin ise izometrik büyümeye yakın olmakla birlikte genel olarak negafif allometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre, havza balıklarının büyüme, beslenme ve yem değerlendirebilme sıralamaları $S. cii > C. tinca > B. oligolepis$ şeklindedir.

Çizelge 3.16 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri.

	2. İstasyon				4. İstasyon				7. İstasyon				8. İstasyon			
	Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)		
		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total
	<i>S. ciü</i> (n = 12)				<i>S. ciü</i> (n = 9)				<i>S. ciü</i> (n = 11)				<i>S. ciü</i> (n = 9)			
min	6,00	70,00	78,00	85,00	26,00	107,00	120,00	130,00	9,00	86,00	14,00	102,00	28,00	114,00	126,00	136,00
mak	73,00	155,00	176,00	190,00	78,00	160,00	178,00	188,00	77,00	159,00	178,00	191,00	120,00	182,00	201,00	215,00
ort	23,92	104,25	117,67	127,42	50,00	138,33	154,56	165,11	28,64	113,00	114,55	136,36	61,22	144,22	160,00	172,11
SD	19,85	25,55	28,54	30,66	16,75	16,19	17,64	18,26	19,15	20,21	39,84	24,17	28,20	22,16	24,08	25,45
	<i>C. tinca</i> (n = 11)				<i>C. tinca</i> (n = 12)				<i>C. tinca</i> (n = 10)				<i>C. tinca</i> (n = 12)			
min	15,00	89,00	99,00	110,00	10,00	81,00	91,00	101,00	13,00	87,00	100,00	109,00	9,00	105,00	114,00	127,00
mak	103,00	170,00	187,00	207,00	143,00	193,00	214,00	234,00	130,00	186,00	203,00	225,00	173,00	216,00	234,00	254,00
ort	45,18	133,73	146,82	162,00	58,67	139,67	154,75	171,00	48,00	131,20	145,40	160,60	57,92	142,17	156,17	172,17
SD	28,39	25,07	27,55	29,95	42,02	35,07	38,37	41,13	34,89	26,54	27,84	31,02	52,25	35,73	38,93	41,53

n: örnek sayısı; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.17 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri.

	2. İstasyon				4. İstasyon				7. İstasyon				8. İstasyon			
	Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)		
		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total
	<i>S. ciü</i> (n = 9)				<i>S. ciü</i> (n = 9)				<i>S. ciü</i> (n = 8)				<i>S. ciü</i> (n = 10)			
min	16,00	99,00	112,00	121,00	14,00	93,00	105,00	113,00	14,00	93,00	103,00	114,00	34,00	123,00	137,00	149,00
mak	84,00	166,00	184,00	196,00	115,00	183,00	201,00	215,00	76,00	161,00	179,00	193,00	131,00	193,00	210,00	225,00
ort	48,00	136,00	151,00	161,33	58,78	143,11	159,22	170,78	41,63	126,50	140,75	153,50	69,80	151,20	167,00	180,00
SD	19,68	19,61	21,18	22,02	31,18	28,30	30,36	32,31	23,47	25,38	27,41	29,09	28,63	19,44	20,48	21,41
	<i>C. tinca</i> (n = 9)				<i>C. tinca</i> (n = 9)				<i>C. tinca</i> (n = 9)				<i>C. tinca</i> (n = 8)			
min	14,00	97,00	110,00	118,00	10,00	83,00	94,00	102,00	20,00	101,00	111,00	121,00	14,00	92,00	102,00	114,00
mak	114,00	185,00	202,00	223,00	168,00	210,00	225,00	245,00	72,00	159,00	175,00	193,00	132,00	188,00	210,00	229,00
ort	51,56	135,89	150,33	165,44	62,67	139,89	154,67	170,00	37,89	127,56	141,33	155,56	52,00	136,25	150,13	166,88
SD	34,30	30,84	33,12	36,71	49,26	38,53	40,97	44,74	15,95	17,66	20,75	23,42	39,08	30,63	34,93	36,74
	<i>B. oligolepis</i> (n = 5)				<i>B. oligolepis</i> (n = 5)				<i>B. oligolepis</i> (n = 5)				<i>B. oligolepis</i> (n = 6)			
min	9,00	76,00	85,00	94,00	9,00	80,00	90,00	98,00	8,00	77,00	87,00	95,00	8,00	82,00	92,00	103,00
mak	42,00	140,00	154,00	169,00	91,00	175,00	194,00	212,00	51,00	147,00	161,00	181,00	45,00	130,00	143,00	159,00
ort	18,40	99,80	111,00	123,00	36,40	117,60	130,40	142,40	20,20	103,40	113,20	129,20	22,17	103,50	115,00	128,17
SD	13,72	24,15	25,96	28,13	33,22	36,81	40,36	45,11	18,27	29,35	31,71	34,80	14,19	20,97	18,63	22,66

n: örnek sayısı; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.18 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri.

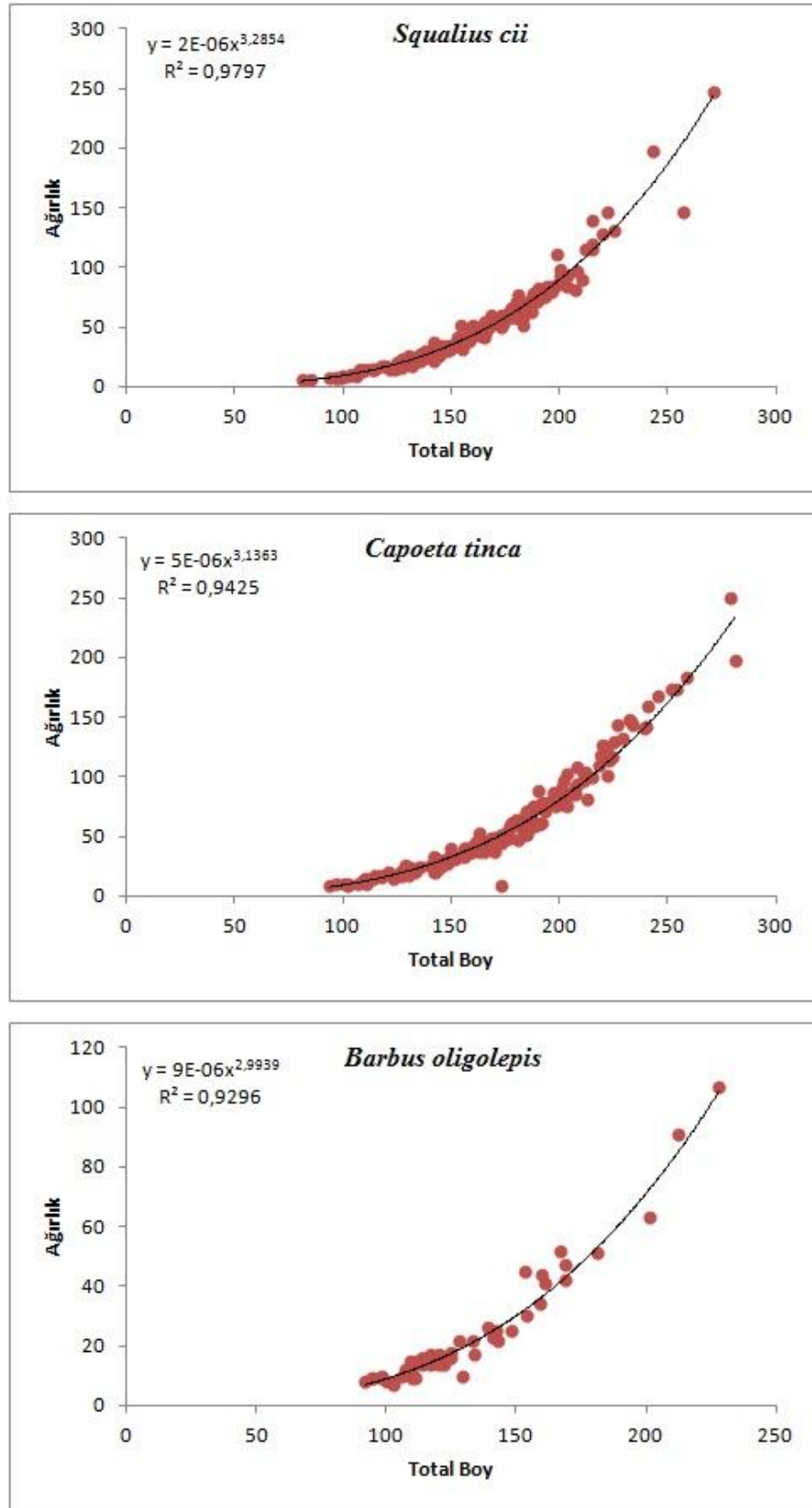
	2. İstasyon				4. İstasyon				7. İstasyon				8. İstasyon			
	Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)		
		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total
	<i>S. ciü</i> (n = 9)				<i>S. ciü</i> (n = 8)				<i>S. ciü</i> (n = 7)				<i>S. ciü</i> (n = 10)			
min	6,00	65,00	73,00	81,00	13,00	19,00	100,00	109,00	8,00	77,00	85,00	94,00	14,00	92,00	103,00	110,00
mak	73,00	156,00	171,00	186,00	116,00	152,00	195,00	212,00	48,00	136,00	151,00	160,00	111,00	167,00	184,00	199,00
ort	22,33	100,44	112,33	122,67	43,88	108,50	142,00	153,38	22,86	105,29	117,86	127,14	52,30	136,30	151,10	162,70
SD	22,10	29,10	31,60	33,46	33,89	42,35	32,07	34,08	14,84	24,04	26,79	26,80	21,96	21,24	22,67	24,80
	<i>C. tinca</i> (n = 9)				<i>C. tinca</i> (n = 10)				<i>C. tinca</i> (n = 9)				<i>C. tinca</i> (n = 9)			
min	20,00	102,00	114,00	126,00	15,00	90,00	99,00	111,00	9,00	83,00	92,00	102,00	20,00	114,00	128,00	142,00
mak	148,00	191,00	212,00	232,00	250,00	230,00	250,00	279,00	81,00	174,00	190,00	213,00	159,00	200,00	223,00	241,00
ort	50,56	132,11	146,67	161,78	72,60	149,30	165,10	181,80	50,67	137,11	150,89	166,67	69,44	149,67	166,00	182,67
SD	40,25	28,33	31,46	34,04	27,42	27,10	30,20	32,11	26,31	31,39	34,06	37,72	44,63	28,97	32,02	33,60

n: örnek sayısı; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.19 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde elde edilen balıkların boy-ağırlık verileri.

	2. İstasyon				4. İstasyon				7. İstasyon				8. İstasyon			
	Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)			Ağırlık (gr)	Boy (cm)		
		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total		Standart	Çatal	Total
	<i>S. ciü</i> (n = 13)				<i>S. ciü</i> (n = 12)				<i>S. ciü</i> (n = 11)				<i>S. ciü</i> (n = 15)			
min	22,00	104,00	121,00	133,00	23,00	104,00	116,00	127,00	29,00	120,00	134,00	145,00	31,00	118,00	133,00	144,00
mak	90,00	176,00	194,00	210,00	147,00	194,00	212,00	257,00	83,00	160,00	175,00	190,00	247,00	237,00	259,00	271,00
ort	45,46	133,23	149,54	161,23	67,33	144,83	159,50	175,42	52,82	141,73	156,82	169,36	91,53	162,87	180,40	193,27
SD	21,97	23,26	23,79	25,33	42,13	29,23	31,49	38,15	15,85	12,66	13,57	14,24	61,40	31,10	33,29	33,87
	<i>C. tinca</i> (n = 14)				<i>C. tinca</i> (n = 13)				<i>C. tinca</i> (n = 12)				<i>C. tinca</i> (n = 14)			
min	9,00	75,00	84,00	94,00	24,00	117,00	128,00	142,00	11,00	80,00	88,00	97,00	10,00	92,00	104,00	111,00
mak	141,00	198,00	222,00	239,00	147,00	194,00	213,00	233,00	198,00	233,00	257,00	281,00	183,00	215,00	235,00	259,00
ort	58,29	141,64	157,00	172,29	69,46	150,46	166,46	182,23	82,75	155,33	171,50	189,00	76,00	153,57	169,86	187,36
SD	34,85	33,07	36,59	39,04	41,28	25,48	27,78	29,65	58,46	43,60	47,30	51,44	44,68	31,69	34,20	38,45
	<i>B. oligolepis</i> (n = 7)				<i>B. oligolepis</i> (n = 6)				<i>B. oligolepis</i> (n = 5)				<i>B. oligolepis</i> (n = 7)			
min	14,00	97,00	109,00	117,00	7,00	83,00	93,00	103,00	8,00	74,00	84,00	92,00	10,00	78,00	89,00	98,00
mak	63,00	170,00	185,00	201,00	47,00	139,00	152,00	169,00	22,00	114,00	125,00	133,00	107,00	187,00	206,00	228,00
ort	26,86	119,86	132,29	145,29	21,50	109,67	116,33	128,83	13,60	93,20	103,40	112,60	35,86	116,86	129,14	142,14
SD	16,85	24,83	25,62	28,16	14,77	19,89	22,72	25,57	5,55	15,61	15,63	16,35	35,37	38,55	41,27	46,10

n: örnek sayısı; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma



Şekil 3.4 Emet Çayı Havzası balıkları boy-ağırlık regresyon grafikleri.

3.4.2 Balık dokularında tespit edilen element analiz sonuçları

Emet Çayı Havzası'ndan mevsimsel olarak yapılan arazi çalışmaları sonucu E2, E4, E7 ve E8 istasyonlarından yakalanan balık türlerinin kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, nikel, çinko, arsenik, bor, kadmiyum, bakır, mangan, kurşun, gümüş, krom ve cıva elementleri biyoakümülyasyonları tespit edilmiştir.

Sonbahar mevsiminde E2 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.20. (*S. cii*) ve Çizelge 3.21. (*C. tinca*)'de, E4 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.22. (*S. cii*) ve Çizelge 3.23. (*C. tinca*)'te, E7 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.24. (*S. cii*) ve Çizelge 3.25. (*C. tinca*)'te, E8 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları ise Çizelge 3.26. (*S. cii*), ve Çizelge 3.27. (*C. tinca*)'de verilmiştir.

Kış mevsiminde E2 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.28. (*S. cii*), Çizelge 3.29. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.30. (*B. oligolepis*)'da, E4 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.31. (*S. cii*), Çizelge 3.32. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.33. (*B. oligolepis*)'te, E7 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.34. (*S. cii*), Çizelge 3.35. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.36. (*B. oligolepis*)'da, E8 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları ise Çizelge 3.37. (*S. cii*), Çizelge 3.38. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.39. (*B. oligolepis*)'da verilmiştir.

İlkbahar mevsiminde E2 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.40. (*S. cii*) ve Çizelge 3.41. (*C. tinca*)'de, E4 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.42. (*S. cii*) ve Çizelge 3.43. (*C. tinca*)'te, E7 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.44. (*S. cii*) ve Çizelge 3.45. (*C. tinca*)'te, E8 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları ise Çizelge 3.46. (*S. cii*), ve Çizelge 3.47. (*C. tinca*)'de verilmiştir.

Yaz mevsiminde E2 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.48. (*S. cii*), Çizelge 3.49. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.50. (*B. oligolepis*)'de, E4 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.51. (*S. cii*), Çizelge 3.52. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.53. (*B. oligolepis*)'te, E7 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları Çizelge 3.54. (*S. cii*), Çizelge 3.55. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.56. (*B. oligolepis*)'da, E8 istasyonunda belirlenen element analiz sonuçları ise Çizelge 3.57. (*S. cii*), Çizelge 3.58. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.59. (*B. oligolepis*)'da verilmiştir.

E2 istasyonunda belirlenen yıllık ortalama element analiz sonuçları Çizelge 3.60. (*S. cii*), Çizelge 3.61. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.62. (*B. oligolepis*)'de, E4 istasyonunda belirlenen yıllık ortalama element analiz sonuçları Çizelge 3.63. (*S. cii*), Çizelge 3.64. (*C. tinca*) ve

Çizelge 3.65. (*B. oligolepis*)’de, E7 istasyonunda belirlenen yıllık ortalama element analiz sonuçları Çizelge 3.66. (*S. cii*), Çizelge 3.67. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.68. (*B. oligolepis*)’de, E8 istasyonunda belirlenen yıllık ortalama element analiz sonuçları ise Çizelge 3.69. (*S. cii*), Çizelge 3.70. (*C. tinca*) ve Çizelge 3.71. (*B. oligolepis*)’de verilmiştir.

Tüm mevsimlerde ve tüm istasyonlardan temin edilen balık tülerinin dokularında tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyonları ve dokular arasında element birikimleri açısından istatistiki farkların ortaya konması amacıyla uygulanan One Way Anova Testi sonuçları Çizelge 3.72. (*S. cii*), Çizelge 3.73 (*C. tinca*) ve Çizelge 3.74 (*B. oligolepis*)’te verilmiştir.

Tüm mevsimlerde ve tüm istasyonlardan temin edilen balık tülerinin dokularında tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyonları ve balık türleri arasında element birikimleri açısından istatistiki farkların ortaya konması amacıyla uygulanan One Way Anova Testi sonuçları Çizelge 3.75. (kas), Çizelge 3.76 (solungaç), Çizelge 3.77 (karaciğer) ve Çizelge 3.78 (böbrek)’de verilmiştir.

Çizelge 3.20 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1640,000	4384,000	656,000	1072,000	LDA	41,200	0,637	0,685	LDA	4,800	0,135	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	2360,000	6848,000	756,000	1972,000		56,500	1,434	3,518		6,800	0,142				
	ort	1893,333	5883,000	734,500	1326,833		48,083	1,075	2,656		5,550	0,139				
	SD	211,221	902,343	30,436	244,077		4,835	0,225	0,743		0,701	0,003				
Solungaç	min	22400,000	4106,667	1740,000	5230,000	LDA	188,540	1,961	3,140	LDA	5,200	0,747	1,596	LDA	LDA	LDA
	mak	38600,000	9777,778	2044,000	5400,000		190,330	4,162	5,132		8,000	0,762	2,135			
	ort	34138,333	7217,778	1927,000	5316,667		189,067	3,103	4,088		6,950	0,754	1,862			
	SD	6821,164	1835,619	144,112	85,049		0,840	0,465	0,668		0,763	0,006	0,582			
Karaciğer	min	2200,000	8580,000	3450,000	1620,000	0,572	142,100	5,308	4,409	0,160	32,000	0,285	1,932	0,265	0,337	LDA
	mak	2800,000	8820,000	3510,000	2092,000	1,299	145,800	8,126	7,248	0,236	33,000	0,300	2,225	0,536	0,668	
	ort	2433,333	8720,000	3483,333	1899,167	0,919	143,749	6,796	5,410	0,194	32,667	0,292	2,060	0,406	0,484	
	SD	321,455	124,900	30,551	214,753	0,407	1,883	1,030	0,761	0,027	0,577	0,006	0,340	0,170	0,207	
Böbrek	min	7810,000	4130,000	1870,000	3050,000	0,764	107,000	3,328	6,368	LDA	17,000	0,298	1,826	0,372	LDA	LDA
	mak	8000,000	4240,000	1900,000	3100,000	1,159	108,000	5,815	9,186		18,000	0,315	2,088	0,481		
	ort	7906,667	4193,333	1883,333	3073,333	0,965	107,333	4,368	7,208		17,667	0,306	2,010	0,405		
	SD	95,044	56,862	15,275	25,166	0,199	0,577	0,906	1,116		0,577	0,007	0,330	0,048		

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.21 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1240,000	1852,000	832,000	755,000	0,262	55,200	0,733	1,314	LDA	3,600	0,381	0,391	0,141	0,124	LDA
	mak	1880,000	2260,000	850,000	1130,000	0,742	61,200	2,552	2,031		4,000	0,448	0,601	0,248	0,326	
	ort	1573,333	2047,333	840,667	940,000	0,496	58,200	1,419	1,783		3,933	0,409	0,521	0,181	0,209	
	SD	240,887	200,550	9,018	186,896	0,239	3,012	0,688	0,246		0,163	0,033	0,224	0,056	0,154	
Solungaç	min	37000,000	4375,000	935,000	2060,000	0,814	106,950	2,384	2,752	0,163	5,000	1,090	0,905	0,296	0,562	LDA
	mak	43200,000	4455,000	1110,000	2080,000	1,679	154,750	3,021	3,431	0,238	6,500	1,154	1,397	0,636	0,674	
	ort	40073,333	4410,000	1021,667	2071,111	1,321	130,842	2,697	3,122	0,199	5,583	1,119	1,208	0,440	0,611	
	SD	3283,453	36,606	86,294	10,184	0,370	26,099	0,200	0,284	0,028	0,665	0,024	0,535	0,241	0,031	
Karaciğer	min	1880,000	9470,588	2128,000	2076,000	0,878	121,237	12,268	2,136	0,252	8,000	0,667	1,339	0,412	0,746	LDA
	mak	2480,000	9803,922	2228,000	2340,000	2,066	129,860	14,811	2,560	0,371	9,000	0,735	1,679	0,586	1,531	
	ort	2190,000	9679,739	2176,667	2198,000	1,446	124,182	13,441	2,401	0,299	8,333	0,710	1,556	0,517	1,094	
	SD	300,500	182,188	49,147	131,472	0,649	4,918	0,974	0,134	0,042	0,577	0,033	0,362	0,223	0,476	
Böbrek	min	9850,000	3909,780	507,045	1420,000	1,192	109,926	5,865	2,028	0,298	10,434	0,585	1,606	0,222	0,672	LDA
	mak	10050,000	4771,113	530,873	1480,000	1,837	121,874	7,621	2,248	0,381	11,593	0,695	2,062	0,665	1,131	
	ort	9933,333	4322,150	518,641	1440,000	1,521	115,900	6,773	2,142	0,338	11,400	0,631	1,860	0,382	0,884	
	SD	93,095	423,383	11,711	34,641	0,309	5,998	0,549	0,100	0,040	0,473	0,055	0,261	0,285	0,272	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.22 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1200,000	5040,863	800,239	1197,394	0,971	17,200	0,414	18,752	LDA	3,200	0,535	0,326	LDA	0,285	LDA
	mak	1236,000	7874,050	922,227	1209,133	1,988	21,200	2,179	19,449		4,400	0,972	0,810		0,472	
	ort	1222,000	6764,462	895,999	1203,916	1,499	19,327	1,181	19,020		3,800	0,740	0,644		0,344	
	SD	12,837	1037,543	37,128	5,977	0,493	2,043	0,778	0,240		0,420	0,242	0,224		0,104	
Solungaç	min	30600,000	4721,977	2122,585	3364,000	1,803	97,600	3,437	36,415	0,188	8,800	2,042	1,100	0,155	0,775	LDA
	mak	30900,000	11242,802	2493,428	3420,000	2,545	139,600	5,562	37,008	0,236	9,200	2,127	2,120	0,297	0,970	
	ort	30766,667	8299,232	2350,702	3388,000	2,220	125,467	4,604	36,683	0,210	8,933	2,093	1,657	0,245	0,860	
	SD	152,753	2110,654	175,799	25,799	0,395	24,134	0,746	0,244	0,018	0,231	0,030	0,499	0,054	0,068	
Karaciğer	min	1345,454	9865,559	4480,741	2779,389	2,896	53,681	7,189	44,139	0,282	18,874	0,946	3,170	0,381	0,953	LDA
	mak	1385,818	10141,518	4558,667	2806,638	4,186	66,165	11,632	44,858	0,415	25,952	1,129	3,770	0,679	2,545	
	ort	1370,121	10026,535	4524,033	2794,528	3,465	60,319	9,616	44,464	0,342	22,413	1,061	3,423	0,552	1,913	
	SD	14,393	143,614	39,678	13,874	1,016	6,376	1,549	0,295	0,048	2,474	0,080	0,412	0,205	1,097	
Böbrek	min	2533,335	4748,806	780,093	1581,995	2,821	41,488	4,930	52,561	0,282	11,000	0,928	2,591	0,306	1,484	LDA
	mak	2609,335	4875,288	792,608	1597,505	4,654	51,137	7,979	53,417	0,353	11,500	0,972	3,220	0,803	2,017	
	ort	2579,779	4821,629	785,655	1590,612	3,641	46,618	6,599	52,948	0,309	11,167	0,948	3,047	0,558	1,827	
	SD	27,101	65,382	6,372	7,897	0,848	4,928	1,066	0,351	0,030	0,289	0,015	0,224	0,357	0,303	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.23 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1200,000	3088,000	794,800	1188,406	0,920	21,160	0,318	19,579	LDA	3,600	0,685	LDA	0,083	0,277	LDA
	mak	1904,000	3144,000	1156,000	1196,687	1,886	25,600	1,505	20,018		4,000	1,232		0,162	0,456	
	ort	1554,667	3116,000	972,867	1191,166	1,421	23,393	0,996	19,799		3,733	0,941		0,118	0,332	
	SD	374,094	25,044	194,792	4,277	0,468	2,417	0,514	0,165		0,207	0,318		0,033	0,101	
Solungaç	min	24343,734	5417,544	1234,085	3431,111	1,710	82,524	3,608	26,062	0,220	8,800	2,784	0,944	0,173	0,750	LDA
	mak	38625,391	5515,789	1465,063	3493,333	2,415	84,345	5,033	26,644	0,321	10,800	2,899	1,367	0,494	0,939	
	ort	31538,659	5466,667	1348,474	3462,222	2,107	83,483	4,583	26,399	0,268	9,800	2,853	1,199	0,303	0,833	
	SD	7589,047	43,937	113,898	27,827	0,375	0,917	0,490	0,231	0,038	0,972	0,055	0,220	0,150	0,065	
Karaciğer	min	2215,000	11437,043	2808,697	2758,526	2,542	45,308	2,838	32,726	0,297	10,434	1,248	1,538	0,445	0,903	LDA
	mak	2225,000	11644,450	2940,685	2777,749	3,677	54,815	12,832	33,460	0,437	11,593	1,487	2,055	0,664	2,415	
	ort	2218,333	11540,746	2872,931	2764,934	3,042	50,090	8,545	33,094	0,353	10,820	1,399	1,812	0,569	1,814	
	SD	5,774	92,755	64,868	9,927	0,892	5,176	4,489	0,267	0,050	0,599	0,119	0,261	0,161	1,041	
Böbrek	min	2533,335	10000,000	502,445	1341,667	2,476	53,100	3,021	30,251	0,351	11,483	1,196	1,512	0,291	1,407	LDA
	mak	4019,557	10086,207	526,056	1358,333	4,088	55,315	6,729	30,929	0,450	12,759	1,252	1,990	0,538	1,913	
	ort	3282,076	10049,261	513,936	1350,000	3,198	54,577	4,477	30,591	0,399	11,909	1,221	1,799	0,396	1,733	
	SD	789,755	44,403	11,604	8,333	0,745	1,279	2,348	0,248	0,047	0,659	0,034	0,239	0,143	0,287	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.24. Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	4680,000	6480,000	512,000	2212,000	0,338	43,520	0,292	0,285	LDA	3,600	0,146	LDA	LDA	0,149	LDA
	mak	4800,000	8760,000	1516,000	5200,000	0,428	48,960	0,480	0,314		4,400	0,152			0,212	
	ort	4733,333	7613,333	1004,000	3698,667	0,383	45,800	0,381	0,300		3,933	0,149			0,183	
	SD	54,650	1156,731	536,185	1615,706	0,005	2,630	0,049	0,017		0,301	0,002			0,060	
Solungaç	min	40000,000	7888,000	2896,000	2972,000	0,773	68,200	0,911	1,043	LDA	4,800	1,387	LDA	LDA	0,232	LDA
	mak	43600,000	8760,000	3300,000	5480,000	1,247	72,400	1,190	1,670		5,600	1,408			0,506	
	ort	42133,333	8274,000	3074,000	4218,667	0,985	70,800	1,050	1,296		5,133	1,395			0,394	
	SD	1467,878	420,406	173,634	1295,352	0,207	1,927	0,128	0,244		0,301	0,009			0,131	
Karaciğer	min	9400,000	11750,000	1575,000	3765,000	0,922	67,500	2,199	1,298	0,135	14,130	0,305	1,681	0,195	0,344	LDA
	mak	10250,000	12600,000	1635,000	3935,000	1,678	93,900	2,853	2,079	0,200	15,217	0,319	2,125	0,384	0,799	
	ort	9800,000	12250,000	1605,000	3871,667	1,318	79,833	2,526	1,614	0,164	14,493	0,311	1,816	0,301	0,585	
	SD	406,202	349,285	21,909	70,899	0,361	13,703	0,363	0,303	0,023	0,561	0,005	0,248	0,094	0,235	
Böbrek	min	9880,005	4875,163	836,168	2680,917	0,980	156,416	1,396	1,516	LDA	11,483	0,289	1,773	0,224	0,377	LDA
	mak	10133,338	6590,498	868,022	6302,336	1,297	175,968	1,810	2,427		14,035	0,302	2,125	0,428	0,658	
	ort	9992,597	5727,815	852,095	4482,738	1,129	164,611	1,603	1,884		12,547	0,295	1,933	0,321	0,521	
	SD	115,373	870,255	11,631	1958,216	0,128	9,452	0,232	0,354		0,960	0,005	0,239	0,102	0,135	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.25 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	3964,000	9200,000	1048,000	2904,000	0,529	51,600	1,044	0,320	0,203	2,400	0,467	0,947	0,122	0,296	LDA
	mak	4920,000	10240,000	1124,000	3096,000	0,671	58,800	1,673	0,958	0,237	3,600	0,473	1,655	0,310	0,340	
	ort	4405,333	9720,000	1075,333	2958,667	0,601	54,800	1,359	0,640	0,218	2,867	0,470	1,290	0,229	0,295	
	SD	478,194	406,350	31,130	70,139	0,047	3,289	0,281	0,269	0,028	0,468	0,002	0,454	0,128	0,032	
Solungaç	min	54400,000	7000,000	2896,000	5520,000	1,212	151,200	1,665	0,814	0,354	4,000	2,836	1,987	0,381	0,373	LDA
	mak	65600,000	7760,000	3084,000	5960,000	1,956	158,800	2,078	0,896	0,512	6,667	2,848	3,178	0,598	0,812	
	ort	60000,000	7346,667	2979,333	5733,333	1,544	155,560	1,878	0,850	0,429	5,333	2,841	2,631	0,441	0,632	
	SD	5991,995	381,715	85,694	206,559	0,365	3,116	0,199	0,043	0,070	1,033	0,004	0,818	0,197	0,251	
Karaciğer	min	4404,448	25321,528	1604,383	9327,612	1,397	110,487	7,378	0,487	0,474	7,656	1,759	3,231	0,515	0,525	LDA
	mak	5466,672	28183,962	1720,732	9944,314	2,543	125,903	12,656	1,474	0,692	11,483	1,778	4,154	0,649	1,223	
	ort	4894,819	26752,745	1646,228	9503,201	1,996	117,338	10,282	0,982	0,561	9,144	1,768	3,639	0,611	0,895	
	SD	531,328	1118,412	47,657	225,285	0,585	7,042	2,126	0,408	0,088	1,492	0,008	0,636	0,080	0,400	
Böbrek	min	8368,448	16121,528	1418,038	3810,012	1,484	102,757	4,127	0,454	0,558	7,158	1,549	3,156	0,246	0,577	LDA
	mak	10386,672	17943,962	1520,873	4061,914	1,964	117,095	6,611	1,372	0,711	10,736	1,566	4,368	0,681	1,008	
	ort	9300,153	17032,745	1455,023	3881,734	1,710	109,129	5,371	0,914	0,632	8,549	1,557	3,789	0,470	0,797	
	SD	1009,522	712,063	42,121	92,021	0,233	6,549	1,111	0,381	0,084	1,395	0,007	0,840	0,274	0,246	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.26 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	2565,714	3428,000	404,000	2372,000	1,632	38,500	0,893	4,511	0,181	14,400	0,452	0,802	0,090	0,726	LDA
	mak	2577,143	11080,000	1288,000	2900,000	2,047	51,840	1,513	4,779	0,211	14,800	1,058	1,229	0,284	0,971	
	ort	2572,381	7274,000	843,333	2615,333	1,815	45,880	1,213	4,650	0,193	14,667	0,727	0,976	0,176	0,848	
	SD	5,320	4125,888	478,393	248,740	0,276	6,366	0,263	0,120	0,027	0,207	0,309	0,324	0,059	0,188	
Solungaç	min	35480,000	10600,000	1372,000	7116,284	2,582	68,400	3,174	6,333	0,302	20,400	1,664	1,612	0,197	1,754	LDA
	mak	35560,000	10760,000	1384,000	8700,348	2,870	70,300	3,606	6,915	0,376	22,924	1,845	2,531	0,436	2,146	
	ort	35506,667	10680,000	1376,000	7846,314	2,746	69,333	3,370	6,669	0,336	21,255	1,756	2,068	0,274	1,928	
	SD	46,188	80,000	6,928	746,249	0,197	0,833	0,201	0,208	0,040	1,446	0,054	0,650	0,098	0,250	
Karaciğer	min	2850,796	4028,702	2071,612	5028,347	3,453	120,349	7,020	7,812	0,447	84,935	1,063	3,639	0,535	2,598	LDA
	mak	2863,495	13021,593	2150,530	6147,642	5,930	162,049	7,976	8,529	0,653	87,294	1,140	4,391	1,152	3,486	
	ort	2858,204	8548,652	2111,071	5544,184	4,686	143,418	7,454	8,226	0,540	86,507	1,103	3,979	0,801	3,058	
	SD	5,911	4848,883	28,817	527,298	1,580	19,899	0,443	0,254	0,085	1,218	0,023	0,621	0,349	0,509	
Böbrek	min	5416,511	2822,615	1099,819	2172,000	4,337	138,374	3,806	9,893	0,447	45,933	0,962	3,081	0,696	2,388	LDA
	mak	5440,638	9123,272	1141,716	2268,000	5,467	186,319	4,324	10,802	0,558	47,209	1,071	4,189	1,130	3,278	
	ort	5430,585	5989,412	1120,768	2216,000	4,803	164,898	4,041	10,418	0,490	46,784	1,037	3,711	0,830	2,887	
	SD	11,231	3397,256	15,299	48,497	0,795	22,879	0,240	0,317	0,057	0,659	0,045	0,722	0,242	0,524	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.27 Emet Çayı Havzasından sonbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1112,000	2916,000	2148,000	2457,843	1,037	67,200	0,818	3,094	0,199	10,800	0,545	0,918		0,532	LDA
	mak	1132,000	2988,000	2740,000	2473,523	1,325	68,400	1,326	5,469	0,232	14,800	1,272	1,374		0,745	
	ort	1120,000	2945,333	2451,333	2468,296	1,164	67,733	1,088	4,306	0,214	13,200	0,875	1,128	LDA	0,638	
	SD	10,583	37,807	289,744	9,053	0,096	0,413	0,185	1,183	0,028	1,893	0,373	0,361		0,064	
Solungaç	min	33120,000	5320,000	3207,121	4840,000	1,696	101,200	1,912	3,784	0,347	21,133	2,270	1,779	0,164	1,151	LDA
	mak	36320,000	6480,000	3253,940	5480,000	1,896	104,300	2,936	6,099	0,502	23,333	2,517	2,474	0,403	1,429	
	ort	34800,000	5920,000	3238,334	5146,667	1,809	102,267	2,304	4,900	0,420	22,311	2,396	2,054	0,286	1,275	
	SD	1498,159	548,452	27,031	322,656	0,042	1,514	0,412	1,015	0,069	1,108	0,077	0,563	0,161	0,086	
Karaciğer	min	2470,988	8696,503	2929,502	4760,184	2,024	143,889	5,767	4,465	0,447	35,621	1,396	2,662	0,340	1,412	LDA
	mak	2515,430	8911,232	2972,268	4790,552	3,541	146,459	9,345	7,898	0,653	48,814	1,496	3,660	0,521	1,923	
	ort	2488,764	8783,985	2958,013	4780,430	2,780	145,031	7,670	6,218	0,529	43,537	1,447	3,183	0,409	1,676	
	SD	23,517	112,752	24,691	17,533	0,877	0,885	1,315	1,704	0,084	6,244	0,034	0,650	0,151	0,209	
Böbrek	min	4694,988	6410,050	1267,031	3207,121	2,566	174,662	4,159	2,971	0,527	32,209	1,233	2,676	0,236	1,291	LDA
	mak	4779,430	6568,323	1285,528	3253,940	3,258	177,781	5,135	3,297	0,671	44,138	1,372	3,711	0,392	1,803	
	ort	4728,764	6474,532	1279,362	3238,334	2,851	176,048	4,551	3,142	0,596	39,366	1,328	3,277	0,311	1,578	
	SD	44,683	83,108	10,679	27,031	0,396	1,074	0,444	0,155	0,080	5,646	0,061	0,686	0,069	0,218	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.28 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1138,000	11640,000	936,000	832,000	0,411	46,000	0,764	0,877	0,087	11,600	0,391	0,540	0,182	0,134	LDA
	mak	1164,000	11960,000	964,000	876,000	1,031	47,200	1,544	4,055	0,102	12,400	0,460	0,760	0,346	0,413	
	ort	1147,333	11826,667	954,000	854,667	0,713	46,667	1,078	3,051	0,093	11,733	0,420	0,680	0,243	0,287	
	SD	7,763	123,072	10,040	14,895	0,328	0,413	0,226	0,842	0,008	0,327	0,033	0,288	0,128	0,183	
Solungaç	min	42998,000	10066,667	2306,667	4813,333	1,123	195,333	1,971	3,608	0,171	19,333	1,220	2,220	0,327	0,668	LDA
	mak	43892,000	19733,333	3800,000	4826,667	2,240	372,667	4,183	5,908	0,215	20,000	1,291	2,970	0,755	0,789	
	ort	43086,670	14811,111	3047,778	4820,000	1,778	282,667	3,119	4,703	0,192	19,556	1,252	2,590	0,551	0,722	
	SD	635,260	5126,561	797,400	5,963	0,544	95,445	0,468	0,754	0,017	0,344	0,027	0,810	0,248	0,050	
Karaciğer	min	1143,000	8909,091	827,273	2918,182	1,320	229,091	6,439	4,443	0,294	30,909	0,685	4,210	0,488	0,983	LDA
	mak	1171,000	13909,091	1009,091	4445,455	2,998	250,909	9,774	7,296	0,433	38,182	0,754	4,850	0,986	1,944	
	ort	1154,545	11437,879	918,636	3663,636	2,121	240,455	8,175	5,442	0,357	34,697	0,729	4,490	0,747	1,409	
	SD	8,131	2641,690	92,598	787,653	0,939	11,160	1,239	0,752	0,050	3,517	0,034	0,740	0,312	0,602	
Böbrek	min	2321,000	4400,000	558,000	963,636	1,763	410,000	3,900	6,440	0,294	26,364	0,655	3,980	0,684	0,892	LDA
	mak	2349,000	7545,455	571,000	1845,455	2,674	424,545	6,998	9,323	0,369	33,636	0,778	4,550	0,886	1,454	
	ort	2330,303	5957,576	562,727	1393,939	2,227	416,515	5,244	7,241	0,323	29,697	0,706	4,380	0,746	1,152	
	SD	12,421	1690,261	6,656	461,892	0,459	6,387	1,087	1,108	0,031	3,667	0,062	0,720	0,088	0,353	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.29 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	627,273	2968,000	1060,000	1428,000	0,382	33,160	0,914	1,650	0,085	9,600	0,469	0,540	0,189	0,149	LDA
	mak	754,545	4320,000	1444,000	1456,000	0,959	39,600	3,166	2,438	0,100	10,000	0,552	0,830	0,334	0,458	
	ort	706,061	3629,333	1251,333	1441,333	0,663	36,653	1,758	2,138	0,092	9,867	0,504	0,720	0,243	0,318	
	SD	49,348	699,580	199,526	12,565	0,305	2,971	0,859	0,279	0,008	0,207	0,040	0,310	0,075	0,203	
Solungaç	min	33800,000	4946,667	1766,667	2380,000	1,045	87,333	2,977	3,310	0,215	18,667	1,342	1,250	0,398	0,742	LDA
	mak	39266,667	7200,000	2406,667	3840,000	2,083	112,000	3,769	4,130	0,315	19,333	1,420	1,930	0,856	0,876	
	ort	36544,444	6048,889	2085,556	3106,667	1,653	99,556	3,366	3,757	0,263	19,000	1,377	1,670	0,592	0,802	
	SD	2699,602	1165,967	332,544	771,987	0,463	12,911	0,261	0,326	0,037	0,365	0,029	0,740	0,324	0,056	
Karaciğer	min	947,000	15333,333	1460,000	6330,000	1,122	172,000	15,268	2,588	0,333	30,000	0,822	1,850	0,554	0,963	LDA
	mak	962,000	15533,333	1470,000	6440,000	2,548	177,000	18,430	2,999	0,490	31,000	0,905	2,320	0,788	1,905	
	ort	955,333	15422,222	1463,333	6380,000	1,803	174,667	16,726	2,793	0,396	30,333	0,874	2,150	0,695	1,381	
	SD	7,638	101,835	5,774	55,678	0,798	2,517	1,223	0,140	0,056	0,577	0,041	0,500	0,300	0,590	
Böbrek	min	569,000	9083,333	537,500	2691,667	1,499	106,667	7,155	2,356	0,394	26,667	0,720	2,220	0,299	0,874	LDA
	mak	591,000	9416,667	565,833	2875,000	2,273	109,167	9,293	2,613	0,504	27,500	0,856	2,850	0,895	1,425	
	ort	578,500	9263,889	552,639	2750,000	1,893	108,194	8,260	2,489	0,447	27,361	0,777	2,570	0,514	1,128	
	SD	8,456	110,763	9,508	66,249	0,390	0,974	0,681	0,099	0,052	0,340	0,068	0,360	0,384	0,346	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.30 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	4720,000	14080,000	1236,000	1684,000	0,329	62,400	0,375	2,077	0,048	11,200	0,313	0,110	0,232	0,130	LDA
	mak	4840,000	14480,000	1260,000	1736,000	0,825	63,600	2,504	2,975	0,062	11,600	0,368	0,420	0,534	0,401	
	ort	4786,667	14320,000	1249,333	1712,000	0,571	63,067	1,150	2,540	0,057	11,467	0,336	0,260	0,332	0,278	
	SD	61,101	211,660	12,220	26,230	0,263	0,611	0,732	0,380	0,008	0,231	0,027	0,210	0,192	0,178	
Solungaç	min	54083,333	8916,667	1675,000	3566,667	0,899	130,833	0,464	4,700	0,150	22,500	0,976	0,320	0,341	0,648	LDA
	mak	54916,667	9083,333	1691,667	3775,000	1,792	132,500	2,918	10,304	0,192	23,333	1,033	0,870	0,894	0,766	
	ort	54527,778	9000,000	1686,111	3661,111	1,422	131,389	1,717	5,870	0,174	23,056	1,002	0,620	0,618	0,701	
	SD	419,435	83,333	9,623	105,519	0,392	0,962	0,779	1,545	0,015	0,481	0,021	0,400	0,312	0,049	
Karaciğer	min	4320,000	16500,000	1192,000	4490,000	0,950	166,000	1,960	1,512	0,254	33,120	0,513	2,580	0,439	0,934	LDA
	mak	4720,000	16600,000	1236,000	4540,000	2,159	196,000	2,858	1,979	0,302	34,916	0,566	3,750	0,712	1,847	
	ort	4493,333	16566,667	1218,667	4513,333	1,527	184,533	2,279	1,818	0,276	34,224	0,547	3,090	0,526	1,339	
	SD	205,264	57,735	23,438	25,166	0,676	16,200	0,319	0,166	0,023	0,966	0,026	0,620	0,120	0,572	
Böbrek	min	9750,000	10777,778	502,500	4280,000	1,269	145,833	2,557	1,420	0,193	27,250	0,491	2,640	0,319	0,847	LDA
	mak	10166,667	12111,111	507,500	4530,000	1,926	154,167	3,699	1,802	0,265	35,667	0,584	3,450	0,754	1,382	
	ort	9972,222	11629,630	505,833	4393,333	1,604	149,167	3,154	1,641	0,225	30,083	0,530	3,030	0,485	1,094	
	SD	209,718	739,814	2,887	126,623	0,330	4,410	0,398	0,080	0,033	4,835	0,047	0,520	0,216	0,335	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.31 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	2480,000	10040,000	852,000	1712,000	1,233	64,800	0,390	18,359	0,155	12,400	0,453	0,450	0,187	0,342	LDA
	mak	2496,000	10400,000	864,000	1784,000	2,454	65,600	2,050	19,041	0,183	12,800	0,823	1,120	0,344	0,634	
	ort	2458,667	10226,667	858,667	1738,667	1,867	65,200	1,101	18,621	0,167	12,533	0,627	0,890	0,255	0,480	
	SD	8,327	180,370	6,110	39,463	0,611	0,400	0,722	0,233	0,014	0,231	0,205	0,310	0,108	0,144	
Solungaç	min	101038,000	11800,000	3430,000	6280,000	2,232	333,000	3,232	35,654	0,266	24,600	1,730	1,520	0,309	0,998	LDA
	mak	103000,000	12000,000	3480,000	6470,000	3,123	339,000	5,229	36,234	0,334	28,600	1,802	2,930	0,556	1,232	
	ort	101930,000	11866,667	3460,000	6353,333	2,733	335,667	4,318	35,916	0,298	26,267	1,773	2,290	0,465	1,100	
	SD	1000,000	115,470	26,458	102,144	0,493	3,055	0,692	0,237	0,026	2,082	0,025	0,690	0,132	0,100	
Karaciğer	min	2055,000	9840,000	1042,000	4140,000	3,544	219,265	6,758	43,217	0,399	33,240	0,801	4,380	0,512	1,212	LDA
	mak	2080,000	10344,000	1081,000	4230,000	5,093	225,926	10,935	43,920	0,588	39,324	0,957	5,210	0,914	3,122	
	ort	2063,636	10074,667	1065,955	4173,333	4,227	222,386	9,030	43,535	0,485	36,097	0,899	4,730	0,742	2,364	
	SD	8,131	253,782	19,427	49,329	1,238	3,350	1,446	0,287	0,068	3,059	0,068	0,570	0,276	1,335	
Böbrek	min	3225,000	5900,000	575,000	2280,000	3,454	363,500	4,636	51,463	0,399	28,600	0,787	3,580	0,411	1,849	LDA
	mak	3255,000	6000,000	592,000	2470,000	5,654	403,390	7,501	52,301	0,501	36,000	0,823	4,450	1,080	2,489	
	ort	3239,394	5933,333	583,546	2353,333	4,439	383,397	6,194	51,841	0,438	32,733	0,803	4,210	0,751	2,261	
	SD	12,421	57,735	7,592	102,144	1,037	19,945	0,992	0,342	0,042	3,775	0,012	0,310	0,480	0,383	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.32 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1452,000	11040,000	968,000	952,000	1,172	38,800	0,409	19,920	0,187	12,800	0,544	1,180	0,182	0,332	LDA
	mak	2256,000	16640,000	1340,000	1588,000	2,332	56,400	1,876	20,367	0,220	13,200	0,988	1,760	0,320	0,615	
	ort	1852,667	13893,333	1158,000	1262,667	1,773	47,667	1,247	20,144	0,202	13,067	0,752	1,450	0,243	0,466	
	SD	417,332	2880,852	186,706	311,278	0,580	9,279	0,652	0,142	0,017	0,207	0,246	0,360	0,096	0,140	
Solungaç	min	33000,000	6866,667	1980,000	3893,333	2,121	75,333	4,474	26,524	0,335	18,667	2,249	2,750	0,339	0,968	LDA
	mak	39066,667	7866,667	2373,333	4386,667	2,967	84,000	6,235	27,117	0,489	20,667	2,343	3,980	0,899	1,195	
	ort	36133,333	7377,778	2183,333	4132,222	2,597	79,778	5,680	26,867	0,408	19,889	2,305	3,490	0,565	1,067	
	SD	3121,253	512,366	205,902	234,698	0,469	4,415	0,621	0,209	0,058	0,886	0,033	0,640	0,300	0,097	
Karaciğer	min	837,000	10000,000	769,000	3270,000	3,119	126,000	3,523	28,538	0,452	63,000	1,002	3,540	0,598	1,151	LDA
	mak	850,000	10100,000	790,000	3390,000	4,482	129,000	15,873	29,179	0,666	66,000	1,196	4,730	0,893	2,966	
	ort	845,333	10033,333	777,000	3336,667	3,720	127,667	10,575	28,860	0,537	64,333	1,124	4,170	0,765	2,245	
	SD	7,234	57,735	11,358	61,101	1,090	1,528	5,563	0,209	0,075	1,528	0,085	0,600	0,216	1,269	
Böbrek	min	817,000	8333,333	512,667	1635,000	3,040	102,600	3,750	26,378	0,535	46,300	0,960	3,480	0,392	1,756	LDA
	mak	845,000	8416,667	526,667	1685,000	4,976	112,900	8,331	26,970	0,685	56,400	1,004	4,580	0,724	2,365	
	ort	827,000	8361,111	518,000	1661,667	3,907	109,433	5,548	26,675	0,607	49,767	0,980	4,140	0,533	2,148	
	SD	15,620	48,113	7,572	25,166	0,913	5,918	2,917	0,192	0,071	5,747	0,015	0,550	0,192	0,363	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.33 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	4600,000	9560,000	904,000	1708,000	1,098	74,400	1,654	25,954	0,085	12,000	0,363	0,570	0,192	0,308	LDA
	mak	4680,000	9680,000	920,000	1728,000	2,184	75,200	4,210	26,320	0,111	12,400	0,659	0,910	0,310	0,571	
	ort	4626,667	9626,667	910,667	1720,000	1,661	74,800	2,752	26,118	0,102	12,267	0,501	0,680	0,224	0,432	
	SD	46,188	61,101	8,327	10,583	0,544	0,400	1,042	0,142	0,014	0,231	0,164	0,190	0,024	0,130	
Solungaç	min	54833,333	8258,333	2091,667	3441,667	1,987	176,667	6,641	35,036	0,233	22,500	1,384	1,230	0,367	0,898	LDA
	mak	55750,000	8291,667	2133,333	3500,000	2,780	181,667	9,559	35,738	0,298	24,167	1,442	2,420	0,892	1,109	
	ort	55361,111	8275,000	2105,556	3475,000	2,433	179,722	7,838	35,468	0,270	23,333	1,419	1,890	0,603	0,990	
	SD	473,853	16,667	24,056	30,046	0,439	2,679	1,145	0,313	0,023	0,833	0,020	0,640	0,312	0,090	
Karaciğer	min	4200,000	10863,636	928,000	4128,000	2,977	196,752	3,448	28,549	0,345	36,124	0,601	3,320	0,484	1,042	LDA
	mak	4480,000	11000,000	1012,000	4524,000	4,278	207,440	8,793	28,950	0,410	37,200	0,717	4,760	0,652	2,685	
	ort	4320,000	10939,394	973,333	4386,667	3,551	201,224	5,744	28,728	0,375	36,616	0,674	4,030	0,531	2,033	
	SD	144,222	69,433	42,395	224,155	1,040	5,553	2,169	0,155	0,031	0,544	0,051	0,840	0,072	1,148	
Böbrek	min	11500,000	8258,333	916,667	4130,000	2,902	168,083	5,093	31,457	0,262	24,167	0,590	3,380	0,372	1,590	LDA
	mak	13250,000	8375,000	966,667	4200,000	4,750	176,667	12,993	31,900	0,360	27,333	0,617	4,640	0,732	2,141	
	ort	12583,333	8330,556	947,222	4170,000	3,729	170,972	8,486	31,655	0,306	25,575	0,602	4,010	0,512	1,944	
	SD	946,485	63,099	26,788	36,056	0,871	4,932	3,201	0,170	0,045	1,612	0,009	0,760	0,240	0,329	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.34 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	3289,000	10320,000	916,000	912,000	0,772	42,400	0,350	0,305	0,144	11,600	0,334	0,870	0,114	0,382	LDA
	mak	3335,000	10400,000	924,000	928,000	0,959	43,600	0,559	0,336	0,170	12,800	0,773	1,390	0,386	0,512	
	ort	3301,333	10360,000	920,000	921,333	0,867	43,200	0,449	0,321	0,155	12,267	0,533	1,130	0,242	0,453	
	SD	24,111	40,000	4,000	8,327	0,083	0,693	0,082	0,014	0,013	0,611	0,231	0,330	0,138	0,061	
Solungaç	min	65021,000	8333,333	2008,000	4680,000	1,673	206,667	1,035	1,125	0,247	18,667	1,211	1,560	0,189	0,554	LDA
	mak	71881,000	15400,000	2889,000	7933,333	2,654	345,333	1,343	1,803	0,310	20,000	1,342	2,480	0,664	1,121	
	ort	68108,890	11855,556	2411,111	6234,444	2,111	276,333	1,189	1,399	0,276	19,444	1,278	2,170	0,385	0,889	
	SD	3732,540	3810,026	474,720	1669,834	0,502	74,379	0,169	0,260	0,024	0,502	0,046	0,520	0,234	0,344	
Karaciğer	min	990,000	7920,000	754,000	1810,000	1,982	152,200	2,195	1,401	0,370	41,000	0,777	3,870	0,412	0,785	LDA
	mak	1000,000	10500,000	948,000	2870,000	3,546	165,000	2,849	2,246	0,546	45,000	0,832	4,890	0,809	1,726	0,134
	ort	996,667	9173,333	860,917	2341,667	2,800	156,700	2,522	1,742	0,450	42,833	0,805	4,180	0,635	1,283	0,077
	SD	5,164	1345,372	104,070	536,597	0,820	4,722	0,358	0,324	0,063	1,722	0,024	0,570	0,198	0,560	0,060
Böbrek	min	2145,000	7720,000	528,000	1508,333	2,101	215,500	1,391	1,636	0,370	38,410	0,703	4,080	0,473	0,855	LDA
	mak	2249,000	7950,000	559,000	1575,000	2,756	301,520	1,806	2,623	0,465	40,440	0,782	4,890	0,902	1,436	0,111
	ort	2193,939	7896,667	544,540	1544,444	2,409	262,069	1,598	2,035	0,407	39,428	0,758	4,450	0,677	1,152	0,071
	SD	51,319	87,788	18,036	30,123	0,339	29,045	0,227	0,379	0,039	0,895	0,040	0,550	0,216	0,353	0,055

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.35 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	4604,600	14448,000	1282,400	1368,000	0,703	34,866	0,741	0,223	0,172	13,029	0,401	0,790	0,101	0,356	LDA
	mak	4669,000	14560,000	1293,600	1392,000	0,873	35,852	1,193	0,710	0,203	14,377	0,927	1,450	0,298	0,476	
	ort	4621,866	14504,000	1288,000	1382,000	0,789	35,523	0,968	0,467	0,186	13,778	0,640	1,110	0,213	0,422	
	SD	33,755	56,000	5,600	12,490	0,076	0,570	0,192	0,183	0,015	0,686	0,277	0,330	0,108	0,057	
Solungaç	min	91029,400	12083,333	2811,200	7020,000	1,523	99,661	1,272	0,600	0,308	20,966	1,575	1,760	0,372	0,515	LDA
	mak	100633,400	22330,000	4044,600	11900,000	2,416	166,530	1,591	0,663	0,450	22,464	1,745	2,870	0,598	1,043	
	ort	95352,446	17190,556	3375,555	9351,667	1,921	133,256	1,436	0,628	0,376	21,840	1,661	2,360	0,435	0,827	
	SD	5225,556	5524,537	664,608	2504,751	0,457	35,868	0,143	0,010	0,053	0,564	0,060	0,670	0,180	0,320	
Karaciğer	min	1386,000	11246,400	1055,600	2588,300	1,744	149,495	5,826	0,324	0,416	35,237	0,971	2,920	0,478	0,698	LDA
	mak	1400,000	14910,000	1327,200	4104,100	3,120	162,068	9,337	1,023	0,612	38,675	1,040	3,780	0,611	1,536	0,086
	ort	1395,333	13026,133	1205,283	3348,583	2,464	153,915	7,584	0,674	0,494	36,812	1,006	3,300	0,574	1,142	0,042
	SD	7,229	1910,429	145,698	767,334	0,721	4,638	1,561	0,268	0,069	1,480	0,030	0,500	0,048	0,498	0,046
Böbrek	min	3003,000	11580,000	739,200	2187,083	1,849	93,273	3,239	0,300	0,492	43,142	0,858	2,850	0,212	0,761	LDA
	mak	3148,600	11925,000	782,600	2283,750	2,426	130,505	5,195	0,950	0,630	45,422	0,954	3,980	0,643	1,278	0,091
	ort	3071,515	11845,000	762,356	2239,444	2,120	113,429	4,219	0,626	0,558	44,286	0,924	3,440	0,434	1,025	0,044
	SD	71,846	131,681	25,250	43,679	0,298	12,571	0,865	0,248	0,066	1,005	0,049	0,690	0,240	0,314	0,048

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.36 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	5755,750	18782,400	32869,200	1650,720	0,687	53,235	0,424	0,489	0,079	10,943	0,274	0,430	0,098	0,310	LDA
	mak	5836,250	18928,000	33124,000	1679,680	0,853	54,742	0,726	0,847	0,103	12,076	0,634	1,350	0,378	0,415	
	ort	5777,333	18855,200	32996,600	1667,613	0,771	54,239	0,517	0,663	0,094	11,572	0,437	0,760	0,175	0,367	
	SD	42,194	72,800	127,400	15,071	0,074	0,870	0,136	0,171	0,013	0,576	0,189	0,380	0,216	0,049	
Solungaç	min	113786,750	9100,000	15925,000	8517,600	1,489	259,478	0,514	0,523	0,216	17,610	0,993	1,550	0,289	0,449	LDA
	mak	125791,750	16816,800	29429,400	14438,667	2,362	433,580	1,253	0,742	0,276	18,868	1,101	2,290	0,675	0,908	
	ort	119190,558	12946,267	22655,967	11346,689	1,879	346,948	0,854	0,642	0,250	18,344	1,048	1,900	0,412	0,720	
	SD	6531,945	4160,548	7280,959	3039,098	0,447	93,386	0,328	0,095	0,021	0,473	0,038	0,360	0,288	0,279	
Karaciğer	min	1732,500	14256,000	24948,000	2196,133	1,685	191,093	0,800	0,549	0,320	38,679	0,637	3,380	0,243	0,628	LDA
	mak	1750,000	18900,000	33075,000	3482,267	3,014	207,164	1,378	0,952	0,379	42,453	0,682	4,630	0,593	1,381	0,079
	ort	1744,167	16512,000	28896,000	2841,222	2,380	196,743	0,977	0,745	0,347	40,409	0,660	3,950	0,454	1,027	0,037
	SD	9,037	2421,670	4237,923	651,071	0,697	5,929	0,251	0,191	0,029	1,625	0,020	0,740	0,192	0,448	0,041
Böbrek	min	3753,750	13896,000	24318,000	2196,133	1,786	270,569	1,214	0,411	0,242	36,236	0,577	2,970	0,307	0,684	LDA
	mak	3935,750	14310,000	25042,500	2293,200	2,343	378,570	2,094	0,711	0,334	38,151	0,641	3,890	0,612	1,148	0,075
	ort	3839,393	14214,000	24874,500	2248,711	2,048	329,038	1,484	0,557	0,284	37,197	0,621	3,520	0,425	0,921	0,049
	SD	89,808	158,018	276,531	43,859	0,288	36,467	0,377	0,145	0,042	0,844	0,033	0,600	0,192	0,282	0,038

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.37 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	2939,000	12200,000	1068,000	1704,000	1,433	52,400	0,826	4,572	0,199	12,000	0,436	0,970	0,149	0,609	LDA
	mak	2958,000	12280,000	1080,000	1744,000	1,811	52,800	1,400	4,844	0,235	12,400	0,868	1,560	0,409	0,832	
	ort	2949,333	12226,667	1076,000	1729,333	1,600	52,667	1,122	4,712	0,214	12,267	0,667	1,210	0,265	0,720	
	SD	8,327	46,188	6,928	22,030	0,200	0,231	0,242	0,107	0,019	0,231	0,231	0,310	0,108	0,120	
Solungaç	min	96880,000	13800,000	3525,000	8520,000	2,298	298,605	2,938	6,425	0,341	24,920	1,723	2,090	0,292	1,544	LDA
	mak	99005,000	15480,000	3580,000	8720,000	2,560	314,605	3,338	7,016	0,428	25,240	1,912	3,360	0,612	1,901	
	ort	97930,000	14493,333	3556,667	8646,667	2,447	307,952	3,119	6,766	0,382	25,133	1,869	2,720	0,396	1,703	
	SD	1000,000	877,572	20,306	110,151	0,129	8,333	0,185	0,197	0,033	0,185	0,115	0,760	0,160	0,176	
Karaciğer	min	1959,000	11800,000	1080,000	4540,000	3,090	264,528	6,499	7,928	0,512	36,120	0,923	4,890	0,478	2,312	LDA
	mak	2048,000	12200,000	1111,000	4904,000	5,343	272,528	7,384	8,657	0,754	37,240	1,142	5,930	1,030	3,120	0,093
	ort	2015,455	11973,333	1094,136	4662,667	4,212	268,527	6,901	8,349	0,622	36,628	1,008	5,360	0,716	2,731	0,053
	SD	53,096	205,264	11,746	209,010	1,387	4,000	0,409	0,243	0,087	0,567	0,091	0,720	0,312	0,412	0,042
Böbrek	min	2980,000	6320,000	585,000	3550,000	3,894	351,652	3,523	10,044	0,512	34,120	0,889	4,120	0,622	2,121	LDA
	mak	3082,000	6600,000	597,000	3633,333	4,922	356,053	4,002	10,968	0,642	35,724	1,093	5,650	1,010	2,931	0,077
	ort	3039,394	6493,333	590,194	3602,778	4,318	353,411	3,740	10,578	0,562	35,056	0,911	4,990	0,742	2,576	0,049
	SD	49,808	151,438	4,573	45,896	0,672	2,329	0,222	0,308	0,054	0,835	0,092	0,860	0,216	0,425	0,038

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.38 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	12080,000	15973,333	2226,667	2416,000	1,347	46,809	0,737	3,507	0,221	10,708	0,566	1,130	0,193	0,719	LDA
	mak	12656,000	16106,667	2264,000	2480,000	1,702	47,166	1,201	6,212	0,259	11,065	1,128	1,760	0,309	0,982	
	ort	12368,000	16026,667	2239,111	2453,333	1,504	47,047	0,984	4,888	0,238	10,946	0,867	1,420	0,225	0,850	
	SD	288,000	70,553	21,554	33,307	0,188	0,206	0,159	1,331	0,020	0,206	0,300	0,360	0,084	0,142	
Solungaç	min	28000,000	10666,667	2226,667	2416,000	2,160	175,977	1,736	4,293	0,394	22,236	2,378	2,320	0,294	1,483	LDA
	mak	29120,000	13306,667	2264,000	2480,000	2,406	185,406	2,672	6,929	0,576	22,522	2,639	3,280	0,723	1,825	
	ort	28480,000	12026,667	2239,111	2453,333	2,300	181,485	2,095	5,564	0,481	22,426	2,579	2,700	0,513	1,635	
	SD	576,888	1321,817	21,554	33,307	0,121	4,911	0,366	1,139	0,068	0,165	0,159	0,640	0,288	0,169	
Karaciğer	min	11822,400	14880,000	2226,667	2416,000	2,565	261,705	6,135	5,069	0,512	28,135	1,200	3,540	0,593	1,803	LDA
	mak	12054,400	15973,333	2530,667	2480,000	4,435	269,620	9,953	8,979	0,754	29,007	1,485	4,920	0,910	2,434	0,087
	ort	11953,067	15440,000	2416,889	2453,333	3,496	265,661	8,166	7,065	0,609	28,530	1,310	4,260	0,714	2,130	0,042
	SD	118,749	547,154	165,791	33,307	1,151	3,957	1,382	1,924	0,085	0,442	0,119	0,760	0,264	0,321	0,046
Böbrek	min	24016,000	15973,333	1160,000	2416,000	3,232	207,239	4,418	3,367	0,606	30,445	1,156	3,560	0,412	1,654	LDA
	mak	24832,000	16106,667	1426,667	2480,000	4,086	209,833	5,460	3,738	0,775	31,877	1,421	4,990	0,684	2,286	0,093
	ort	24453,333	16026,667	1261,333	2453,333	3,584	208,276	4,837	3,561	0,687	31,280	1,184	4,390	0,542	2,009	0,044
	SD	411,151	70,553	144,395	33,307	0,558	1,373	0,452	0,160	0,081	0,745	0,119	0,810	0,120	0,332	0,049

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.39 Emet Çayı Havzasından kış mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	30200,000	23960,000	3340,000	6040,000	1,290	61,319	0,729	4,145	0,141	11,200	0,327	0,880	0,173	0,548	LDA
	mak	31640,000	24160,000	3396,000	6200,000	1,630	73,428	1,074	4,349	0,183	11,600	0,651	1,450	0,402	0,749	
	ort	30920,000	24040,000	3358,667	6133,333	1,440	68,035	0,942	4,241	0,168	11,467	0,500	1,010	0,253	0,648	
	SD	720,000	105,830	32,332	83,267	0,180	6,162	0,118	0,071	0,024	0,231	0,173	0,330	0,108	0,108	
Solungaç	min	70000,000	16000,000	3795,455	12583,333	2,068	382,800	1,048	7,925	0,307	16,516	1,206	1,580	0,281	1,390	LDA
	mak	72800,000	19960,000	3859,091	12916,667	2,304	386,400	1,219	8,070	0,394	17,312	1,338	2,340	0,703	1,711	
	ort	71200,000	18040,000	3816,667	12777,778	2,202	384,667	1,116	8,010	0,357	16,996	1,308	1,950	0,474	1,533	
	SD	1442,221	1982,725	36,740	173,472	0,116	1,804	0,051	0,053	0,030	0,423	0,081	0,430	0,204	0,158	
Karaciğer	min	29556,000	22320,000	3340,000	15100,000	2,534	211,864	1,548	5,356	0,456	31,021	0,646	3,580	0,391	1,734	LDA
	mak	30136,000	23960,000	3796,000	15500,000	4,382	227,828	2,277	5,619	0,541	33,025	0,800	4,490	0,722	2,340	0,036
	ort	29882,667	23160,000	3625,333	15333,333	3,454	221,180	1,999	5,480	0,495	32,228	0,706	4,070	0,538	2,048	0,017
	SD	296,873	820,731	248,687	208,167	1,137	8,310	0,259	0,095	0,041	1,063	0,064	0,620	0,144	0,309	0,018
Böbrek	min	60040,000	19966,667	1740,000	13727,273	3,193	287,828	2,124	5,863	0,346	30,112	0,667	3,230	0,298	1,591	LDA
	mak	62080,000	20133,333	2140,000	14090,909	4,036	299,864	2,807	6,073	0,476	32,516	0,820	4,620	0,814	2,198	0,034
	ort	61133,333	20033,333	1892,000	13939,394	3,541	294,513	2,444	5,970	0,404	31,315	0,683	3,870	0,547	1,932	0,022
	SD	1027,878	88,192	216,592	189,242	0,551	6,128	0,253	0,056	0,059	1,202	0,069	0,880	0,288	0,319	0,017

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.40 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	999,920	8213,120	511,008	1525,236	LDA	24,108	0,607	0,741	LDA	4,381	0,318	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	1560,312	11051,760	617,028	1885,956		29,812	1,366	3,873		5,334	0,374				
	ort	1419,445	9579,643	572,438	1701,460		26,429	1,023	2,920		4,918	0,341				
	SD	246,049	1370,020	39,716	144,356		1,947	0,214	0,805		0,261	0,027				
Solungaç	min	28528,500	4550,793	719,307	3675,536	LDA	127,014	1,868	3,454	LDA	7,116	0,991	1,668	LDA	LDA	LDA
	mak	36298,286	8224,429	1255,193	6542,836		183,557	3,964	5,657		8,968	1,049	2,231			
	ort	30503,732	5922,995	864,717	5177,603		155,827	2,955	4,503		7,816	1,017	1,946			
	SD	3412,844	1390,515	223,842	1352,992		27,006	0,443	0,722		0,601	0,022	0,608			
Karaciğer	min	1025,087	5761,454	576,288	2342,546	LDA	126,392	5,998	4,203	LDA	20,756	0,556	2,157	0,186	0,368	LDA
	mak	1863,926	7674,477	695,852	3128,608		144,869	9,182	6,918		23,474	0,613	2,485	0,376	0,728	
	ort	1445,637	6715,832	645,566	2761,338		135,722	7,679	5,161		22,239	0,592	2,300	0,285	0,528	
	SD	434,907	646,350	44,790	269,320		8,311	1,164	0,713		1,169	0,028	0,379	0,119	0,226	
Böbrek	min	1833,314	2191,650	364,234	1361,079	0,661	134,439	3,761	6,077	LDA	6,830	0,532	2,039	0,261	LDA	LDA
	mak	2171,424	3666,779	439,802	1928,086	1,002	135,070	6,570	8,773		8,379	0,632	2,331	0,338		
	ort	2000,415	2930,075	408,019	1640,736	0,834	134,722	4,936	6,880		7,530	0,573	2,244	0,284		
	SD	177,904	795,049	28,309	304,905	0,172	0,286	1,023	1,053		0,679	0,050	0,369	0,033		

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.41 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1424,680	9077,200	504,184	1674,964	0,469	24,933	0,873	1,453	LDA	5,523	0,387	0,422	0,109	0,215	LDA
	mak	1782,172	9657,760	541,948	1737,484	1,097	35,295	3,012	2,254		6,195	0,454	0,649	0,213	0,552	
	ort	1597,779	9416,140	522,945	1712,735	0,775	30,042	1,680	1,977		5,962	0,415	0,563	0,148	0,399	
	SD	183,971	238,742	16,104	24,380	0,348	5,331	0,821	0,258		0,252	0,043	0,243	0,028	0,237	
Solungaç	min	31837,143	5888,536	1124,100	4202,629	1,191	79,321	2,815	3,060	0,246	7,834	1,088	0,978	0,258	0,861	LDA
	mak	37973,000	6271,871	1164,843	4523,107	2,322	87,731	3,563	3,818	0,360	9,268	1,150	1,510	0,584	1,007	
	ort	34897,048	6073,615	1145,905	4336,895	1,854	83,575	3,183	3,474	0,300	8,674	1,116	1,307	0,396	0,926	
	SD	3333,095	184,877	18,362	129,519	0,519	3,713	0,247	0,301	0,043	0,507	0,035	0,579	0,205	0,076	
Karaciğer	min	1560,377	7634,492	1375,287	2495,777	1,275	67,737	14,437	2,344	0,381	11,642	0,659	1,447	0,369	1,102	LDA
	mak	1589,331	7781,462	1478,298	2521,592	2,830	68,816	17,426	2,813	0,561	12,738	0,726	1,815	0,535	2,129	
	ort	1571,444	7710,497	1426,463	2507,526	2,017	68,342	15,815	2,638	0,453	12,371	0,702	1,682	0,469	1,557	
	SD	15,636	73,614	43,928	13,063	0,885	0,551	1,157	0,132	0,063	0,631	0,033	0,391	0,188	0,659	
Böbrek	min	5874,269	9984,829	366,919	4622,471	1,685	74,853	6,908	2,225	0,450	11,893	0,578	1,737	0,188	1,005	LDA
	mak	7348,287	10623,439	394,402	4974,966	2,530	105,964	8,973	2,468	0,576	13,340	0,687	2,230	0,612	1,606	
	ort	6587,996	10357,660	380,573	4770,151	2,116	90,193	7,976	2,351	0,511	12,839	0,623	2,011	0,341	1,282	
	SD	758,553	262,614	11,720	142,458	0,440	16,004	0,658	0,094	0,060	0,543	0,055	0,282	0,248	0,392	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.42 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1144,492	10856,125	490,388	2339,571	1,396	41,755	0,349	16,168	0,142	4,604	0,479	0,355	0,089	0,425	LDA
	mak	1922,704	12265,417	587,671	2516,579	2,727	42,765	1,878	16,769	0,167	5,278	0,857	1,111	0,185	0,744	
	ort	1521,257	11566,604	531,906	2431,076	2,087	42,103	1,014	16,399	0,152	5,005	0,656	0,851	0,131	0,575	
	SD	408,480	635,505	44,625	80,474	0,681	0,402	0,665	0,194	0,013	0,299	0,225	0,197	0,041	0,172	
Solungaç	min	34392,000	8090,283	1236,758	3252,771	2,485	162,918	2,967	31,408	0,243	8,217	1,785	1,562	0,164	1,140	LDA
	mak	42929,750	8149,217	1270,358	4431,417	3,456	164,236	4,807	31,920	0,305	9,727	1,859	3,152	0,315	1,395	
	ort	38683,944	8110,597	1255,431	3826,181	3,031	163,578	3,977	31,639	0,272	9,171	1,829	2,430	0,259	1,251	
	SD	4565,410	29,928	13,803	610,940	0,553	0,589	0,637	0,198	0,024	0,646	0,041	0,626	0,056	0,124	
Karaciğer	min	1387,261	12172,018	637,393	4912,865	3,915	172,164	6,215	38,073	0,365	23,491	0,835	4,787	0,288	1,373	LDA
	mak	2330,548	13752,132	763,840	5284,565	5,603	176,327	10,063	38,693	0,538	26,930	0,994	5,723	0,534	3,455	
	ort	1843,946	12968,615	691,358	5105,016	4,659	173,601	8,317	38,353	0,443	25,534	0,935	5,182	0,429	2,628	
	SD	495,127	712,536	58,003	168,986	1,365	1,656	1,332	0,242	0,062	1,528	0,084	0,490	0,144	1,471	
Böbrek	min	2531,753	8816,489	447,613	2596,900	3,817	176,299	4,260	45,340	0,365	10,176	0,820	3,885	0,226	2,067	LDA
	mak	4253,252	9961,005	536,411	2793,378	6,215	180,562	6,899	46,078	0,458	11,666	0,857	4,866	0,635	2,765	
	ort	3365,203	9393,484	485,511	2698,470	4,890	177,770	5,705	45,673	0,401	11,061	0,837	4,596	0,434	2,516	
	SD	903,607	516,107	40,733	89,325	1,145	1,696	0,914	0,290	0,038	0,662	0,028	0,197	0,268	0,432	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.43 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1419,368	3526,836	506,592	578,388	1,352	9,413	0,441	22,192	0,214	3,751	0,438	1,446	0,166	0,421	LDA
	mak	2007,004	4535,640	682,032	738,284	2,638	11,039	1,980	22,690	0,252	4,104	0,803	2,218	0,311	0,735	
	ort	1715,306	4025,165	592,777	659,173	2,019	10,284	1,320	22,442	0,231	3,889	0,609	1,805	0,230	0,569	
	SD	310,934	524,158	88,087	81,346	0,648	0,729	0,695	0,171	0,019	0,117	0,193	0,354	0,076	0,168	
Solungaç	min	28407,533	6159,680	940,427	3501,267	2,404	48,033	4,710	29,545	0,383	6,873	1,842	3,536	0,331	1,126	LDA
	mak	38329,867	7339,333	1069,073	3929,293	3,343	55,246	6,559	30,205	0,559	7,853	1,918	5,173	0,920	1,378	
	ort	33264,656	6716,141	993,329	3743,863	2,932	51,554	5,976	29,927	0,467	7,333	1,888	4,521	0,569	1,236	
	SD	5111,277	538,751	58,355	176,164	0,526	3,412	0,663	0,245	0,066	0,314	0,017	0,727	0,290	0,121	
Karaciğer	min	1720,444	13444,726	1483,174	1098,422	3,511	21,631	3,711	31,788	0,606	11,997	0,814	4,587	0,641	1,329	LDA
	mak	2432,730	17290,409	1996,818	1402,083	5,023	25,368	16,682	32,501	0,892	13,127	0,974	6,172	0,951	3,342	
	ort	2079,157	15344,416	1735,501	1251,843	4,178	23,633	11,117	32,145	0,720	12,442	0,915	5,426	0,817	2,542	
	SD	376,890	1998,152	257,897	154,486	1,203	1,676	5,854	0,245	0,101	0,375	0,060	0,674	0,240	1,398	
Böbrek	min	5978,548	6391,054	419,331	2833,586	3,423	28,259	3,949	29,382	0,717	8,076	0,780	4,508	0,425	2,000	LDA
	mak	8453,742	8219,129	564,551	3616,935	5,571	33,141	8,760	30,041	0,917	8,837	0,817	5,972	0,774	2,675	
	ort	7225,075	7294,086	490,670	3229,363	4,385	30,876	5,838	29,713	0,813	8,376	0,796	5,386	0,573	2,434	
	SD	1309,692	949,837	72,914	398,525	1,010	2,189	3,074	0,226	0,095	0,252	0,002	0,607	0,214	0,411	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.44 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1223,096	9687,960	513,232	1479,588	LDA	24,909	0,323	0,263	LDA	5,954	0,185	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	2361,272	11701,080	580,728	1601,696		26,569	0,522	0,291		7,588	0,194				
	ort	1790,245	10648,767	555,424	1529,668		25,578	0,418	0,277		7,017	0,189				
	SD	573,351	899,139	21,002	38,378		0,747	0,068	0,002		0,599	0,003				
Solungaç	min	33441,231	5690,077	966,508	3727,731	0,600	131,416	0,975	0,999	LDA	6,612	1,763	1,409	LDA	LDA	LDA
	mak	34359,154	5964,515	1039,546	5275,123	0,982	160,495	1,269	1,609		9,607	1,790	2,331			
	ort	33942,667	5860,350	1004,664	4356,979	0,771	142,850	1,122	1,245		8,175	1,774	2,020			
	SD	402,546	92,341	24,896	666,021	0,143	11,588	0,151	0,223		0,900	0,011	0,368			
Karaciğer	min	1487,874	4770,180	655,645	2611,590	0,720	126,857	2,080	1,247	LDA	16,085	0,387	3,767	0,161	0,232	LDA
	mak	2653,393	7064,390	741,870	3418,340	1,330	131,727	2,702	2,006		20,726	0,405	4,800	0,316	0,553	
	ort	2070,472	5995,190	709,545	3012,732	1,039	129,171	2,391	1,554		18,700	0,396	4,081	0,248	0,402	
	SD	635,245	1183,560	26,829	422,222	0,267	2,186	0,331	0,280		2,200	0,006	0,425	0,077	0,156	
Böbrek	min	2688,610	3992,602	397,670	1642,328	0,767	105,173	1,314	1,458	LDA	13,160	0,367	3,980	0,185	0,256	LDA
	mak	5190,548	4822,249	449,968	1777,867	1,022	112,181	1,709	2,344		16,771	0,384	4,800	0,352	0,454	
	ort	3935,316	4388,570	430,362	1697,916	0,887	107,995	1,512	1,816		15,508	0,375	4,354	0,264	0,358	
	SD	1260,340	370,553	16,273	42,599	0,080	3,154	0,206	0,329		1,324	0,006	0,404	0,084	0,085	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.45 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	2288,052	6902,800	447,980	800,484	0,832	15,121	0,995	0,320	0,209	3,326	0,414	0,824	0,131	0,447	LDA
	mak	3026,960	10618,680	796,284	1597,260	1,020	21,111	1,593	0,990	0,246	5,702	0,419	1,502	0,338	0,580	
	ort	2617,246	8314,417	549,740	1141,511	0,927	19,308	1,295	0,656	0,226	4,789	0,417	1,152	0,249	0,520	
	SD	326,886	1472,635	143,316	278,281	0,098	2,419	0,268	0,267	0,019	0,756	0,002	0,351	0,139	0,077	
Solungaç	min	24863,500	5497,643	1039,007	3718,057	1,741	52,346	1,698	0,838	0,374	7,783	1,862	1,820	0,416	0,624	LDA
	mak	30842,786	6715,421	1265,971	4422,629	2,731	86,331	2,119	0,925	0,547	9,089	1,870	2,961	0,654	1,209	
	ort	27779,040	6024,572	1142,710	3990,599	2,183	70,360	1,915	0,876	0,456	8,382	1,865	2,437	0,482	0,969	
	SD	2458,436	510,375	89,959	313,322	0,513	14,018	0,203	0,029	0,065	0,393	0,003	0,700	0,214	0,364	
Karaciğer	min	3332,414	3356,400	684,401	1669,414	1,987	43,837	7,525	0,459	0,505	28,355	1,155	3,013	0,541	0,827	LDA
	mak	3445,250	3404,693	1216,522	1710,307	3,512	44,376	12,053	1,418	0,744	29,285	1,167	3,897	0,688	1,756	
	ort	3391,438	3376,669	839,865	1691,974	2,785	44,039	9,793	0,940	0,600	28,834	1,160	3,403	0,647	1,319	
	SD	56,598	25,063	218,951	20,771	0,801	0,294	2,025	0,382	0,084	0,465	0,005	0,525	0,066	0,558	
Böbrek	min	9406,411	2844,782	335,244	2090,960	2,103	30,276	4,190	0,427	0,598	11,042	1,017	2,941	0,247	0,896	LDA
	mak	12444,135	4376,170	595,896	4172,235	2,742	42,269	6,711	1,319	0,765	18,929	1,028	4,102	0,723	1,469	
	ort	10759,760	3426,537	411,396	2981,765	2,403	38,658	5,453	0,874	0,678	15,898	1,022	3,547	0,492	1,189	
	SD	1343,862	606,902	107,250	726,903	0,340	4,843	1,128	0,355	0,080	2,508	0,004	0,721	0,278	0,357	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.46 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1642,800	10072,760	570,040	1424,784	1,327	28,292	0,808	3,983	0,252	3,651	0,371	1,009	0,157	0,489	LDA
	mak	2083,868	12686,200	749,828	2102,708	1,663	29,168	1,377	4,220	0,295	5,402	0,870	1,615	0,430	0,688	
	ort	1860,733	11320,513	661,395	1762,936	1,475	28,771	1,102	4,106	0,270	4,508	0,597	1,255	0,279	0,588	
	SD	227,244	1304,934	91,458	355,540	0,230	0,397	0,230	0,093	0,037	0,845	0,253	0,330	0,114	0,054	
Solungaç	min	43701,000	6195,225	1230,750	4552,050	2,096	121,139	2,901	5,597	0,422	10,789	1,490	2,160	0,307	1,321	LDA
	mak	43906,000	6389,667	1241,133	4665,167	2,328	125,430	3,298	6,112	0,525	11,694	1,652	3,465	0,643	1,638	
	ort	43774,778	6286,536	1236,231	4601,386	2,228	123,027	3,081	5,895	0,470	11,256	1,572	2,807	0,416	1,462	
	SD	113,935	97,758	5,216	57,925	0,167	2,191	0,173	0,171	0,055	0,453	0,047	0,793	0,168	0,104	
Karaciğer	min	1825,315	7173,014	767,046	3307,066	2,800	116,652	6,430	6,907	0,625	18,629	0,951	5,038	0,534	2,003	LDA
	mak	2315,386	9034,097	1008,969	4880,595	4,803	120,264	7,307	7,542	0,913	27,559	1,020	6,107	1,115	2,722	
	ort	2067,460	8061,564	889,973	4091,951	3,797	118,628	6,828	7,274	0,756	23,000	0,987	5,521	0,785	2,375	
	SD	252,490	929,269	123,065	825,243	1,285	1,637	0,395	0,211	0,119	4,309	0,020	0,752	0,360	0,314	
Böbrek	min	3775,685	6165,738	475,733	1725,412	3,515	119,453	3,480	8,751	0,625	8,070	0,861	4,246	0,686	1,834	LDA
	mak	4789,402	7765,477	625,776	2546,377	4,429	123,152	3,956	9,556	0,780	11,939	0,959	5,819	1,094	2,554	
	ort	4276,565	6929,513	551,974	2134,914	3,892	121,477	3,696	9,216	0,685	9,964	0,928	5,140	0,812	2,238	
	SD	522,279	798,776	76,327	430,558	0,650	1,676	0,210	0,268	0,079	1,867	0,040	0,895	0,259	0,326	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.47 Emet Çayı Havzasından ilkbahar mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1443,548	8372,520	739,500	1628,504	1,549	14,701	0,779	4,098	0,278	4,358	0,559	1,173	0,178	0,868	LDA
	mak	1754,916	10629,040	818,268	1939,720	1,943	23,388	1,263	7,259	0,324	4,841	1,291	1,820	0,300	1,166	
	ort	1603,378	9446,087	775,568	1782,814	1,723	18,925	1,036	5,712	0,299	4,659	0,891	1,471	0,212	1,016	
	SD	162,411	1165,407	39,129	162,467	0,264	4,557	0,177	1,555	0,039	0,196	0,386	0,382	0,063	0,216	
Solungaç	min	65713,909	3533,873	1825,827	2679,636	2,451	40,871	1,821	5,017	0,485	9,699	2,428	2,396	0,284	1,732	LDA
	mak	66473,182	3590,736	1879,645	2705,000	2,724	42,058	2,796	8,098	0,701	10,062	2,692	3,383	0,735	2,119	
	ort	66120,667	3565,297	1846,218	2694,352	2,606	41,624	2,194	6,502	0,588	9,842	2,562	2,787	0,514	1,905	
	SD	382,532	28,900	29,181	13,162	0,189	0,654	0,392	1,331	0,096	0,193	0,083	0,669	0,278	0,247	
Karaciğer	min	1874,192	5124,987	1134,807	2462,493	2,900	33,783	6,407	5,924	0,625	14,469	1,351	3,650	0,636	2,095	LDA
	mak	2278,448	6506,248	1255,681	2933,089	4,974	53,747	10,388	10,493	0,913	16,072	1,448	5,068	0,969	2,808	
	ort	2081,703	5782,139	1190,156	2695,829	3,932	43,490	8,524	8,257	0,740	15,467	1,401	4,390	0,763	2,464	
	SD	210,862	713,369	60,046	245,670	1,332	10,472	1,452	2,248	0,117	0,651	0,042	0,793	0,290	0,419	
Böbrek	min	5532,125	5452,285	579,366	4090,997	3,640	36,756	4,617	3,934	0,737	15,393	1,195	3,671	0,446	1,926	LDA
	mak	6725,384	6921,758	641,077	4872,809	4,586	58,476	5,703	4,369	0,939	17,099	1,329	5,140	0,731	2,641	
	ort	6144,643	6151,405	607,623	4478,643	4,030	47,317	5,053	4,162	0,834	16,456	1,287	4,524	0,582	2,327	
	SD	622,408	758,927	30,656	408,138	0,674	11,394	0,482	0,187	0,111	0,693	0,068	0,844	0,139	0,430	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.48 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1360,532	7287,920	590,876	1005,404	0,498	20,249	1,162	4,550	0,104	11,971	0,439	0,499	0,166	0,163	LDA
	mak	3160,896	10077,080	789,144	1678,268	1,250	28,550	1,785	5,390	0,121	12,506	0,517	0,709	0,305	0,501	
	ort	2342,474	8588,958	681,117	1281,401	0,865	24,395	1,383	5,094	0,111	12,156	0,472	0,633	0,218	0,347	
	SD	642,779	1139,188	79,713	292,169	0,398	3,363	0,173	0,308	0,019	0,189	0,038	0,259	0,120	0,222	
Solungaç	min	20887,960	4238,880	1236,168	2137,756	1,362	121,613	2,946	6,409	0,195	16,760	1,370	2,099	0,289	0,810	LDA
	mak	31912,400	6575,280	1404,684	3409,504	2,715	127,560	3,515	9,449	0,242	17,508	1,450	2,814	0,653	0,957	
	ort	24734,373	5453,867	1298,707	2755,450	2,155	124,589	3,211	7,997	0,217	17,018	1,406	2,452	0,480	0,876	
	SD	5066,691	957,280	74,316	522,358	0,660	2,846	0,188	1,045	0,028	0,264	0,030	0,756	0,222	0,061	
Karaciğer	min	1282,450	4307,460	357,274	1001,490	1,521	172,538	4,052	13,492	0,328	37,399	0,769	4,713	0,528	1,291	LDA
	mak	1704,800	5879,800	568,845	2440,565	3,454	173,699	5,337	16,017	0,478	39,068	0,847	5,430	1,066	2,553	
	ort	1492,577	4910,350	469,702	1754,616	2,444	173,217	4,598	14,926	0,396	37,975	0,818	5,027	0,808	1,850	
	SD	208,664	657,664	84,747	558,542	1,082	0,395	0,478	1,022	0,064	0,590	0,038	0,828	0,337	0,791	
Böbrek	min	789,286	4179,950	369,040	968,293	2,031	246,482	3,627	15,669	0,328	27,683	0,735	4,456	0,740	1,171	LDA
	mak	803,850	4252,721	372,047	984,850	3,081	248,141	4,640	18,465	0,408	28,918	0,874	5,094	0,958	1,910	
	ort	794,557	4210,689	370,364	977,160	2,566	247,453	4,160	17,028	0,359	28,109	0,793	4,904	0,807	1,512	
	SD	6,074	28,632	1,143	6,912	0,529	0,600	0,377	1,168	0,043	0,437	0,070	0,806	0,095	0,463	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.49 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	825,056	8546,320	764,320	1351,908	0,502	12,059	1,587	3,519	0,106	10,564	0,130	0,620	0,218	0,196	LDA
	mak	929,856	9402,640	884,340	2016,748	1,258	21,515	2,050	5,063	0,122	11,422	0,185	0,944	0,377	0,602	
	ort	874,230	8990,463	824,182	1684,541	0,871	16,570	1,847	4,227	0,113	11,016	0,159	0,821	0,277	0,418	
	SD	48,538	371,066	58,329	338,433	0,401	4,576	0,155	0,736	0,019	0,409	0,025	0,362	0,093	0,267	
Solungaç	min	19113,560	5546,280	1761,784	2499,796	1,371	63,475	3,867	5,961	0,251	14,446	3,260	1,414	0,447	0,974	LDA
	mak	23353,680	6850,240	1778,964	4103,800	2,734	72,226	4,929	6,648	0,362	15,620	4,187	2,176	0,948	1,151	
	ort	21185,090	6201,207	1769,891	3304,161	2,170	67,804	4,411	6,279	0,304	15,064	3,715	1,885	0,659	1,053	
	SD	2139,718	647,193	5,404	826,003	0,607	4,160	0,407	0,255	0,052	0,559	0,460	0,843	0,366	0,073	
Karaciğer	min	1221,755	4889,510	521,450	1998,895	1,472	56,006	7,071	10,751	0,450	21,281	2,497	2,086	0,599	1,265	LDA
	mak	1247,415	4978,375	533,855	2042,420	3,344	58,049	7,706	11,040	0,658	23,011	2,599	2,612	0,852	2,502	
	ort	1236,203	4945,255	527,949	2022,491	2,366	56,986	7,382	10,895	0,533	22,192	2,550	2,422	0,752	1,813	
	SD	11,457	38,789	5,027	18,174	1,047	0,991	0,318	0,144	0,083	0,824	0,048	0,575	0,324	0,775	
Böbrek	min	613,464	5673,636	518,855	1278,995	1,967	45,984	5,814	13,140	0,450	19,837	0,906	2,500	0,323	1,148	LDA
	mak	623,455	5780,682	523,609	1301,732	2,983	46,965	6,336	13,492	0,574	21,449	0,921	3,206	0,968	1,872	
	ort	616,601	5749,644	520,806	1289,103	2,484	46,653	6,069	13,316	0,509	20,685	0,915	2,892	0,556	1,482	
	SD	3,788	44,344	1,829	9,039	0,512	0,354	0,261	0,176	0,069	0,768	0,006	0,418	0,415	0,454	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.50 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E2 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1523,536	9317,480	800,856	1717,968	0,277	14,249	0,410	2,302	0,036	13,576	0,179	0,123	0,265	0,176	LDA
	mak	1930,752	9485,200	1034,312	2077,472	0,722	25,602	2,735	3,298	0,050	14,060	0,190	0,470	0,596	0,500	
	ort	1727,305	9389,807	917,059	1899,188	0,494	20,000	1,256	2,816	0,045	13,899	0,184	0,291	0,375	0,353	
	SD	207,990	58,331	118,064	177,565	0,217	5,581	0,812	0,421	0,008	0,280	0,004	0,235	0,221	0,233	
Solungaç	min	22982,280	4950,920	1077,308	2590,408	0,788	52,406	0,515	5,210	0,136	27,272	1,711	0,358	0,384	0,797	LDA
	mak	27874,200	6486,520	1492,744	3467,820	1,591	56,691	3,237	11,422	0,177	28,282	1,729	0,974	0,990	0,937	
	ort	25460,517	5717,923	1285,047	3031,420	1,259	54,905	1,905	6,507	0,159	27,946	1,722	0,694	0,688	0,859	
	SD	2492,787	766,430	212,581	439,719	0,333	1,790	0,864	1,713	0,014	0,583	0,005	0,448	0,353	0,078	
Karaciğer	min	673,668	3567,068	404,628	1081,616	1,247	45,446	2,218	1,653	0,239	40,145	1,282	2,888	0,490	1,139	LDA
	mak	684,224	3664,884	414,752	1115,136	2,833	50,281	3,192	2,162	0,285	42,322	1,423	4,198	0,785	2,233	
	ort	679,975	3603,375	409,960	1098,141	2,004	47,452	2,528	1,973	0,260	41,483	1,344	3,459	0,584	1,624	
	SD	4,032	38,567	4,027	11,415	0,887	2,130	0,354	0,181	0,022	1,171	0,062	0,694	0,145	0,705	
Böbrek	min	1498,178	4781,348	454,035	1268,617	1,666	48,348	2,836	1,541	0,178	33,030	0,586	2,956	0,360	1,035	LDA
	mak	1508,509	4961,652	456,800	1310,561	2,527	48,978	4,103	1,957	0,249	43,232	0,602	3,862	0,830	1,675	
	ort	1502,381	4879,094	455,243	1291,338	2,104	48,645	3,498	1,781	0,210	36,464	0,593	3,392	0,539	1,331	
	SD	3,915	64,326	1,037	17,408	0,434	0,246	0,442	0,087	0,032	5,861	0,005	0,582	0,249	0,421	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.51 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	7393,440	10872,880	1080,144	2293,400	1,572	40,006	1,787	6,636	0,167	8,790	0,232	0,442	0,222	0,430	LDA
	mak	7471,720	11001,640	1090,760	2323,584	3,147	40,822	2,271	7,066	0,195	12,452	0,235	1,099	0,400	0,780	
	ort	7430,580	10917,453	1084,641	2312,161	2,389	40,537	2,046	6,859	0,179	10,163	0,233	0,873	0,299	0,595	
	SD	36,335	49,557	3,988	11,377	0,769	0,305	0,195	0,181	0,018	1,284	0,001	0,304	0,133	0,193	
Solungaç	min	38773,083	8298,017	2210,550	3966,300	2,860	297,396	4,661	7,097	0,279	9,522	1,647	1,491	0,360	1,216	LDA
	mak	39066,833	8395,417	2233,000	3989,700	4,009	302,757	5,637	10,643	0,348	14,650	1,672	2,875	0,639	1,496	
	ort	38915,403	8352,308	2220,221	3980,482	3,507	299,496	5,173	8,783	0,311	12,727	1,660	2,247	0,536	1,338	
	SD	131,379	33,370	8,585	8,895	0,617	1,949	0,326	1,828	0,031	1,397	0,009	0,677	0,160	0,140	
Karaciğer	min	9598,164	9043,770	921,795	3323,111	3,945	377,429	7,654	12,091	0,389	58,600	0,513	4,904	0,589	1,503	LDA
	mak	9699,787	9149,923	930,855	3366,848	5,669	385,127	9,726	12,876	0,569	60,431	0,520	5,833	1,043	3,838	
	ort	9646,379	9102,941	925,633	3350,296	4,705	382,439	8,760	12,498	0,471	59,821	0,516	5,295	0,849	2,910	
	SD	47,170	36,369	3,404	16,485	1,378	2,874	0,833	0,330	0,082	1,057	0,003	0,638	0,323	1,654	
Böbrek	min	5395,880	8199,186	797,723	1937,691	3,845	417,435	6,908	10,803	0,389	31,131	0,485	4,008	0,475	2,281	LDA
	mak	5453,011	8295,426	805,563	1963,194	6,294	425,949	8,356	16,200	0,486	32,962	0,492	4,982	1,231	3,064	
	ort	5422,986	8252,831	801,045	1953,543	4,941	422,976	7,668	13,370	0,426	32,352	0,488	4,713	0,859	2,784	
	SD	26,518	32,973	2,946	9,612	1,154	3,179	0,483	2,783	0,051	1,057	0,003	0,347	0,553	0,489	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.52 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1754,348	12793,720	1064,964	2035,520	1,492	13,983	2,552	10,423	0,220	8,219	0,297	1,321	0,155	0,418	LDA
	mak	1765,452	13077,760	1081,860	2069,968	2,988	14,485	2,980	11,143	0,256	9,132	0,301	1,970	0,265	0,757	
	ort	1757,581	12940,787	1074,130	2056,235	2,268	14,270	2,768	10,814	0,236	8,980	0,299	1,623	0,204	0,578	
	SD	4,170	123,440	7,935	13,807	0,730	0,187	0,148	0,282	0,029	0,373	0,001	0,403	0,087	0,187	
Solungaç	min	33234,080	6124,080	2447,244	3888,596	2,716	58,737	4,383	10,371	0,384	11,416	4,785	3,079	0,326	1,180	LDA
	mak	33745,520	6191,280	2486,440	3921,040	3,808	59,425	4,634	14,878	0,557	14,840	4,827	4,456	0,847	1,452	
	ort	33467,153	6152,947	2462,736	3908,028	3,330	59,016	4,486	12,622	0,466	12,747	4,808	3,907	0,537	1,298	
	SD	217,372	24,018	17,505	14,879	0,585	0,258	0,092	2,384	0,075	1,517	0,014	0,716	0,290	0,136	
Karaciğer	min	3034,706	4592,331	675,187	2916,401	4,004	53,743	9,514	18,993	0,607	18,265	2,981	3,963	0,567	1,429	LDA
	mak	3053,914	4642,723	685,899	2965,757	5,762	55,673	11,110	20,306	0,890	20,548	3,015	5,295	0,842	3,647	
	ort	3040,298	4613,977	680,998	2946,081	4,779	54,847	10,318	19,706	0,720	19,026	3,000	4,668	0,723	2,766	
	SD	7,214	18,011	5,031	19,782	1,386	0,718	0,552	0,513	0,110	1,318	0,014	0,672	0,212	1,572	
Böbrek	min	1531,514	4378,644	653,249	1536,612	3,902	48,022	6,496	14,024	0,717	23,821	1,494	3,896	0,322	2,168	LDA
	mak	1541,208	4426,691	663,613	1562,617	6,399	49,747	6,869	20,118	0,915	26,468	1,511	5,127	0,585	2,912	
	ort	1534,336	4399,284	658,871	1552,250	5,020	49,009	6,649	17,067	0,812	26,027	1,503	4,635	0,434	2,646	
	SD	3,641	17,172	4,867	10,423	1,158	0,642	0,136	3,224	0,104	1,081	0,007	0,616	0,163	0,466	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.53 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E4 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	5065,920	10238,160	995,600	2693,464	0,969	41,782	1,376	23,588	0,058	11,829	0,333	0,428	0,163	LDA	LDA
	mak	5101,320	10489,880	1004,736	2722,548	1,950	42,161	3,514	23,920	0,081	12,223	0,337	0,684	0,257		
	ort	5075,320	10339,720	999,903	2704,996	1,478	41,913	2,294	23,736	0,072	12,092	0,334	0,511	0,189		
	SD	13,492	87,373	3,349	10,189	0,469	0,147	0,864	0,120	0,012	0,210	0,001	0,143	0,030		
Solungaç	min	37186,400	6230,000	2379,965	3422,585	1,772	96,877	5,548	31,845	0,185	22,194	2,618	0,924	0,352	0,679	LDA
	mak	37606,300	6269,700	2405,850	3457,990	2,488	98,476	7,990	32,483	0,241	23,840	2,653	1,818	0,841	0,846	
	ort	37412,350	6255,042	2391,151	3439,524	2,175	97,747	6,549	32,238	0,217	23,017	2,637	1,420	0,572	0,752	
	SD	196,714	13,520	11,620	12,431	0,374	0,543	0,949	0,276	0,019	0,805	0,011	0,481	0,301	0,039	
Karaciğer	min	4422,457	3924,900	583,833	1925,554	2,666	117,171	2,877	25,947	0,282	35,644	1,900	2,494	0,448	0,794	LDA
	mak	4453,361	3949,911	589,191	1946,347	3,841	118,234	7,348	26,312	0,337	36,706	1,920	3,576	0,600	2,095	
	ort	4430,663	3940,676	586,356	1933,799	3,184	117,539	4,798	26,110	0,307	36,130	1,907	3,027	0,490	1,578	
	SD	11,778	8,518	1,964	7,284	0,917	0,411	1,806	0,132	0,027	0,519	0,007	0,631	0,076	0,878	
Böbrek	min	6448,825	4806,438	556,183	2200,961	2,598	149,598	4,253	28,591	0,210	23,840	0,900	2,539	0,306	1,227	LDA
	mak	6493,889	4837,066	561,287	2224,727	4,267	150,955	10,862	28,994	0,295	26,966	0,910	3,486	0,591	1,663	
	ort	6460,791	4825,757	558,587	2210,385	3,345	150,067	7,092	28,771	0,248	25,230	0,904	3,012	0,417	1,508	
	SD	17,175	10,431	1,871	8,326	0,765	0,525	2,670	0,146	0,039	1,573	0,004	0,571	0,201	0,229	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.54 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	3481,844	12793,600	1010,336	2437,112	0,964	25,432	1,659	5,059	0,186	9,951	0,165	0,816	0,157	0,357	LDA
	mak	3522,836	12948,280	1022,816	2463,360	1,205	25,940	2,373	5,488	0,216	10,395	0,173	1,303	0,505	0,479	
	ort	3500,933	12869,200	1017,215	2448,071	1,086	25,679	1,986	5,290	0,198	10,104	0,169	1,059	0,321	0,424	
	SD	15,340	57,774	4,845	10,137	0,075	0,178	0,229	0,167	0,012	0,157	0,003	0,309	0,188	0,057	
Solungaç	min	33489,000	8161,600	1656,728	4937,320	2,127	203,963	3,958	7,067	0,308	13,932	1,572	1,463	0,253	0,518	LDA
	mak	33816,760	8376,920	1671,776	5030,600	3,393	205,923	5,419	8,176	0,382	14,553	1,597	2,325	0,860	1,048	
	ort	33641,000	8237,367	1662,423	4988,260	2,692	205,090	4,465	7,844	0,343	14,146	1,582	2,034	0,504	0,831	
	SD	114,689	85,851	5,454	31,381	0,615	0,763	0,469	0,354	0,021	0,220	0,010	0,488	0,310	0,322	
Karaciğer	min	4219,274	7110,663	746,167	3521,380	2,526	239,933	5,156	8,818	0,454	31,087	0,345	3,768	0,538	0,893	LDA
	mak	4268,948	7298,258	755,384	3559,306	4,543	244,721	6,345	9,614	0,662	32,475	0,361	4,762	1,046	2,003	0,150
	ort	4242,406	7176,674	751,248	3537,215	3,581	242,259	5,916	9,169	0,548	31,566	0,353	4,070	0,823	1,481	0,086
	SD	18,590	74,796	3,578	14,647	1,025	1,678	0,481	0,363	0,054	0,491	0,006	0,555	0,264	0,628	0,068
Böbrek	min	2541,119	7334,931	721,232	2059,113	2,679	265,365	4,239	10,757	0,454	23,011	0,327	3,973	0,616	0,976	LDA
	mak	2571,036	7528,441	730,141	2081,290	3,524	270,661	5,217	12,445	0,566	24,038	0,342	4,762	1,165	1,661	0,125
	ort	2555,051	7403,023	726,142	2068,372	3,076	267,938	4,864	11,940	0,497	23,366	0,334	4,333	0,877	1,326	0,079
	SD	11,196	77,155	3,459	8,565	0,405	1,856	0,396	0,539	0,033	0,363	0,005	0,536	0,287	0,384	0,062

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.55 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	2134,632	10894,800	1000,920	2150,980	0,993	21,283	1,724	6,152	0,249	8,781	0,530	0,953	0,140	0,548	LDA
	mak	2143,904	11111,280	1004,008	2206,728	1,233	22,519	2,207	9,830	0,289	9,495	0,536	1,741	0,414	0,723	
	ort	2139,559	10994,307	1002,047	2183,239	1,114	21,960	1,959	7,608	0,267	9,157	0,533	1,335	0,296	0,644	
	SD	3,223	74,110	1,031	22,424	0,107	0,431	0,139	1,233	0,050	0,340	0,002	0,404	0,150	0,115	
Solungaç	min	32261,760	8373,960	2074,124	5036,440	2,152	120,420	3,765	8,777	0,428	12,008	4,872	2,111	0,516	0,780	LDA
	mak	32516,600	8546,200	2091,056	5147,320	3,413	121,387	5,121	10,696	0,615	12,984	4,893	3,437	0,830	1,544	
	ort	32401,040	8437,247	2084,614	5078,173	2,714	120,837	4,244	9,378	0,517	12,522	4,880	2,828	0,604	1,231	
	SD	91,281	69,291	5,847	38,888	0,645	0,346	0,430	0,574	0,100	0,465	0,008	0,810	0,250	0,497	
Karaciğer	min	3441,475	6460,500	613,964	3081,827	2,465	81,799	5,608	11,973	0,570	17,690	3,022	3,496	0,663	1,112	LDA
	mak	3456,423	6593,383	615,859	3161,700	4,408	86,550	7,072	13,398	0,830	19,128	3,055	4,523	0,848	2,406	0,121
	ort	3449,419	6509,326	614,655	3128,046	3,481	84,401	6,251	12,750	0,674	18,447	3,037	3,950	0,797	1,798	0,059
	SD	5,197	53,458	0,633	32,128	1,019	1,658	0,748	0,721	0,121	0,685	0,013	0,607	0,067	0,803	0,064
Böbrek	min	2331,018	5987,282	641,930	1672,492	2,612	73,091	4,611	11,868	0,671	16,489	2,661	3,413	0,419	1,208	LDA
	mak	2341,143	6110,431	643,910	1715,839	3,427	77,337	5,814	14,463	0,853	17,829	2,690	4,762	1,168	2,007	0,129
	ort	2336,399	6032,531	642,653	1697,575	2,995	75,417	5,140	12,681	0,758	17,194	2,674	4,117	0,805	1,616	0,062
	SD	3,520	49,542	0,662	17,436	0,421	1,481	0,615	0,776	0,116	0,638	0,011	0,834	0,467	0,518	0,068

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.56 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E7 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1944,764	11094,840	1014,284	2688,764	LDA	26,659	0,339	0,405	0,044	6,408	0,190	0,367	0,088	LDA	LDA
	mak	1971,768	11194,840	1023,848	2703,740		27,477	0,586	0,709	0,063	7,073	0,197	1,153	0,307		
	ort	1956,587	11152,000	1018,291	2696,364		27,018	0,415	0,553	0,056	6,777	0,194	0,649	0,148		
	SD	11,231	37,538	3,903	5,419		0,390	0,103	0,136	0,010	0,320	0,002	0,324	0,180		
Solungaç	min	37234,800	9841,750	1916,645	5285,000	LDA	83,204	0,412	0,434	0,147	10,323	2,275	1,323	0,237	LDA	LDA
	mak	37545,200	10001,600	1936,305	5375,650		84,528	1,017	0,620	0,193	11,062	2,294	1,955	0,539		
	ort	37332,383	9932,850	1921,305	5335,050		83,680	0,691	0,535	0,173	10,754	2,284	1,622	0,334		
	SD	113,633	68,805	7,709	30,498		0,507	0,260	0,072	0,016	0,260	0,008	0,307	0,236		
Karaciğer	min	1403,594	6200,303	566,621	1904,106	0,696	74,760	0,646	0,442	0,226	22,695	1,083	2,886	0,201	0,313	LDA
	mak	1423,084	6301,008	571,964	1914,712	1,244	77,056	1,119	0,774	0,271	24,911	1,122	3,953	0,475	0,648	
	ort	1412,127	6257,696	568,859	1909,488	0,983	75,769	0,791	0,604	0,246	23,711	1,105	3,372	0,366	0,490	
	SD	8,106	43,347	2,180	3,838	0,288	1,094	0,197	0,148	0,022	0,936	0,014	0,632	0,161	0,233	
Böbrek	min	2367,358	7509,255	523,233	1938,107	LDA	95,449	0,985	0,329	0,168	21,260	0,703	2,536	0,290	0,301	LDA
	mak	2400,230	7631,221	528,166	1948,902		98,381	1,705	0,576	0,236	22,385	0,728	3,321	0,529	0,429	
	ort	2381,749	7578,765	525,300	1943,585		96,737	1,206	0,449	0,199	21,824	0,717	3,005	0,383	0,350	
	SD	13,672	52,498	2,013	3,906		1,397	0,301	0,110	0,031	0,478	0,009	0,512	0,200	0,042	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.57 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	2397,608	8727,880	700,420	1514,924	1,922	25,793	2,107	6,790	0,259	9,232	0,155	1,150	0,246	0,824	LDA
	mak	2436,952	8853,960	712,452	1529,792	2,429	26,349	2,877	9,667	0,308	13,657	0,163	1,849	0,657	1,114	
	ort	2419,635	8782,920	707,582	1520,533	2,146	26,143	2,446	8,492	0,279	11,398	0,159	1,434	0,429	0,969	
	SD	15,308	50,974	4,867	5,281	0,233	0,241	0,282	1,137	0,011	2,135	0,003	0,367	0,181	0,125	
Solungaç	min	20392,880	5593,400	1285,752	2985,608	3,082	209,452	4,845	12,185	0,454	27,277	0,857	2,477	0,472	2,040	LDA
	mak	20538,680	5724,000	1291,580	3035,212	3,433	213,462	5,452	13,324	0,574	29,566	0,873	3,983	0,977	2,504	
	ort	20458,700	5664,100	1288,141	3009,089	3,282	211,183	5,049	12,710	0,510	28,459	0,864	3,224	0,636	2,246	
	SD	54,609	57,310	2,485	17,613	0,137	1,429	0,349	0,574	0,031	1,146	0,006	0,901	0,263	0,201	
Karaciğer	min	2680,357	4245,319	499,997	2188,912	4,145	243,336	9,021	12,372	0,708	47,099	0,510	5,796	0,843	3,037	LDA
	mak	2724,341	4344,442	508,586	2210,395	7,167	248,588	12,319	17,616	1,050	69,678	0,538	7,029	1,760	4,088	0,113
	ort	2704,982	4298,979	505,110	2197,016	5,650	246,636	10,473	15,475	0,863	58,151	0,524	6,354	1,238	3,581	0,065
	SD	17,113	43,497	3,474	7,631	1,824	2,273	1,206	2,073	0,108	10,894	0,011	0,853	0,568	0,517	0,051
Böbrek	min	1901,260	5026,858	526,285	1143,614	5,224	269,129	7,181	18,548	0,708	20,404	0,618	4,884	0,993	2,789	LDA
	mak	1932,459	5144,229	535,326	1154,838	6,602	274,938	8,081	20,282	0,892	30,185	0,630	6,697	1,605	3,842	0,094
	ort	1918,727	5090,397	531,667	1147,848	5,792	272,779	7,484	19,348	0,779	25,191	0,623	5,915	1,182	3,380	0,060
	SD	12,139	51,505	3,657	3,987	0,866	2,514	0,517	0,874	0,061	4,719	0,005	1,019	0,352	0,535	0,046

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.58 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	716,563	13118,963	1024,093	1839,381	1,924	9,276	2,236	9,676	0,253	8,827	0,148	1,382	0,228	1,050	LDA
	mak	1160,485	14652,556	1307,174	2587,481	2,432	11,847	2,713	11,831	0,300	9,805	0,219	2,129	0,359	1,419	
	ort	925,149	13881,231	1154,179	2206,661	2,148	10,579	2,513	10,745	0,274	9,436	0,184	1,726	0,264	1,233	
	SD	217,685	703,640	132,222	377,137	0,217	1,186	0,155	0,916	0,009	0,397	0,035	0,470	0,106	0,154	
Solungaç	min	26764,913	6905,522	1350,004	3323,591	3,086	88,360	5,372	12,917	0,463	19,643	2,454	2,793	0,342	2,119	LDA
	mak	27018,130	7025,870	2065,026	4005,565	3,437	98,804	5,909	14,521	0,684	20,378	4,157	3,931	0,825	2,599	
	ort	26922,101	6952,080	1709,491	3662,152	3,285	93,789	5,661	13,572	0,569	19,933	3,312	3,244	0,589	2,333	
	SD	85,447	38,641	366,509	334,028	0,126	4,801	0,271	0,842	0,068	0,391	0,866	0,802	0,335	0,191	
Karaciğer	min	1118,713	4560,497	742,557	2469,397	3,663	54,202	8,336	17,631	0,658	29,303	0,845	4,239	0,741	2,568	LDA
	mak	1811,774	4641,282	750,063	2488,139	6,335	69,226	10,114	21,559	0,976	32,551	1,251	5,875	1,111	3,450	0,091
	ort	1444,361	4595,921	745,883	2479,657	4,994	61,816	9,368	19,580	0,785	31,326	1,049	5,093	0,883	3,025	0,044
	SD	339,854	31,092	2,729	8,275	1,508	6,931	0,577	1,669	0,097	1,318	0,199	0,944	0,358	0,395	0,048
Böbrek	min	1170,873	4839,545	681,245	1415,209	4,617	59,177	6,705	17,467	0,781	31,175	0,934	4,263	0,530	2,360	LDA
	mak	1178,514	4925,273	688,132	1425,950	5,836	60,554	7,375	19,636	1,004	34,630	0,957	5,958	0,848	3,244	0,097
	ort	1173,941	4877,136	684,297	1421,089	5,119	59,987	7,066	18,353	0,888	33,327	0,944	5,247	0,682	2,856	0,046
	SD	3,496	32,994	2,503	4,742	0,713	0,569	0,338	1,138	0,091	1,403	0,009	1,003	0,190	0,409	0,051

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.59 Emet Çayı Havzasından yaz mevsiminde E8 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1404,576	7609,040	723,012	1552,688	1,719	15,900	0,871	4,762	0,173	16,639	0,131	1,160	0,243	0,778	LDA
	mak	1413,512	7702,760	729,048	1562,296	2,172	16,706	1,279	4,995	0,221	17,234	0,132	1,912	0,531	1,052	
	ort	1408,356	7658,940	725,428	1558,150	1,919	16,272	1,124	4,872	0,203	17,035	0,132	1,332	0,343	0,914	
	SD	3,946	30,685	2,124	4,147	0,206	0,293	0,151	0,094	0,059	0,325	0,001	0,435	0,161	0,109	
Solungaç	min	20665,760	4952,160	1283,684	2699,940	2,756	58,973	1,248	9,092	0,360	24,545	1,570	2,083	0,378	1,923	LDA
	mak	20849,960	5064,240	1297,148	2755,768	3,069	60,181	1,449	9,258	0,457	25,729	1,590	3,085	0,909	2,360	
	ort	20748,187	5020,747	1291,863	2738,299	2,934	59,742	1,329	9,189	0,415	25,259	1,580	2,571	0,621	2,118	
	SD	69,861	38,209	4,882	19,775	0,120	0,446	0,072	0,073	0,066	0,610	0,008	0,567	0,282	0,177	
Karaciğer	min	2418,300	4782,637	637,168	1627,868	3,376	60,491	1,838	6,148	0,527	58,057	0,745	4,720	0,517	2,391	LDA
	mak	2433,686	5935,852	914,111	1913,075	5,838	63,556	2,698	6,449	0,622	61,809	0,754	5,920	0,933	3,215	0,060
	ort	2424,809	5371,513	776,770	1775,592	4,602	61,904	2,370	6,290	0,570	60,316	0,751	5,366	0,702	2,818	0,028
	SD	6,794	575,766	150,279	149,409	1,490	1,116	0,318	0,121	0,080	1,972	0,003	0,817	0,206	0,379	0,031
Böbrek	min	7335,222	5075,278	707,972	1810,956	4,255	72,306	2,518	6,729	0,403	47,322	0,701	4,259	0,400	2,196	LDA
	mak	7351,278	6299,056	1015,691	2128,240	5,378	73,343	3,323	6,970	0,549	51,101	0,715	6,092	1,049	3,023	0,056
	ort	7340,981	5700,185	863,087	1975,294	4,718	72,648	2,896	6,852	0,469	49,212	0,707	5,103	0,713	2,660	0,037
	SD	7,994	610,996	166,979	166,213	0,704	0,391	0,311	0,077	0,102	1,872	0,006	1,160	0,387	0,392	0,028

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.60 Emet Çayı Havzasından E2 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1147,333	5883,000	572,438	854,667	LDA	24,395	1,023	2,656	LDA	4,918	0,139	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	2342,474	11826,667	954,000	1701,460	0,865	48,083	1,383	5,094	0,111	12,156	0,472	0,680	0,243	0,347	
	ort	1700,646	8969,567	735,514	1291,090	0,395	36,394	1,140	3,430	0,051	8,589	0,343	0,328	0,115	0,159	
	SD	527,352	2463,532	160,510	346,526	0,460	12,721	0,164	1,121	0,059	3,887	0,146	0,379	0,133	0,185	
Solungaç	min	24734,373	5453,867	864,717	2755,450	LDA	124,589	2,955	4,088	LDA	6,950	0,754	1,862	LDA	LDA	LDA
	mak	43086,670	14811,111	3047,778	5316,667	2,155	282,667	3,211	7,997	0,217	19,556	1,406	2,590	0,551	0,876	
	ort	33115,777	8351,438	1784,551	4517,430	0,983	188,037	3,097	5,323	0,102	12,835	1,107	2,212	0,258	0,399	
	SD	7692,746	4370,577	948,362	1193,137	1,146	68,359	0,106	1,801	0,118	6,390	0,285	0,362	0,299	0,465	
Karaciğer	min	1154,545	4910,350	469,702	1754,616	LDA	135,722	4,598	5,161	LDA	22,239	0,292	2,060	0,285	0,484	LDA
	mak	2433,333	11437,879	3483,333	3663,636	2,444	240,455	8,175	14,926	0,396	37,975	0,818	5,027	0,808	1,850	
	ort	1631,523	7946,015	1379,309	2519,689	1,371	173,285	6,812	7,735	0,237	31,894	0,608	3,469	0,561	1,068	
	SD	555,058	2800,046	1414,791	882,684	1,125	47,593	1,582	4,796	0,180	6,798	0,230	1,508	0,255	0,674	
Böbrek	min	794,557	2930,075	370,364	977,160	0,834	107,333	4,160	6,880	LDA	7,530	0,306	2,010	0,284	LDA	LDA
	mak	7906,667	5957,576	1883,333	3073,333	2,566	416,515	5,244	17,028	0,359	29,697	0,793	4,904	0,807	1,512	
	ort	3257,985	4322,918	806,111	1771,292	1,648	226,506	4,677	9,589	0,170	20,751	0,595	3,384	0,561	0,666	
	SD	3168,638	1243,852	722,956	910,201	0,877	140,438	0,500	4,962	0,197	10,303	0,212	1,471	0,255	0,783	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.61 Emet Çayı Havzasından E2 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	706,061	2047,333	522,945	940,000	0,496	16,570	1,419	1,783	LDA	3,933	0,159	0,521	0,148	0,209	LDA
	mak	1597,779	9416,140	1251,333	1712,735	0,871	58,200	1,847	4,227	0,113	11,016	0,504	0,821	0,277	0,418	
	ort	1187,851	6020,818	859,782	1444,653	0,701	35,366	1,676	2,531	0,051	7,694	0,372	0,656	0,212	0,336	
	SD	464,442	3735,183	299,112	357,818	0,161	17,366	0,185	1,140	0,060	3,311	0,148	0,139	0,059	0,095	
Solungaç	min	21185,090	4410,000	1021,667	2071,111	1,321	67,804	2,697	3,122	0,199	5,583	1,116	1,208	0,396	0,611	LDA
	mak	40073,333	6201,207	2085,556	4336,895	2,170	130,842	4,411	6,279	0,304	19,000	3,715	1,885	0,659	1,053	
	ort	33174,979	5683,428	1505,755	3204,709	1,749	95,444	3,414	4,158	0,266	12,080	1,832	1,517	0,522	0,848	
	SD	8279,765	851,571	506,547	928,510	0,356	26,924	0,722	1,437	0,049	6,072	1,262	0,315	0,124	0,188	
Karaciğer	min	955,333	4945,255	527,949	2022,491	1,446	56,986	7,382	2,401	0,299	8,333	0,702	1,556	0,469	1,094	LDA
	mak	2190,000	15422,222	2176,667	6380,000	2,366	174,667	16,726	10,895	0,533	30,333	2,550	2,422	0,752	1,813	
	ort	1488,245	9439,428	1398,603	3277,004	1,908	106,044	13,341	4,682	0,420	18,307	1,209	1,952	0,608	1,461	
	SD	531,320	4436,153	675,373	2078,359	0,386	54,364	4,207	4,146	0,098	9,907	0,897	0,404	0,136	0,303	
Böbrek	min	578,500	4322,150	380,573	1289,103	1,521	46,653	6,069	2,142	0,338	11,400	0,623	1,860	0,341	0,884	LDA
	mak	9933,333	10357,660	552,639	4770,151	2,484	115,900	8,260	13,316	0,511	27,361	0,915	2,892	0,556	1,482	
	ort	4429,107	7423,336	493,165	2562,314	2,003	90,235	7,270	5,075	0,451	18,071	0,736	2,333	0,448	1,194	
	SD	4630,323	2852,863	76,653	1611,462	0,404	30,987	1,027	5,496	0,081	7,417	0,138	0,482	0,103	0,253	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.62 Emet Çayı Havzasından E2 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1727,305	9389,807	917,059	1712,000	0,494	20,000	1,150	2,540	0,045	11,467	0,184	0,260	0,332	0,278	LDA
	mak	4786,667	14320,000	1249,333	1899,188	0,571	63,067	1,256	2,816	0,057	13,899	0,336	0,291	0,375	0,353	
	ort	3256,986	11854,903	1083,196	1805,594	0,532	41,533	1,203	2,678	0,051	12,683	0,260	0,276	0,353	0,315	
	SD	1766,323	2846,448	191,838	108,073	0,044	24,865	0,061	0,159	0,007	1,404	0,088	0,018	0,025	0,043	
Solungaç	min	25460,517	5717,923	1285,047	3031,420	1,259	54,905	1,717	5,870	0,159	23,056	1,002	0,620	0,618	0,701	LDA
	mak	54527,778	9000,000	1686,111	3661,111	1,422	131,389	1,905	6,507	0,174	27,946	1,722	0,694	0,688	0,859	
	ort	39994,147	7358,962	1485,579	3346,266	1,340	93,147	1,811	6,188	0,167	25,501	1,362	0,657	0,653	0,780	
	SD	16781,991	1894,908	231,555	363,552	0,094	44,158	0,108	0,368	0,008	2,823	0,416	0,043	0,040	0,092	
Karaciğer	min	679,975	3603,375	409,960	1098,141	1,527	47,452	2,279	1,818	0,260	34,224	0,547	3,090	0,526	1,339	LDA
	mak	4493,333	16566,667	1218,667	4513,333	2,004	184,533	2,528	1,973	0,276	41,483	1,344	3,459	0,584	1,624	
	ort	2586,654	10085,021	814,313	2805,737	1,766	115,992	2,403	1,895	0,268	37,853	0,945	3,275	0,555	1,481	
	SD	2201,644	7484,360	466,907	1971,762	0,275	79,144	0,144	0,090	0,009	4,191	0,460	0,213	0,033	0,165	
Böbrek	min	1502,381	4879,094	455,243	1291,338	1,604	48,645	3,154	1,641	0,210	30,083	0,530	3,030	0,485	1,094	LDA
	mak	9972,222	11629,630	505,833	4393,333	2,104	149,167	3,498	1,781	0,225	36,464	0,593	3,392	0,539	1,331	
	ort	5737,302	8254,362	480,538	2842,336	1,854	98,906	3,326	1,711	0,218	33,274	0,561	3,211	0,512	1,212	
	SD	4890,065	3897,423	29,208	1790,938	0,289	58,036	0,199	0,081	0,009	3,684	0,037	0,209	0,031	0,137	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.63 Emet Çayı Havzasından E4 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
Kas	min	1147,333	6764,462	572,438	854,667	LDA	19,327	1,023	2,920	LDA	3,800	0,233	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	7430,580	11826,667	1084,641	2312,161	2,389	46,667	2,046	19,020	0,179	11,733	0,740	0,873	0,299	0,595	
	ort	2804,839	9772,056	876,770	1518,051	1,150	33,240	1,332	7,963	0,068	7,654	0,433	0,549	0,136	0,306	
	SD	3085,963	2207,261	217,687	633,248	1,028	12,563	0,480	7,595	0,086	3,885	0,218	0,380	0,158	0,244	
Solungaç	min	30503,732	5922,995	864,717	3388,000	LDA	125,467	2,955	4,503	LDA	7,816	1,017	1,657	LDA	LDA	LDA
	mak	43086,670	14811,111	3047,778	5177,603	3,507	299,496	5,173	36,683	0,311	19,556	2,093	2,590	0,551	1,338	
	ort	35818,118	9346,411	2120,854	4341,521	1,876	215,864	3,963	13,668	0,178	12,258	1,506	2,110	0,333	0,730	
	SD	6223,206	3815,213	912,829	809,841	1,450	88,002	1,096	15,470	0,130	5,300	0,473	0,401	0,263	0,554	
Karaciğer	min	1154,545	6715,832	645,566	2761,338	LDA	60,319	7,679	5,161	LDA	22,239	0,516	2,300	0,285	0,528	LDA
	mak	9646,379	11437,879	4524,033	3663,636	4,705	382,439	9,616	44,464	0,471	59,821	1,061	5,295	0,849	2,910	
	ort	3404,170	9320,797	1753,467	3142,450	2,573	204,733	8,557	16,891	0,292	34,792	0,724	3,877	0,608	1,690	
	SD	4163,300	1984,390	1851,642	440,125	2,014	139,611	0,833	18,693	0,203	17,675	0,241	1,301	0,248	0,995	
Böbrek	min	2000,415	2930,075	408,019	1393,939	0,834	46,618	4,936	6,880	LDA	7,530	0,488	2,244	0,284	LDA	LDA
	mak	5422,986	8252,831	801,045	1953,543	4,941	422,976	7,668	52,948	0,426	32,352	0,948	4,713	0,859	2,784	
	ort	3083,371	5490,528	639,362	1644,708	2,911	255,208	6,112	20,110	0,265	20,186	0,679	3,596	0,612	1,441	
	SD	1577,689	2224,994	188,799	231,809	1,774	193,384	1,264	22,094	0,184	12,649	0,200	1,154	0,251	1,171	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.64 Emet Çayı Havzasından E4 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1554,667	3116,000	592,777	659,173	1,421	10,284	0,996	10,814	LDA	3,733	0,299	LDA	0,118	0,332	LDA
	mak	1852,667	13893,333	1158,000	2056,235	2,268	47,667	2,768	22,442	0,236	13,067	0,941	1,805	0,243	0,578	
	ort	1720,055	8493,821	949,443	1292,310	1,870	23,904	1,582	18,300	0,167	7,417	0,650	1,220	0,199	0,486	
	SD	124,325	5710,227	249,535	576,065	0,361	16,765	0,802	5,126	0,113	4,486	0,271	0,826	0,057	0,115	
Solungaç	min	31538,659	5466,667	993,329	3462,222	2,107	51,554	4,486	12,622	0,268	7,333	1,888	1,199	0,303	0,833	LDA
	mak	36133,333	7377,778	2462,736	4132,222	3,330	83,483	5,976	29,927	0,467	19,889	4,808	4,521	0,569	1,298	
	ort	33600,950	6428,383	1746,968	3811,584	2,741	68,458	5,181	23,954	0,402	12,442	2,964	3,279	0,493	1,108	
	SD	1897,103	813,412	690,292	282,105	0,519	15,586	0,757	7,715	0,094	5,436	1,292	1,450	0,128	0,208	
Karaciğer	min	845,333	4613,977	680,998	1251,843	3,042	23,633	8,545	19,706	0,353	10,820	0,915	1,812	0,569	1,814	LDA
	mak	3040,298	15344,416	2872,931	3336,667	4,779	127,667	11,117	33,094	0,720	64,333	3,000	5,426	0,817	2,766	
	ort	2045,780	10383,118	1516,608	2574,881	3,930	64,059	10,139	28,451	0,583	26,655	1,609	4,019	0,718	2,342	
	SD	905,728	4448,217	1021,892	913,721	0,734	44,573	1,114	6,106	0,176	25,368	0,948	1,560	0,107	0,411	
Böbrek	min	827,000	4399,284	490,670	1350,000	3,198	30,876	4,477	17,067	0,399	8,376	0,796	1,799	0,396	1,733	LDA
	mak	7225,075	10049,261	658,871	3229,363	5,020	109,433	6,649	30,591	0,813	49,767	1,503	5,386	0,573	2,646	
	ort	3217,122	7525,936	545,369	1948,320	4,127	60,974	5,628	26,011	0,657	24,019	1,125	3,990	0,484	2,240	
	SD	2864,283	2373,071	76,620	863,732	0,769	33,854	0,898	6,194	0,198	18,783	0,306	1,548	0,083	0,395	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.65 Emet Çayı Havzasından E4 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	4626,667	9626,667	910,667	1720,000	1,478	41,913	2,294	23,736	0,072	12,092	0,334	0,511	0,189	LDA	LDA
	mak	5075,320	10339,720	999,903	2704,996	1,661	74,800	2,752	26,118	0,102	12,267	0,501	0,680	0,224	0,432	
	ort	4850,993	9983,193	955,285	2212,498	1,570	58,357	2,523	24,927	0,087	12,179	0,418	0,595	0,206	0,216	
	SD	259,030	411,682	51,520	568,688	0,106	18,987	0,264	1,375	0,017	0,101	0,096	0,098	0,020	0,249	
Solungaç	min	37412,350	6255,042	2105,556	3439,524	2,175	97,747	6,549	32,238	0,217	23,017	1,419	1,420	0,572	0,752	LDA
	mak	55361,111	8275,000	2391,151	3475,000	2,433	179,722	7,838	35,468	0,270	23,333	2,637	1,890	0,603	0,990	
	ort	46386,731	7265,021	2248,353	3457,262	2,304	138,734	7,194	33,853	0,244	23,175	2,028	1,655	0,587	0,871	
	SD	10362,722	1166,223	164,889	20,482	0,149	47,329	0,744	1,865	0,031	0,183	0,703	0,271	0,018	0,137	
Karaciğer	min	4320,000	3940,676	586,356	1933,799	3,184	117,539	4,798	26,110	0,307	36,130	0,674	3,027	0,490	1,578	LDA
	mak	4430,663	10939,394	973,333	4386,667	3,551	201,224	5,744	28,728	0,375	36,616	1,907	4,030	0,531	2,033	
	ort	4375,332	7440,035	779,845	3160,233	3,368	159,381	5,271	27,419	0,341	36,373	1,291	3,529	0,511	1,805	
	SD	63,891	4040,712	223,421	1416,164	0,212	48,316	0,546	1,512	0,039	0,281	0,712	0,579	0,023	0,263	
Böbrek	min	6460,791	4825,757	558,587	2210,385	3,345	150,067	7,092	28,771	0,248	25,230	0,602	3,012	0,417	1,508	LDA
	mak	12583,333	8330,556	947,222	4170,000	3,729	170,972	8,486	31,655	0,306	25,575	0,904	4,010	0,512	1,944	
	ort	9522,062	6578,156	752,905	3190,192	3,537	160,520	7,789	30,213	0,277	25,402	0,753	3,511	0,465	1,726	
	SD	3534,851	2023,496	224,379	1131,384	0,222	12,070	0,805	1,665	0,033	0,199	0,174	0,576	0,055	0,252	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.66 Emet Çayı Havzasından E7 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1790,245	7613,333	555,424	921,333	LDA	25,578	0,381	0,277	LDA	3,933	0,149	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	4733,333	12869,200	1017,215	3698,667	1,086	45,800	1,986	5,290	0,198	12,267	0,533	1,130	0,321	0,453	
	ort	3331,461	10372,825	874,160	2149,435	0,584	35,064	0,809	1,547	0,088	8,330	0,260	0,547	0,141	0,265	
	SD	1206,955	2154,297	216,808	1208,532	0,488	10,947	0,786	2,496	0,103	3,638	0,183	0,633	0,166	0,214	
Solungaç	min	33641,000	5860,350	1004,664	4218,667	0,771	70,800	1,050	1,245	LDA	5,133	1,278	LDA	LDA	LDA	LDA
	mak	68108,890	11855,556	3074,000	6234,444	2,692	276,333	4,465	7,844	0,343	19,444	1,774	2,170	0,504	0,889	
	ort	44456,473	8556,818	2038,049	4949,587	1,640	173,768	1,956	2,946	0,155	11,725	1,507	1,556	0,222	0,528	
	SD	16251,650	2472,155	898,397	919,743	0,915	87,672	1,673	3,266	0,181	6,364	0,217	1,040	0,261	0,416	
Karaciğer	min	996,667	5995,190	709,545	2341,667	1,039	79,833	2,391	1,554	0,000	14,493	0,311	1,816	0,248	0,402	LDA
	mak	9800,000	12250,000	1605,000	3871,667	3,581	242,259	5,916	9,169	0,548	42,833	0,805	4,180	0,823	1,481	0,086
	ort	4277,386	8648,799	981,677	3190,820	2,184	151,991	3,339	3,520	0,291	26,898	0,466	3,537	0,502	0,938	0,041
	SD	3921,483	2735,725	420,424	667,412	1,210	68,064	1,719	3,767	0,253	12,869	0,228	1,148	0,274	0,525	0,047
Böbrek	min	2193,939	4388,570	430,362	1544,444	0,887	107,995	1,512	1,816	LDA	12,547	0,295	1,933	0,264	0,358	LDA
	mak	9992,597	7896,667	852,095	4482,738	3,076	267,938	4,864	11,940	0,497	39,428	0,758	4,450	0,877	1,326	0,079
	ort	4669,226	6354,019	638,285	2448,368	1,875	200,653	2,394	4,419	0,226	22,712	0,440	3,768	0,535	0,839	0,038
	SD	3627,382	1605,749	187,487	1373,962	1,043	77,854	1,647	5,015	0,264	12,043	0,214	1,224	0,292	0,472	0,043

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.67 Emet Çayı Havzasından E7 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	2139,559	8314,417	549,740	1141,511	0,601	19,308	0,968	0,467	0,186	2,867	0,417	1,110	0,213	0,295	LDA
	mak	4621,866	14504,000	1288,000	2958,667	1,114	54,800	1,959	7,608	0,267	13,778	0,640	1,335	0,296	0,644	
	ort	3446,001	10883,181	978,780	1916,354	0,858	32,898	1,395	2,343	0,224	7,648	0,515	1,222	0,247	0,470	
	SD	1251,213	2650,423	310,674	825,340	0,217	16,237	0,413	3,511	0,033	4,861	0,096	0,108	0,036	0,148	
Solungaç	min	27779,040	6024,572	1142,710	3990,599	1,544	70,360	1,436	0,628	0,376	5,333	1,661	2,360	0,435	0,632	LDA
	mak	95352,446	17190,556	3375,555	9351,667	2,714	155,560	4,244	9,378	0,517	21,840	4,880	2,828	0,604	1,231	
	ort	53883,131	9749,760	2395,553	6038,443	2,091	120,003	2,368	2,933	0,444	12,019	2,812	2,564	0,491	0,915	
	SD	31091,392	5057,668	994,569	2322,809	0,492	36,079	1,269	4,298	0,059	7,179	1,472	0,210	0,078	0,252	
Karaciğer	min	1395,333	3376,669	614,655	1691,974	1,996	44,039	6,251	0,674	0,494	9,144	1,006	3,300	0,574	0,895	LDA
	mak	4894,819	26752,745	1646,228	9503,201	3,481	153,915	10,282	12,750	0,674	36,812	3,037	3,950	0,797	1,798	0,059
	ort	3282,752	12416,218	1076,508	4417,951	2,682	99,924	8,478	3,837	0,582	23,309	1,743	3,573	0,657	1,288	0,025
	SD	1437,672	10368,427	451,099	3468,819	0,624	46,842	1,892	5,944	0,075	12,071	0,923	0,289	0,098	0,381	0,030
Böbrek	min	2336,399	3426,537	411,396	1697,575	1,710	38,658	4,219	0,626	0,558	8,549	0,924	3,440	0,434	0,797	LDA
	mak	10759,760	17032,745	1455,023	3881,734	2,995	113,429	5,453	12,681	0,758	44,286	2,674	4,117	0,805	1,616	0,062
	ort	6366,957	9584,203	817,857	2700,130	2,307	84,158	5,046	3,774	0,656	21,482	1,544	3,723	0,550	1,157	0,026
	SD	4281,966	6086,137	449,061	947,427	0,540	34,771	0,567	5,940	0,084	15,672	0,803	0,300	0,171	0,346	0,031

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.68 Emet Çayı Havzasından E7 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1956,587	11152,000	1018,291	1667,613	LDA	27,018	0,415	0,553	0,056	6,777	0,194	0,649	0,148	LDA	LDA
	mak	5777,333	18855,200	32996,600	2696,364	0,771	54,239	0,517	0,663	0,094	11,572	0,437	0,760	0,175	0,367	
	ort	3866,960	15003,600	17007,445	2181,989	0,386	40,629	0,466	0,608	0,075	9,175	0,316	0,704	0,161	0,184	
	SD	2205,909	4447,445	18462,686	593,949	0,445	15,716	0,059	0,064	0,022	2,768	0,141	0,064	0,016	0,212	
Solungaç	min	37332,383	9932,850	1921,305	5335,050	0,000	83,680	0,691	0,535	0,173	10,754	1,048	1,622	0,334	LDA	LDA
	mak	119190,550	12946,267	22655,967	11346,689	1,879	346,948	0,854	0,642	0,250	18,344	2,284	1,900	0,412	0,720	
	ort	78261,467	11439,558	12288,636	8340,869	0,939	215,314	0,773	0,589	0,212	14,549	1,666	1,761	0,373	0,360	
	SD	47260,835	1739,797	11971,162	3470,821	1,085	151,998	0,094	0,062	0,044	4,382	0,714	0,160	0,045	0,416	
Karaciğer	min	1412,127	6257,696	568,859	1909,488	0,983	75,769	0,791	0,604	0,246	23,711	0,660	3,372	0,366	0,490	LDA
	mak	1744,167	16512,000	28896,000	2841,222	2,380	196,743	0,977	0,745	0,347	40,409	1,105	3,950	0,454	1,027	0,037
	ort	1578,147	11384,848	14732,430	2375,355	1,681	136,256	0,884	0,674	0,297	32,060	0,882	3,661	0,410	0,758	0,018
	SD	191,703	5920,325	16354,682	537,937	0,807	69,845	0,107	0,082	0,058	9,641	0,257	0,334	0,051	0,310	0,021
Böbrek	min	2381,749	7578,765	525,300	1943,585	LDA	96,737	1,206	0,449	0,199	21,824	0,621	3,005	0,383	0,350	LDA
	mak	3839,393	14214,000	24874,500	2248,711	2,048	329,038	1,484	0,557	0,284	37,197	0,717	3,520	0,425	0,921	0,049
	ort	3110,571	10896,382	12699,900	2096,148	1,024	212,888	1,345	0,503	0,241	29,511	0,669	3,263	0,404	0,636	0,024
	SD	841,571	3830,855	14058,017	176,164	1,182	134,119	0,160	0,062	0,049	8,875	0,055	0,297	0,024	0,330	0,028

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.69 Emet Çayı Havzasından E8 istasyonundan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1860,733	7274,000	661,395	1520,533	1,475	26,143	1,102	4,106	0,193	4,508	0,159	0,976	0,176	0,588	LDA
	mak	2949,333	12226,667	1076,000	2615,333	2,146	52,667	2,446	8,492	0,279	14,667	0,727	1,434	0,429	0,969	
	ort	2450,520	9901,025	822,078	1907,034	1,759	38,365	1,471	5,490	0,239	10,710	0,537	1,219	0,287	0,781	
	SD	451,836	2278,521	186,061	484,222	0,294	12,942	0,652	2,020	0,042	4,360	0,258	0,189	0,105	0,164	
Solungaç	min	20458,700	5664,100	1236,231	3009,089	2,228	69,333	3,081	5,895	0,336	11,256	0,864	2,068	0,274	1,462	LDA
	mak	97930,000	14493,333	3556,667	8646,667	3,282	307,952	5,049	12,710	0,510	28,459	1,869	3,224	0,636	2,246	
	ort	49417,536	9280,992	1864,260	6025,864	2,675	177,874	3,655	8,010	0,425	21,526	1,515	2,705	0,431	1,835	
	SD	33751,179	4130,149	1129,745	2665,377	0,457	104,593	0,938	3,158	0,080	7,453	0,451	0,478	0,151	0,334	
Karaciğer	min	2015,455	4298,979	505,110	2197,016	3,797	118,628	6,828	7,274	0,540	23,000	0,524	3,979	0,716	2,375	LDA
	mak	2858,204	11973,333	2111,071	5544,184	5,650	268,527	10,473	15,475	0,863	86,507	1,103	6,354	1,238	3,581	0,065
	ort	2411,525	8220,632	1150,072	4123,954	4,586	194,302	7,914	9,831	0,695	51,072	0,905	5,303	0,885	2,936	0,030
	SD	432,393	3140,861	685,632	1416,731	0,796	74,305	1,729	3,793	0,143	27,703	0,259	0,985	0,239	0,512	0,034
Böbrek	min	1918,727	5090,397	531,667	1147,848	3,892	121,477	3,696	9,216	0,490	9,964	0,623	3,711	0,742	2,238	LDA
	mak	5430,585	6929,513	1120,768	3602,778	5,792	353,411	7,484	19,348	0,779	46,784	1,037	5,915	1,182	3,380	0,060
	ort	3666,318	6125,664	698,650	2275,385	4,701	228,141	4,740	12,390	0,629	29,249	0,875	4,939	0,892	2,770	0,027
	SD	1520,104	789,873	282,456	1009,384	0,817	104,979	1,835	4,678	0,128	15,595	0,177	0,914	0,197	0,485	0,032

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.70 Emet Çayı Havzasından E8 istasyonundan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	925,149	2945,333	775,568	1782,814	1,164	10,579	0,984	4,306	0,214	4,659	0,184	1,128	LDA	0,638	LDA
	mak	12368,000	16026,667	2451,333	2468,296	2,148	67,733	2,513	10,745	0,299	13,200	0,891	1,726	0,264	1,233	
	ort	4004,132	10574,830	1655,048	2227,776	1,635	36,071	1,405	6,413	0,256	9,560	0,704	1,436	0,175	0,934	
	SD	5583,197	5777,488	816,406	319,981	0,413	26,248	0,739	2,945	0,038	3,615	0,347	0,246	0,119	0,252	
Solungaç	min	26922,101	3565,297	1709,491	2453,333	1,809	41,624	2,095	4,900	0,420	9,842	2,396	2,054	0,286	1,275	LDA
	mak	66120,667	12026,667	3238,334	5146,667	3,285	181,485	5,661	13,572	0,588	22,426	3,312	3,244	0,589	2,333	
	ort	39080,692	7116,011	2258,289	3489,126	2,500	104,791	3,064	7,635	0,514	18,628	2,712	2,696	0,475	1,787	
	SD	18345,668	3567,419	690,854	1222,281	0,618	57,734	1,734	4,012	0,078	5,969	0,408	0,490	0,131	0,446	
Karaciğer	min	1444,361	4595,921	745,883	2453,333	2,780	43,490	7,670	6,218	0,529	15,467	1,049	3,183	0,409	1,676	LDA
	mak	11953,067	15440,000	2958,013	4780,430	4,994	265,661	9,368	19,580	0,785	43,537	1,447	5,093	0,883	3,025	0,044
	ort	4491,974	8650,511	1827,735	3102,312	3,800	129,000	8,432	10,280	0,666	29,715	1,302	4,231	0,692	2,324	0,022
	SD	4992,598	4857,374	1033,044	1124,008	0,927	101,257	0,715	6,256	0,118	11,519	0,178	0,789	0,202	0,568	0,025
Böbrek	min	1173,941	4877,136	607,623	1421,089	2,851	47,317	4,551	3,142	0,596	16,456	0,944	3,277	0,311	1,578	LDA
	mak	24453,333	16026,667	1279,362	4478,643	5,119	208,276	7,066	18,353	0,888	39,366	1,328	5,247	0,682	2,856	0,046
	ort	9125,171	8382,435	958,154	2897,850	3,896	122,907	5,377	7,304	0,751	30,107	1,186	4,359	0,529	2,193	0,023
	SD	10430,509	5142,599	361,922	1290,123	0,949	81,209	1,145	7,377	0,134	9,727	0,172	0,814	0,157	0,538	0,026

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.71 Emet Çayı Havzasından E8 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen yıllık ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1408,356	7658,940	725,428	1558,150	1,440	16,272	0,942	4,241	0,168	11,467	0,132	1,010	0,253	0,648	LDA
	mak	30920,000	24040,000	3358,667	6133,333	1,919	68,035	1,124	4,872	0,203	17,035	0,500	1,332	0,343	0,914	
	ort	16164,178	15849,470	2042,047	3845,742	1,679	42,153	1,033	4,556	0,186	14,251	0,316	1,171	0,298	0,781	
	SD	17038,556	9457,609	1520,301	2641,483	0,276	29,885	0,105	0,364	0,020	3,215	0,213	0,186	0,052	0,154	
Solungaç	min	20748,187	5020,747	1291,863	2738,299	2,202	59,742	1,116	8,010	0,357	16,996	1,308	1,950	0,474	1,533	LDA
	mak	71200,000	18040,000	3816,667	12777,778	2,934	384,667	1,329	9,189	0,415	25,259	1,580	2,571	0,621	2,118	
	ort	45974,093	11530,373	2554,265	7758,039	2,568	222,205	1,222	8,599	0,386	21,127	1,444	2,261	0,548	1,825	
	SD	29128,368	7516,669	1457,696	5796,296	0,423	187,595	0,123	0,681	0,034	4,770	0,157	0,359	0,085	0,338	
Karaciğer	min	2424,809	5371,513	776,770	1775,592	3,454	61,904	1,999	5,480	0,495	32,228	0,706	4,070	0,538	2,048	0,017
	mak	29882,667	23160,000	3625,333	15333,333	4,602	221,180	2,370	6,290	0,570	60,316	0,751	5,366	0,702	2,818	0,028
	ort	16153,738	14265,756	2201,051	8554,463	4,028	141,542	2,184	5,885	0,533	46,272	0,728	4,718	0,620	2,433	0,022
	SD	15852,802	10270,188	1644,619	7827,566	0,663	91,958	0,214	0,468	0,043	16,217	0,026	0,749	0,095	0,445	0,006
Böbrek	min	7340,981	5700,185	863,087	1975,294	3,541	72,648	2,444	5,970	0,404	31,315	0,683	3,870	0,547	1,932	0,022
	mak	61133,333	20033,333	1892,000	13939,394	4,718	294,513	2,896	6,852	0,469	49,212	0,707	5,103	0,713	2,660	0,037
	ort	34237,157	12866,759	1377,543	7957,344	4,129	183,581	2,670	6,411	0,437	40,264	0,695	4,486	0,630	2,296	0,029
	SD	31057,029	8275,247	594,043	6907,476	0,679	128,094	0,261	0,509	0,037	10,333	0,014	0,712	0,096	0,421	0,009

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Çizelge 3.72 Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen *S. cii* türünün dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1700,646	8969,56	735,514	1291,090	0,395	33,240	0,809	1,547	0,051	7,654	0,260	0,328	0,115	0,159	LDA ^a
	mak	3331,461	10372,8	876,770	2149,435	1,759	38,365	1,471	7,963	0,239	10,710	0,537	1,219	0,287	0,781	
	ort	2571,86^a	9753,86^a	827,130^a	1716,4^a	0,972^a	35,766^a	1,18^a	4,607^a	0,112^a	8,821^a	0,393^a	0,661^a	0,170^a	0,378^a	
	SD	684,351	583,15	66,068	384,747	0,615	2,162	0,287	2,756	0,086	1,320	0,119	0,386	0,079	0,276	
Solungaç	min	33115,777	8351,43	1784,551	4341,521	0,983	173,768	1,956	2,946	0,102	11,725	1,107	1,556	0,222	0,399	LDA ^a
	mak	49417,536	9346,41	2120,854	6025,864	2,675	215,864	3,963	13,668	0,425	21,526	1,515	2,705	0,431	1,835	
	ort	40701,97^b	8883,91^a	1951,929^b	4958,6^b	1,794^b	188,88^{bc}	3,16^{ab}	7,487^{ab}	0,215^b	14,586^{ab}	1,409^b	2,146^b	0,311^a	0,873^b	
	SD	7559,976	504,017	154,547	755,987	0,699	18,959	0,884	4,611	0,143	4,649	0,201	0,471	0,092	0,656	
Karaciğer	min	1631,523	7946,01	981,677	2519,689	1,371	151,991	3,339	3,520	0,237	26,898	0,466	3,469	0,502	0,938	LDA
	mak	4277,386	9320,79	1753,467	4123,954	4,586	204,733	8,557	16,891	0,695	51,072	0,905	5,303	0,885	2,936	0,041
	ort	2931,15^a	8534,06^a	1316,132^c	3244,2^c	2,679^c	181,07^c	6,65^c	9,494^b	0,379^c	36,164^c	0,676^a	4,047^c	0,639^b	1,658^c	0,018^b
	SD	1153,999	598,931	334,011	661,333	1,367	23,390	2,326	5,586	0,212	10,459	0,186	0,857	0,170	0,913	0,021
Böbrek	min	3083,371	4322,91	638,285	1644,708	1,648	200,653	2,394	4,419	0,170	20,186	0,440	3,384	0,535	0,666	LDA
	mak	4669,226	6354,01	806,111	2448,368	4,701	255,208	6,112	20,110	0,629	29,249	0,875	4,939	0,892	2,770	0,038
	ort	3669,22^a	5573,28^b	695,602^a	2034,9^a	2,784^c	227,62^b	4,48^{bc}	11,627^c	0,322^c	23,225^b	0,647^a	3,922^c	0,650^b	1,429^c	0,016^b
	SD	710,012	910,11	78,888	387,525	1,391	22,285	1,541	6,549	0,208	4,159	0,181	0,696	0,164	0,954	0,019

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler dokular arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05)

Çizelge 3.73 Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen *C. tinca* türünün dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	1187,851	5683,428	493,165	1444,653	0,701	35,366	0,968	2,531	0,051	7,694	0,372	0,656	0,212	0,336	LDA ^a
	mak	33174,979	9439,428	1505,755	3277,004	2,003	106,044	2,768	5,075	0,451	18,307	1,832	2,333	0,608	1,461	
	ort	10070,04^a	7141,752^a	1064,32^a	2622,17^a	1,591^a	81,772^a	1,514^a	4,111^a	0,297^a	14,038^a	1,037^a	1,615^a	0,448^a	0,960^a	
	SD	15472,544	1707,026	474,224	848,192	0,602	31,629	0,542	1,118	0,183	5,118	0,631	0,721	0,170	0,486	
Solungaç	min	33174,979	5683,428	1505,755	3204,709	1,749	68,458	2,368	2,933	0,266	12,019	1,832	1,517	0,475	0,848	LDA ^a
	mak	53883,131	9749,760	2395,553	6038,443	2,741	120,003	5,181	23,954	0,514	18,628	2,964	3,279	0,522	1,787	
	ort	39934,93^b	7244,395^a	1976,64^b	4135,96^b	2,270^{ab}	97,174^b	3,507^b	9,670^b	0,407^b	13,793^a	2,580^b	2,514^{ab}	0,495^b	1,165^{ab}	
	SD	9679,846	1769,730	420,038	1292,322	0,439	21,655	1,198	9,729	0,104	3,229	0,509	0,734	0,019	0,429	
Karaciğer	min	1488,245	8650,511	1076,508	2574,881	1,908	64,059	8,432	3,837	0,420	18,307	1,209	1,952	0,608	1,288	LDA
	mak	4491,974	12416,218	1827,735	4417,951	3,930	129,000	13,341	28,451	0,666	29,715	1,743	4,231	0,718	2,342	0,025
	ort	2827,188^a	10222,31^a	1454,86^{ab}	3343^{ab}	3,080^b	99,757^b	10,097^c	11,812^b	0,563^b	24,497^b	1,466^c	3,444^b	0,669^c	1,854^b	0,012^b
	SD	1339,455	1625,069	310,464	776,276	0,961	26,889	2,304	11,455	0,103	4,886	0,252	1,032	0,048	0,558	0,014
Böbrek	min	3217,122	7423,336	493,165	1948,320	2,003	60,974	5,046	3,774	0,451	18,071	0,736	2,333	0,448	1,157	LDA
	mak	9125,171	9584,203	958,154	2897,850	4,127	122,907	7,270	26,011	0,751	30,107	1,544	4,359	0,550	2,240	0,026
	ort	5784,589^a	8228,977^a	703,63^a	2527,1^a	3,083^b	89,569^b	5,830^b	10,541^b	0,629^b	23,420^b	1,148^{ac}	3,601^b	0,503^b	1,696^b	0,012^b
	SD	2577,328	1000,585	221,489	409,724	1,083	25,553	0,989	10,416	0,127	5,081	0,331	0,885	0,046	0,601	0,014

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler dokular arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05)

Çizelge 3.74 Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen *B. oligolepis* türünün dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Kas	min	3256,986	9983,193	955,285	1805,594	0,386	40,629	0,466	0,608	0,051	9,175	0,260	0,276	0,161	0,184	LDA ^a
	mak	16164,17	15849,470	17007,44	3845,742	1,679	58,357	2,523	24,927	0,186	14,251	0,418	1,171	0,353	0,781	
	ort	7034,7^a	13172,7^a	5271,9^a	2511,45^a	1,042^a	45,66^a	1,306^a	8,192^a	0,100^a	12,072^a	0,327^a	0,687^a	0,255^a	0,374^a	
	SD	6121,591	2734,156	7838,652	908,567	0,677	8,482	0,870	11,272	0,059	2,123	0,066	0,371	0,087	0,277	
Solungaç	min	39994,147	7265,021	1485,579	3346,266	0,939	93,147	0,773	0,589	0,167	14,549	1,362	0,657	0,373	0,360	LDA ^a
	mak	78261,46	11530,373	12288,63	8340,869	2,568	222,205	7,194	33,853	0,386	25,501	2,028	2,261	0,653	1,825	
	ort	52654,1^b	9398,4^a	4644,2^a	5725,6^b	1,788^b	167,35^b	2,750^b	12,307^b	0,252^{ab}	21,088^a	1,625^b	1,583^a	0,540^b	0,959^b	
	SD	17319,681	2409,858	5116,06	2694,255	0,773	62,275	2,993	14,751	0,095	4,711	0,298	0,672	0,120	0,619	
Karaciğer	min	1578,147	7440,035	779,845	2375,355	1,681	115,992	0,884	0,674	0,268	32,060	0,728	3,275	0,410	0,758	LDA
	mak	16153,73	14265,756	14732,43	8554,463	4,028	159,381	5,271	27,419	0,533	46,272	1,291	4,718	0,620	2,433	0,022
	ort	6173,4^a	10793,9^a	4631,9^a	4223,94^b	2,711^c	138,29^b	2,686^b	8,968^a	0,359^b	38,140^b	0,962^c	3,796^b	0,524^b	1,619^c	0,010^b
	SD	6753,303	2837,483	6766,14	2904,793	1,172	17,858	1,849	12,500	0,119	5,953	0,237	0,636	0,088	0,697	0,012
Böbrek	min	3110,571	6578,156	480,538	2096,148	1,024	98,906	1,345	0,503	0,218	25,402	0,561	3,211	0,404	0,636	LDA
	mak	34237,15	12866,759	12699,9	7957,344	4,129	212,888	7,789	30,213	0,437	40,264	0,753	4,486	0,630	2,296	0,029
	ort	13151,7^a	9648,9^a	3827,7^a	4021,5^b	2,636^c	163,97^b	3,782^c	9,710^a	0,293^{ab}	32,113^b	0,670^{ac}	3,618^b	0,503^b	1,467^c	0,013^b
	SD	14301,14	2785,979	5926,6	2663,29	1,444	48,383	2,795	13,905	0,099	6,314	0,080	0,594	0,096	0,709	0,016

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler dokular arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05)

Çizelge 3.75 Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların kas dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
<i>S. cii</i>	min	1700,646	8969,56	735,514	1291,090	0,395	33,240	0,809	1,547	0,051	7,654	0,260	0,328	0,115	0,159	LDA ^a
	mak	3331,461	10372,8	876,770	2149,435	1,759	38,365	1,471	7,963	0,239	10,710	0,537	1,219	0,287	0,781	
	ort	2571,86^a	9753,86^{ab}	827,130^a	1716,4^a	0,972^a	35,766^a	1,18^a	4,607^a	0,112^a	8,821^a	0,393^a	0,661^a	0,170^a	0,378^a	
	SD	684,351	583,15	66,068	384,747	0,615	2,162	0,287	2,756	0,086	1,320	0,119	0,386	0,079	0,276	
<i>C. tinca</i>	min	1187,851	5683,428	493,165	1444,653	0,701	35,366	0,968	2,531	0,051	7,694	0,372	0,656	0,212	0,336	LDA ^a
	mak	33174,979	9439,428	1505,755	3277,004	2,003	106,044	2,768	5,075	0,451	18,307	1,832	2,333	0,608	1,461	
	ort	10070,04^b	7141,752^a	1064,32^a	2622,17^a	1,591^a	81,772^b	1,514^b	4,111^a	0,297^a	14,038^b	1,037^b	1,615^b	0,448^b	0,960^b	
	SD	15472,544	1707,026	474,224	848,192	0,602	31,629	0,542	1,118	0,183	5,118	0,631	0,721	0,170	0,486	
<i>B. oligolepis</i>	min	3256,986	9983,193	955,285	1805,594	0,386	40,629	0,466	0,608	0,051	9,175	0,260	0,276	0,161	0,184	LDA ^a
	mak	16164,17	15849,470	17007,44	3845,742	1,679	58,357	2,523	24,927	0,186	14,251	0,418	1,171	0,353	0,781	
	ort	7034,7^b	13172,7^b	5271,9^b	2511,45^a	1,042^a	45,66^a	1,306^a	8,192^b	0,100^a	12,072^b	0,327^a	0,687^a	0,255^{ab}	0,374^a	
	SD	6121,591	2734,156	7838,652	908,567	0,677	8,482	0,870	11,272	0,059	2,123	0,066	0,371	0,087	0,277	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler balık türleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05)

Çizelge 3.76 Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların solungaç dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														Hg
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	
<i>S. cii</i>	min	33115,777	8351,43	1784,551	4341,521	0,983	173,768	1,956	2,946	0,102	11,725	1,107	1,556	0,222	0,399	LDA ^a
	mak	49417,536	9346,41	2120,854	6025,864	2,675	215,864	3,963	13,668	0,425	21,526	1,515	2,705	0,431	1,835	
	ort	40701,97^a	8883,91^a	1951,929^a	4958,6^a	1,794^a	188,88^a	3,16^a	7,487^a	0,215^a	14,586^a	1,409^a	2,146^a	0,311^a	0,873^a	
	SD	7559,976	504,017	154,547	755,987	0,699	18,959	0,884	4,611	0,143	4,649	0,201	0,471	0,092	0,656	
<i>C. tinca</i>	min	33174,979	5683,428	1505,755	3204,709	1,749	68,458	2,368	2,933	0,266	12,019	1,832	1,517	0,475	0,848	LDA ^a
	mak	53883,131	9749,760	2395,553	6038,443	2,741	120,003	5,181	23,954	0,514	18,628	2,964	3,279	0,522	1,787	
	ort	39934,93^a	7244,395^a	1976,64^a	4135,96^a	2,270^a	97,174^b	3,507^a	9,670^{ab}	0,407^b	13,793^a	2,580^b	2,514^a	0,495^b	1,165^a	
	SD	9679,846	1769,730	420,038	1292,322	0,439	21,655	1,198	9,729	0,104	3,229	0,509	0,734	0,019	0,429	
<i>B. oligolepis</i>	min	39994,147	7265,021	1485,579	3346,266	0,939	93,147	0,773	0,589	0,167	14,549	1,362	0,657	0,373	0,360	LDA ^a
	mak	78261,46	11530,373	12288,63	8340,869	2,568	222,205	7,194	33,853	0,386	25,501	2,028	2,261	0,653	1,825	
	ort	52654,1^a	9398,4^a	4644,2^b	5725,6^a	1,788^a	167,35^{ab}	2,750^a	12,307^b	0,252^a	21,088^b	1,625^a	1,583^b	0,540^b	0,959^a	
	SD	17319,681	2409,858	5116,06	2694,255	0,773	62,275	2,993	14,751	0,095	4,711	0,298	0,672	0,120	0,619	

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler balık türleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir (p < 0,05)

Çizelge 3.77 Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların karaciğer dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
<i>S. cii</i>	min	1631,523	7946,01	981,677	2519,689	1,371	151,991	3,339	3,520	0,237	26,898	0,466	3,469	0,502	0,938	LDA
	mak	4277,386	9320,79	1753,467	4123,954	4,586	204,733	8,557	16,891	0,695	51,072	0,905	5,303	0,885	2,936	0,041
	ort	2931,15^a	8534,06^a	1316,132^a	3244,2^a	2,679^a	181,07^a	6,65^{ab}	9,494^a	0,379^a	36,164^a	0,676^a	4,047^a	0,639^a	1,658^a	0,018^a
	SD	1153,999	598,931	334,011	661,333	1,367	23,390	2,326	5,586	0,212	10,459	0,186	0,857	0,170	0,913	0,021
<i>C. tinca</i>	min	1488,245	8650,511	1076,508	2574,881	1,908	64,059	8,432	3,837	0,420	18,307	1,209	1,952	0,608	1,288	LDA
	mak	4491,974	12416,218	1827,735	4417,951	3,930	129,000	13,341	28,451	0,666	29,715	1,743	4,231	0,718	2,342	0,025
	ort	2827,188^a	10222,31^a	1454,86^a	3343^a	3,080^a	99,757^b	10,097^a	11,812^a	0,563^b	24,497^b	1,466^b	3,444^a	0,669^a	1,854^a	0,012^b
	SD	1339,455	1625,069	310,464	776,276	0,961	26,889	2,304	11,455	0,103	4,886	0,252	1,032	0,048	0,558	0,014
<i>B. oligolepis</i>	min	1578,147	7440,035	779,845	2375,355	1,681	115,992	0,884	0,674	0,268	32,060	0,728	3,275	0,410	0,758	LDA
	mak	16153,73	14265,756	14732,43	8554,463	4,028	159,381	5,271	27,419	0,533	46,272	1,291	4,718	0,620	2,433	0,022
	ort	6173,4^b	10793,9^a	4631,9^b	4223,94^a	2,711^a	138,29^{ab}	2,686^b	8,968^a	0,359^a	38,140^a	0,962^a	3,796^a	0,524^a	1,619^a	0,010^b
	SD	6753,303	2837,483	6766,14	2904,793	1,172	17,858	1,849	12,500	0,119	5,953	0,237	0,636	0,088	0,697	0,012

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler balık türleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$)**Çizelge 3.78** Emet Çayı Havzasından tüm mevsim ve istasyonlardan temin edilen balıkların böbrek dokularında tespit edilen ortalama element seviyeleri.

Dokular		Elementler (mg/kg)														
		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
<i>S. cii</i>	min	3083,371	4322,91	638,285	1644,708	1,648	200,653	2,394	4,419	0,170	20,186	0,440	3,384	0,535	0,666	LDA
	mak	4669,226	6354,01	806,111	2448,368	4,701	255,208	6,112	20,110	0,629	29,249	0,875	4,939	0,892	2,770	0,038
	ort	3669,22^a	5573,28^a	695,602^a	2034,9^a	2,784^a	227,62^a	4,48^a	11,627^a	0,322^a	23,225^a	0,647^a	3,922^a	0,650^a	1,429^a	0,016^a
	SD	710,012	910,11	78,888	387,525	1,391	22,285	1,541	6,549	0,208	4,159	0,181	0,696	0,164	0,954	0,019
<i>C. tinca</i>	min	3217,122	7423,336	493,165	1948,320	2,003	60,974	5,046	3,774	0,451	18,071	0,736	2,333	0,448	1,157	LDA
	mak	9125,171	9584,203	958,154	2897,850	4,127	122,907	7,270	26,011	0,751	30,107	1,544	4,359	0,550	2,240	0,026
	ort	5784,589^a	8228,977^{ab}	703,63^a	2527,1^{ab}	3,083^a	89,569^b	5,830^a	10,541^a	0,629^b	23,420^a	1,148^b	3,601^a	0,503^a	1,696^a	0,012^a
	SD	2577,328	1000,585	221,489	409,724	1,083	25,553	0,989	10,416	0,127	5,081	0,331	0,885	0,046	0,601	0,014
<i>B. oligolepis</i>	min	3110,571	6578,156	480,538	2096,148	1,024	98,906	1,345	0,503	0,218	25,402	0,561	3,211	0,404	0,636	LDA
	mak	34237,15	12866,759	12699,9	7957,344	4,129	212,888	7,789	30,213	0,437	40,264	0,753	4,486	0,630	2,296	0,029
	ort	13151,7^b	9648,9^b	3827,7^b	4021,5^b	2,636^a	163,97^a	3,782^a	9,710^a	0,293^a	32,113^b	0,670^a	3,618^a	0,503^a	1,467^a	0,013^a
	SD	14301,14	2785,979	5926,6	2663,29	1,444	48,383	2,795	13,905	0,099	6,314	0,080	0,594	0,096	0,709	0,016

LDA: limit değerin altında; min: minimum; mak: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma

Aynı sütundaki farklı harfler balık türleri arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmektedir ($p < 0,05$)

Emet Çayı Havzası'nda biyotik öge olarak seçilen, farklı istasyon (E2, E4, E7 ve E8) ve mevsimlerde temin edilen üç tür balığın (*S. cii*, *C. tinca* ve *B. oligolepis*) kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen element seviyelerinin, genel olarak önemli mevsimsel ve istasyonel farklar gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca aynı balık türlerinin farklı dokularındaki ve aynı dokuların farklı balık türlerindeki element birikim seviyelerinin de önemli farklar sergilediği ve verilere uygulanan One Way Anova Testi sonuçlarına göre bu farkların istatistiki olarak ta anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

S. cii türünün kas dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $K > Ca > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Ni > Pb > Mn > Cr > Ag > Cd > Hg$; solungaç dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $Ca > K > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Pb > Ni > Mn > Cr > Ag > Cd > Hg$; karaciğer dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $K > Na > Ca > Mg > Zn > Cu > B > As > Pb > Ni > Cr > Mn > Ag > Cd > Hg$; böbrek dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması ise, $K > Ca > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Pb > Ni > Cr > Ag > Mn > Cd > Hg$ şeklindedir.

C. tinca türünün kas dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $Ca > K > Na > Mg > Zn > Cu > B > Pb > Ni > As > Mn > Cr > Ag > Cd > Hg$; solungaç dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $Ca > K > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Mn > Pb > Ni > Cr > Ag > Cd > Hg$; karaciğer dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $K > Na > Ca > Mg > Zn > Cu > B > As > Pb > Ni > Cr > Mn > Ag > Cd > Hg$; böbrek dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması ise, $K > Ca > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Pb > Ni > Cr > Mn > Cd > Ag > Hg$ şeklindedir.

B. oligolepis türünün kas dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $K > Ca > Mg > Na > Zn > Cu > B > As > Ni > Pb > Cr > Mn > Ag > Cd > Hg$; solungaç dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $Ca > K > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Ni > Mn > Pb > Cr > Ag > Cd > Hg$; karaciğer dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması, $K > Ca > Mg > Na > Zn > Cu > B > Pb > Ni > As > Cr > Mn > Ag > Cd > Hg$; böbrek dokularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit

edilen ortalama element biyoakümülyasyon sıralaması ise, Ca > K > Na > Mg > Zn > Cu > B > As > Pb > Ni > Cr > Mn > Ag > Cd > Hg şeklindedir.

Çalışmamızda tespit edilen tüm makro ve mikro elementlerin balık türlerine göre dokulardaki biyoakümülyasyon sıralamaları Çizelge 3.79.'da, dokulara göre balık türlerindeki biyoakümülyasyon sıralamaları ise Çizelge 3.80'de verilmiştir.

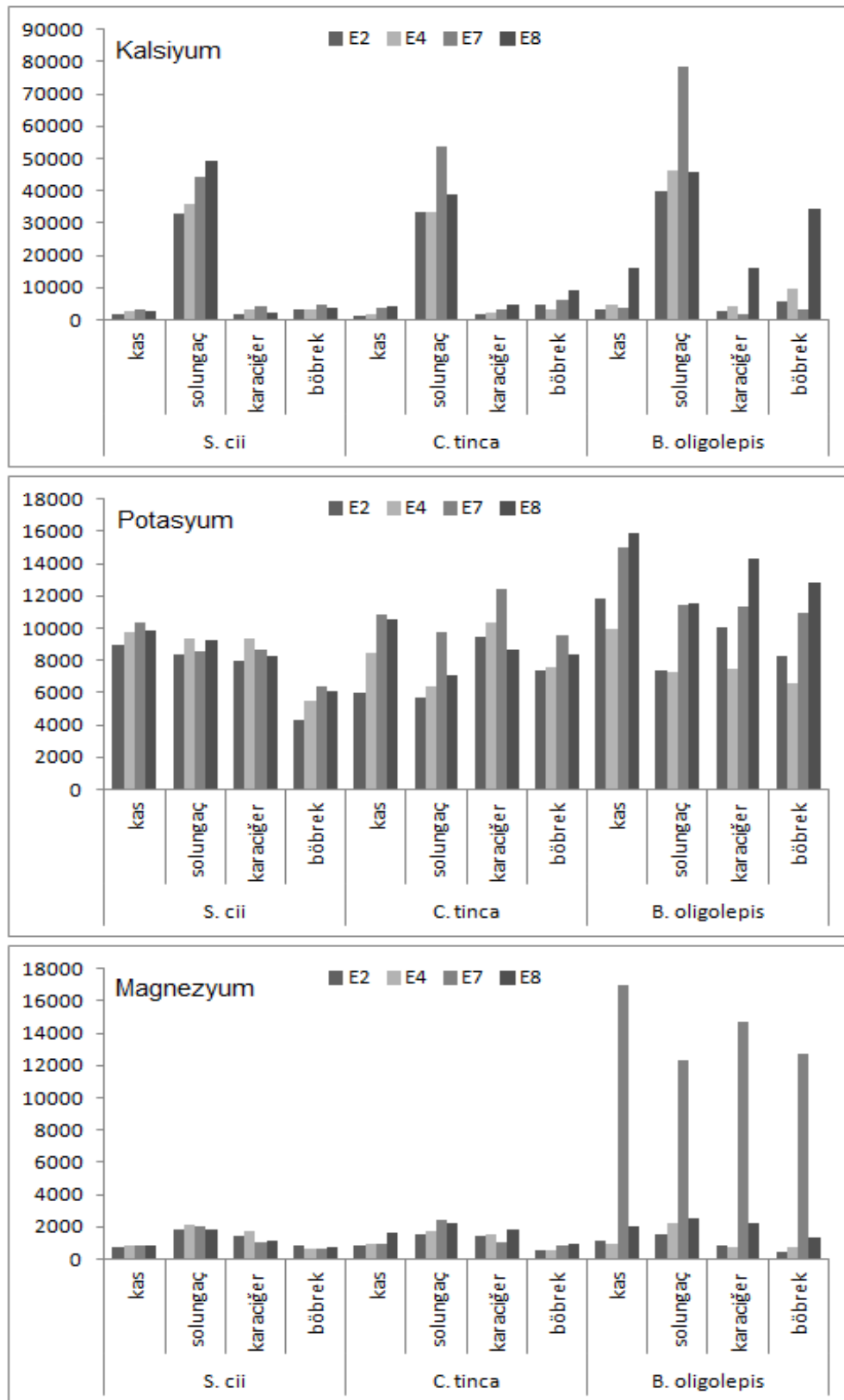
Çizelge 3.79 Emet Çayı Havzasından yakalanan balık türlerine ve elementlere göre dokular arasındaki biyoakümülyasyon sıralamaları.

Elementler	Balık Türleri	Dokular
Ca	<i>S. ciı</i>	Solungaç > Böbrek > Karaciğer > Kas
	<i>C. tinca</i>	Solungaç > Kas > Böbrek > Karaciğer
	<i>B. oligolepis</i>	Solungaç > Böbrek > Kas > Karaciğer
K	<i>S. ciı</i>	Kas > Solungaç > Karaciğer > Böbrek
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Kas > Karaciğer > Böbrek > Solungaç
Mg	<i>S. ciı</i>	Solungaç > Karaciğer > Kas > Böbrek
	<i>C. tinca</i>	Solungaç > Karaciğer > Kas > Böbrek
	<i>B. oligolepis</i>	Kas > Solungaç > Karaciğer > Böbrek
Na	<i>S. ciı</i>	Solungaç > Karaciğer > Böbrek > Kas
	<i>C. tinca</i>	Solungaç > Karaciğer > Kas > Böbrek
	<i>B. oligolepis</i>	Solungaç > Karaciğer > Böbrek > Kas
Ni	<i>S. ciı</i>	Böbrek > Karaciğer > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Böbrek > Karaciğer > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
Zn	<i>S. ciı</i>	Böbrek > Solungaç > Karaciğer > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Solungaç > Böbrek > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Solungaç > Böbrek > Karaciğer > Kas
As	<i>S. ciı</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Böbrek > Solungaç > Karaciğer > Kas
B	<i>S. ciı</i>	Böbrek > Karaciğer > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Solungaç > Böbrek > Karaciğer > Kas
Cd	<i>S. ciı</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Böbrek > Karaciğer > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
Cu	<i>S. ciı</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Kas > Solungaç
	<i>B. oligolepis</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
Mn	<i>S. ciı</i>	Solungaç > Karaciğer > Böbrek > Kas
	<i>C. tinca</i>	Solungaç > Karaciğer > Böbrek > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Solungaç > Karaciğer > Böbrek > Kas
Pb	<i>S. ciı</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
Ag	<i>S. ciı</i>	Böbrek > Karaciğer > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Karaciğer > Solungaç > Böbrek > Kas
Cr	<i>S. ciı</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç > Kas
Hg	<i>S. ciı</i>	Karaciğer > Böbrek > Solungaç = Kas
	<i>C. tinca</i>	Karaciğer = Böbrek > Solungaç = Kas
	<i>B. oligolepis</i>	Böbrek > Karaciğer > Solungaç = Kas

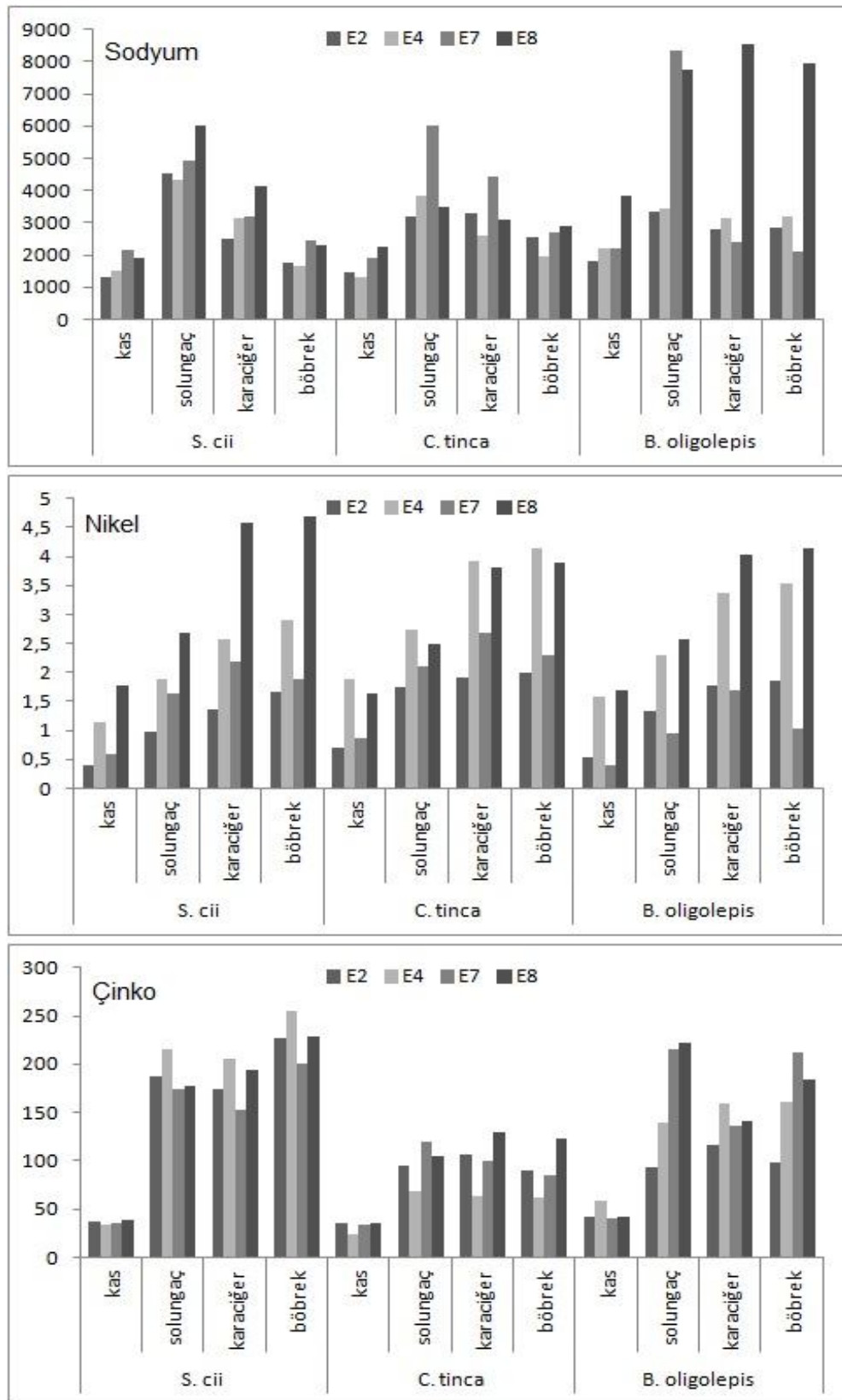
S. cii, *C. tinca* ve *B. oligolepis* örneklerinin kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen element biyoakümülyasyonlarının istasyonlara göre yıllık ortalama verileri Şekil 3.5 (Ca, K ve Mg için), Şekil 3.6. (Na, Ni ve Zn için), Şkil 3.7. (As, B ve Cd için), Şekil 3.8. (Cu, Mn ve Pb için) ve Şekil 3.9.'da (Ag, Cr ve Hg için) verilmiştir.

Çizelge 3.80 Emet Çayı Havzasından yakalanan balıkların dokulara ve elementlere göre türler arasındaki biyoakümülyasyon sıralamaları

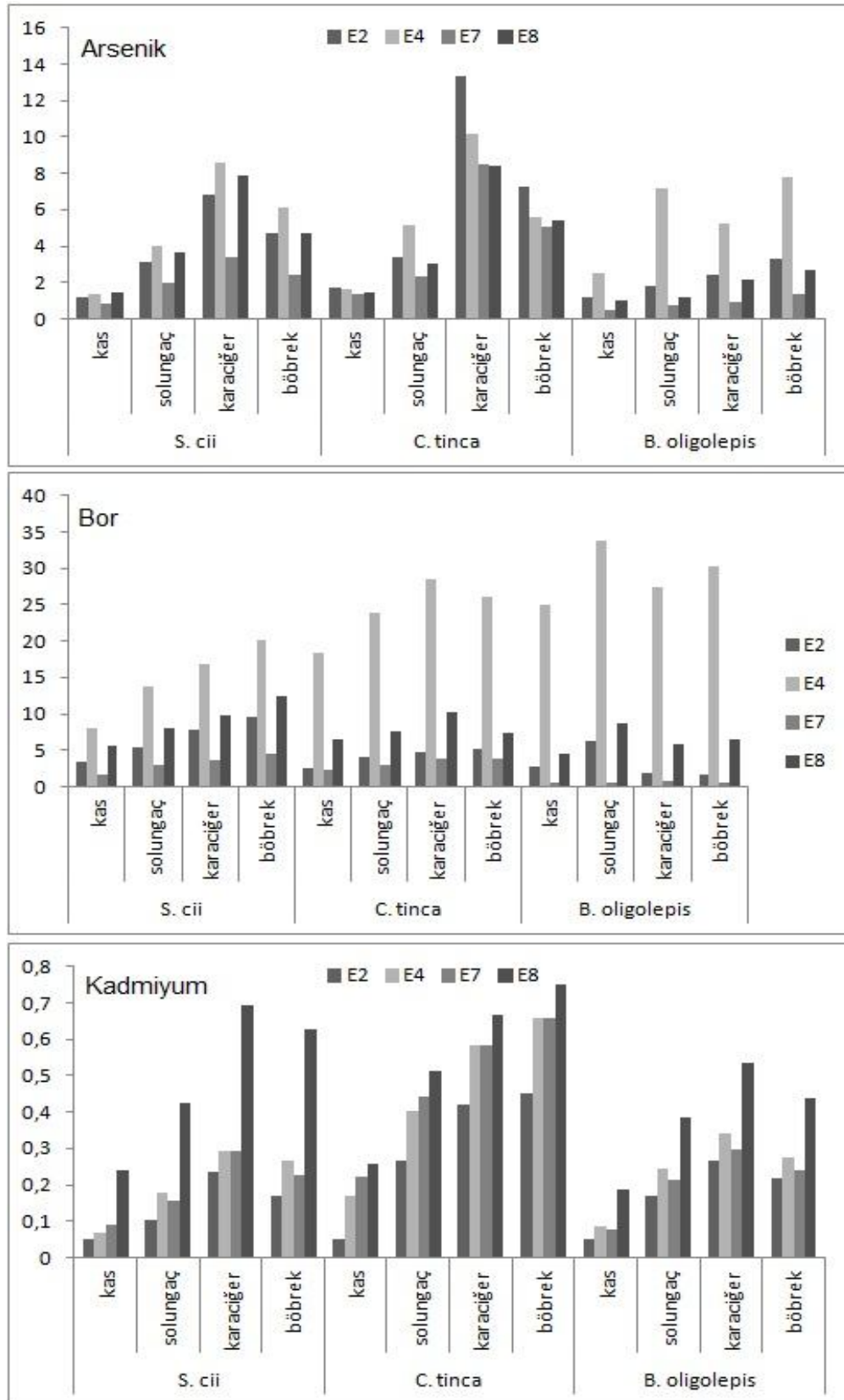
Elementler	Dokular	Balık Türleri	Elementler	Dokular	Balık Türleri
Ca	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>	Cd	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>		Solungaç	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Karaciğer	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>		Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>		Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
K	Kas	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>	Cu	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>		Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>
	Karaciğer	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>		Karaciğer	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>
	Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>		Böbrek	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>
Mg	Kas	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>	Mn	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>		Solungaç	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Karaciğer	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>		Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Böbrek	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>		Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
Na	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>	Pb	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>		Solungaç	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Karaciğer	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>		Karaciğer	<i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i>
	Böbrek	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>		Böbrek	<i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i>
Ni	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>	Ag	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Solungaç	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>		Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>
	Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>		Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>		Böbrek	<i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i>
Zn	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>	Cr	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Solungaç	<i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i>		Solungaç	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
	Karaciğer	<i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i>		Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Böbrek	<i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i>		Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>
As	Kas	<i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i>	Hg	Kas	<i>S. cii</i> = <i>C. tinca</i> = <i>B. oligolepis</i>
	Solungaç	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>		Solungaç	<i>S. cii</i> = <i>C. tinca</i> = <i>B. oligolepis</i>
	Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>		Karaciğer	<i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i>
	Böbrek	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>		Böbrek	<i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i>
B	Kas	<i>B. oligolepis</i> > <i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i>			
	Solungaç	<i>B. oligolepis</i> > <i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i>			
	Karaciğer	<i>C. tinca</i> > <i>S. cii</i> > <i>B. oligolepis</i>			
	Böbrek	<i>S. cii</i> > <i>C. tinca</i> > <i>B. oligolepis</i>			



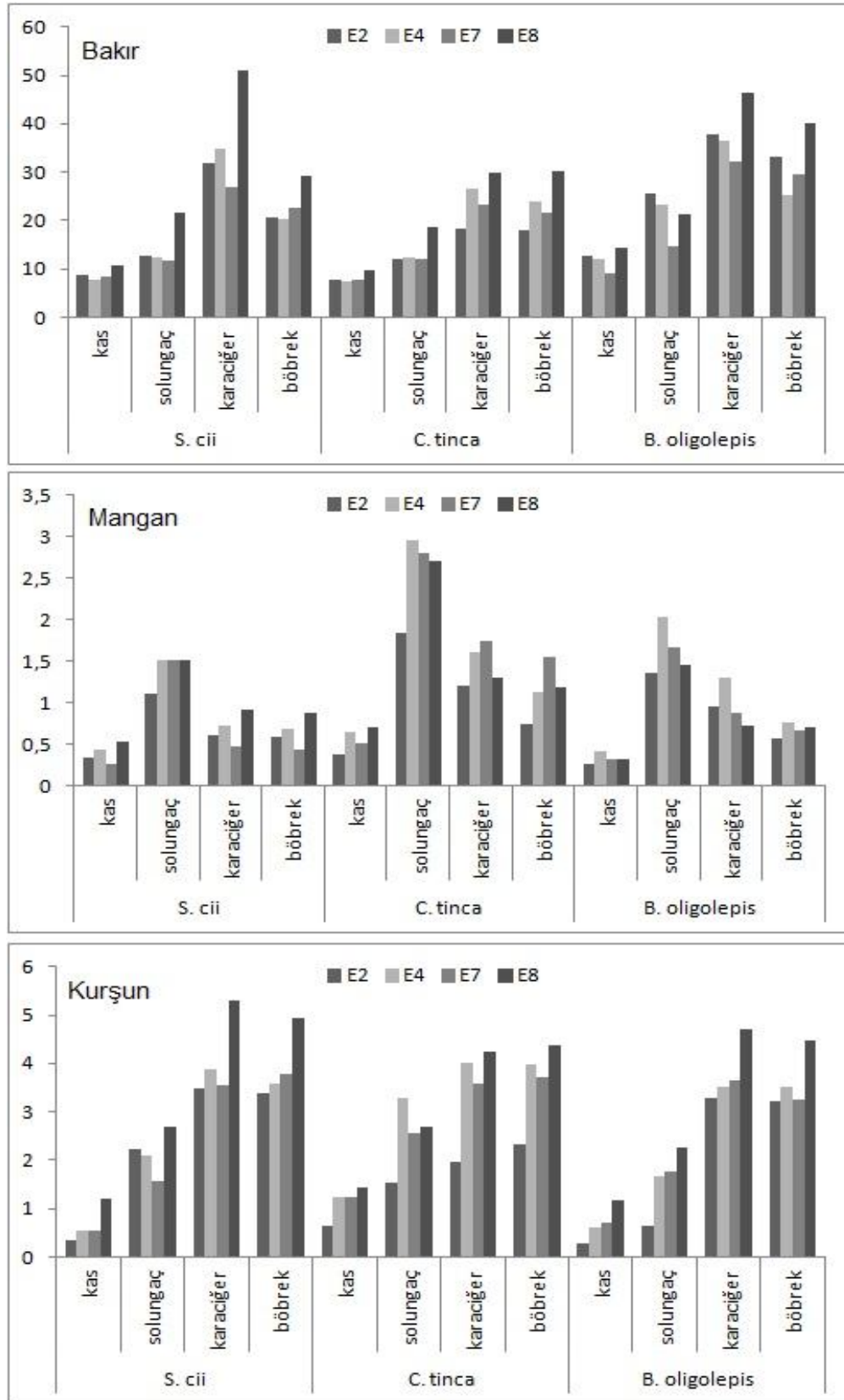
Şekil 3.5 Balık dokularındaki istasyonel Ca, K ve Mg biyoakümülyasyonları (mg/kg).



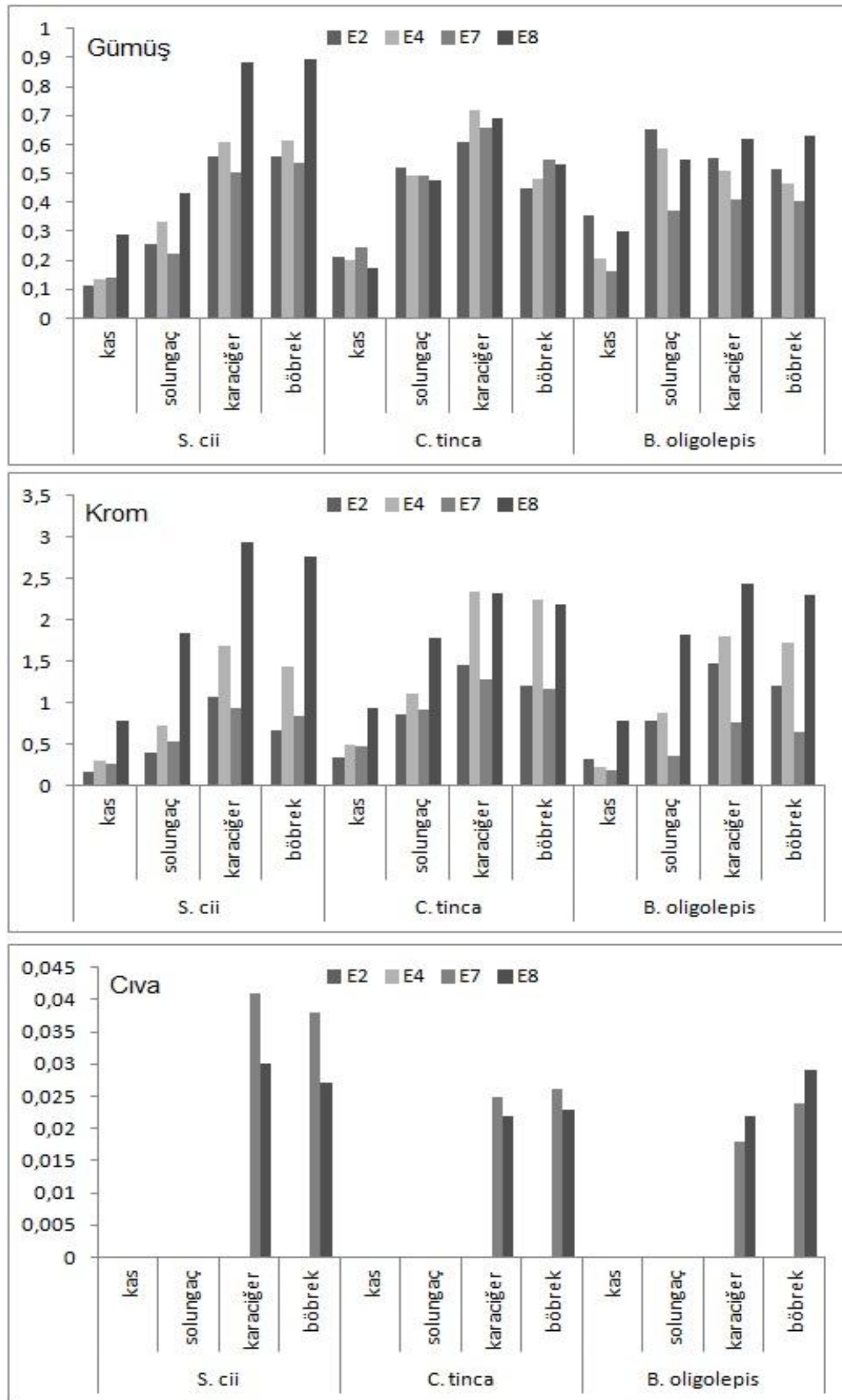
Şekil 3.6 Balık dokularındaki istasyonel Na, Ni ve Zn biyoakümülyasyonları (mg/kg).



Şekil 3.7 Balık dokularındaki istasyonel As, B ve Cd biyoakümülyasyonları (mg/kg).



Şekil 3.8 Balık dokularındaki istasyonel Cu, Mn ve Pb biyoakümülyasyonları (mg/kg).



Şekil 3.9 Balık dokularındaki istasyonel Ag, Cr ve Hg biyoakümülyasyonları (mg/kg).

Çalışmamızda elde dilden verilere göre, kalsiyum, sodyum ve mangan biyoakümüülasyonunda üç balık türünde de, magnezyum biyoakümüülasyonlarında ise *B. oligolepis* türü hariç diğer iki balık türünde çalışılan dokular arasında en aktif dokunun solungaç dokusu olduğu tespit edilmiştir. Özellikle kalsiyum ve mangan biyoakümüülasyonlarının solungaç dokularında diğer dokulardan çok daha fazla olduğu ve mevcut farkın üç balık türünde de istatistiki olarak ta önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca istatistiki bir fark tespit edilememesine rağmen *S. cii* ve *B. oligolepis* örneklerinde en yüksek potasyum biyoakümüülasyonları kas dokularında tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Üç balık türünde de en düşük çinko ve bor biyoakümüülasyonları kas dokularında, en yüksek çinko ve bor biyoakümüülasyonları ise farklı türlerde farklı dokularda tespit edilmiştir. Ayrıca bakır, kurşun ve krom biyoakümüülasyonunda üç balık türünde de karaciğer dokularının daha aktif olduğu, *S. cii* ve *B. oligolepis* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen kurşun ve krom birikimlerinin ve üç balık türünde de karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen bakır birikimlerinin kas ve solungaç dokularında belirlenen seviyelerden istatistiki olarak ta daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. *C. tinca* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularında belirlenen kurşun ve krom seviyelerinin kas dokusundaki kurşun ve krom seviyelerinden istatistiki olarak yüksek olduğu, solungaç biyoakümüülasyonlarından ise yüksek olmasına rağmen aralarındaki farkın istatistiki önem taşımadığı tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çalışmamız süresince Emet Çayı Havzası'ndan temin edilen üç balık türünün de kas ve solungaç dokularında tespit edilen cıva biyoakümüülasyonları limit değerlerin altındadır ve balık dokularındaki nikel, arsenik, kadmiyum, gümüş ve cıva birikimlerinin metabolik olarak aktif olan karaciğer ve böbrek dokularında solungaç ve kas dokularındaki birikimlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

B. oligolepis örneklerinde tespit edilen, böbrek dokusu hariç tüm dokulardaki potasyum biyoakümüülasyonları, kas dokusu hariç tüm dokulardaki sodyum ve bakır biyoakümüülasyonları ve tüm dokulardaki magnezyum biyoakümüülasyonları diğer balık türlerinde tespit edilen seviyelerin üzerindedir. Ayrıca *B. oligolepis* örneklerinin solungaç ve böbrek dokularındaki bakır seviyeleri ve tüm dokularda tespit edilen magnezyum seviyeleri diğer iki balık türünde tespit edilen seviyelerden; kas dokusundaki potasyum ve karaciğer dokusundaki bakır içeriği *C. tinca* örneklerinde; böbrek dokusundaki potasyum ve sodyum içeriği ise *S. cii* örneklerinden istatistiki olarak ta önemli ölçüde fazladır ($p<0,05$).

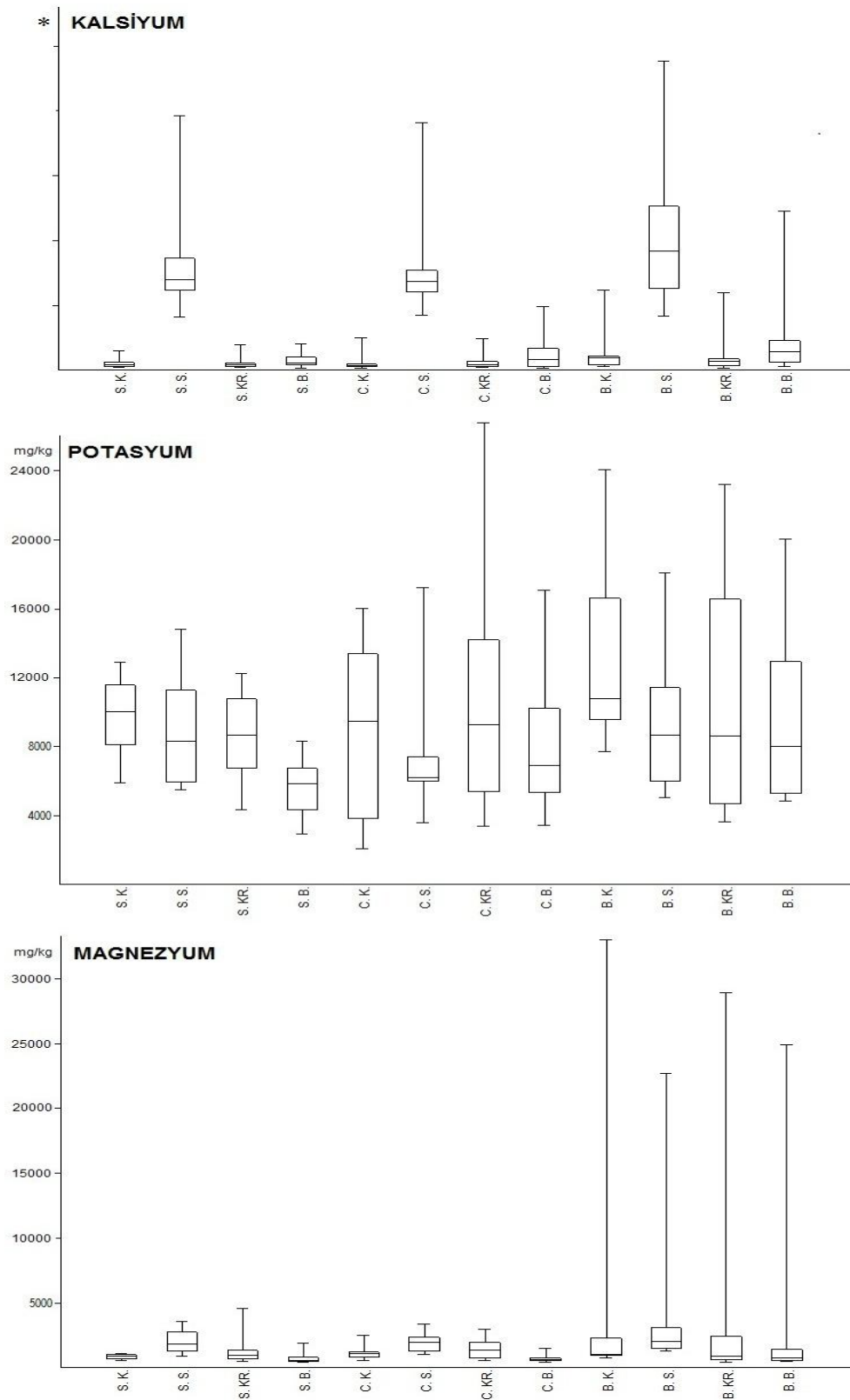
C. tinca örneklerinin tüm dokularında tespit edilen nikel, arsenik, kadmiyum, mangan ve krom biyoakümüülasyon seviyeleri diğer iki balık türünden fazladır. Ayrıca *C. tinca*

örneklerinin tüm dokularda belirlenen mangan konsantrasyonları; kas dokularında belirlenen arsenik ve krom konsantrasyonları; solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında belirlenen kadmiyum konsantrasyonları diğer iki balık türünden ve karaciğer dokularında tespit edilen arsenik konsantrasyonları ise *B. oligolepis* örneklerinden istatistiki olarak ta fazladır ($p<0,05$).

S. cii örneklerinin kas dokuları hariç diğer dokularında tespit edilen çinko seviyeleri ile karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen kurşun ve cıva seviyeleri diğer iki balık türünde tespit edilen seviyelerden fazladır. *S. cii* örneklerinin solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında belirlenen çinko biyoakümülyasyonlarının *C. tinca* örneklerinden; karaciğer dokularında belirlenen cıva biyoakümülyasyonlarının ise diğer iki balık türünden de istatistiki olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

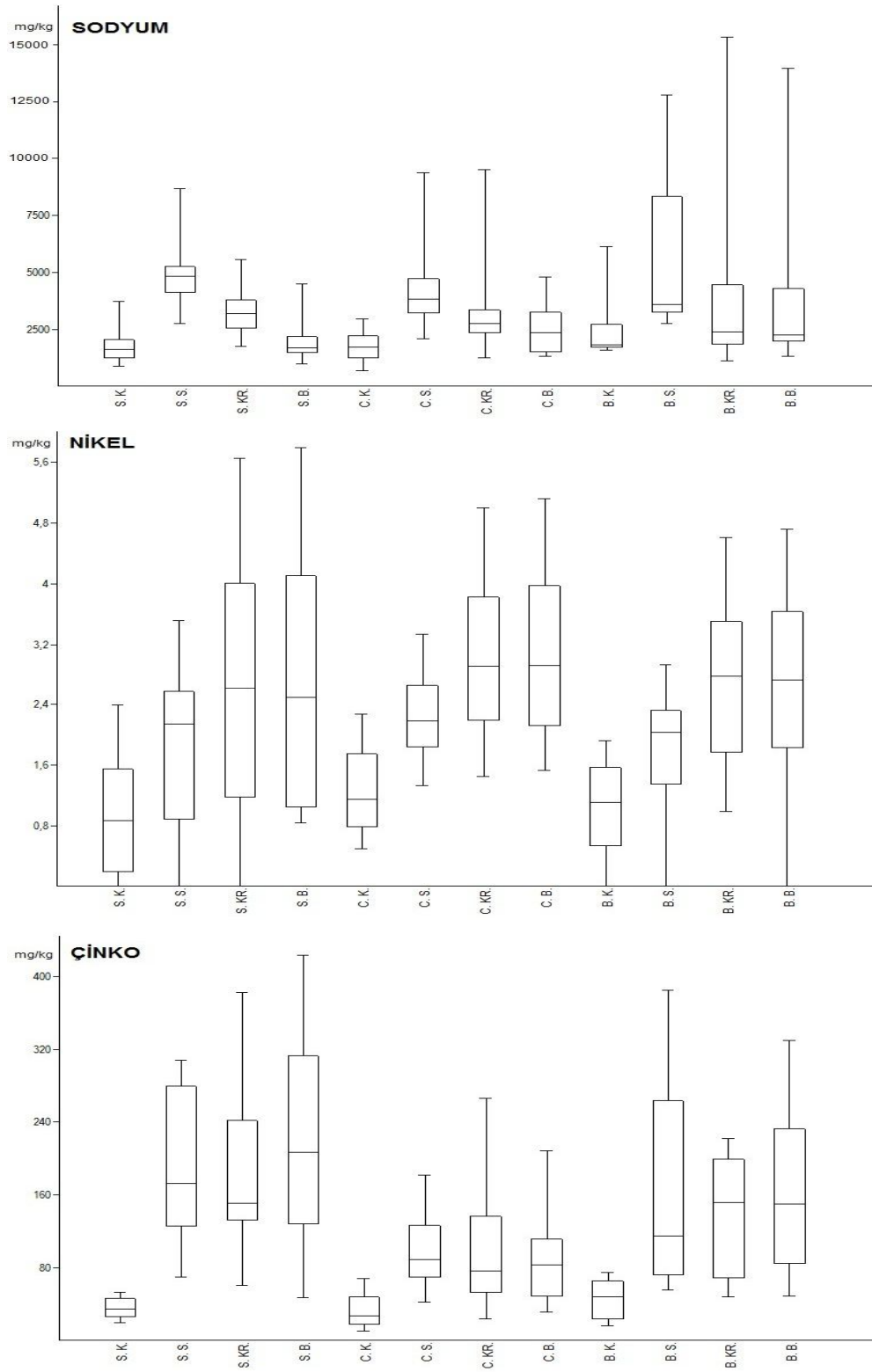
Kas ve böbrek dokularında tespit edilen en yüksek kalsiyum birikimleri *C. tinca* örneklerinde, solungaç ve karaciğer dokularında tespit edilen en yüksek kalsiyum birikimleri ise *B. oligolepis* örneklerinde gözlenmiştir. Karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen en düşük, kas ve solungaç dokularında ise tespit edilen en yüksek bor biyoakümülyasyonları *B. oligolepis* örneklerinde gözlenmiştir. Karaciğer ve böbrek dokularındaki gümüş birikimleri açısından üç balık türü arasında istatistiki bir fark tespit edilememişken, kas dokularındaki gümüş birikimleri açısından *C. tinca* örnekleri ile *S. cii* örnekleri arasında ve solungaç dokularındaki gümüş birikimleri açısından *S. cii* örnekleri ile *C. tinca* ve *B. oligolepis* örnekleri arasında istatistiki olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Balık türlerine ve dokulara göre element biyoakümülyasyonlarını ve birikim seviyelerindeki sapmaların daha kolay, anlaşılır ve görsel olarak ifade edilmesi için, üç tür balığın kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen element seviyeleri kullanılarak yapılan Box Plot Sapma Diyagramları kullanılmıştır ve Şekil 3.10. (Ca, K ve Mg için), Şekil 3.11. (Na, N, ve Zn için), Şekil 3.12. (As, B ve Cd için), Şekil 3.13. (Cu, Mn ve Pb için) ve Şekil 3.14. (Ag, Cr ve Hg için)'te verilmiştir. Box Plot Sapma Diyagramları'nda sırasıyla kullanılan veri setleri; en küçük gözlem değeri (minimum), birinci dörttebirlik (ilk %25'in ortalaması, Q1); ikinci dörttebirlik ya da median (ilk %50'nin ortalaması, Q2), üçüncü dörttebirlik (ilk %75'in ortalaması, Q3) ve en büyük gözlem değeridir (maksimum).



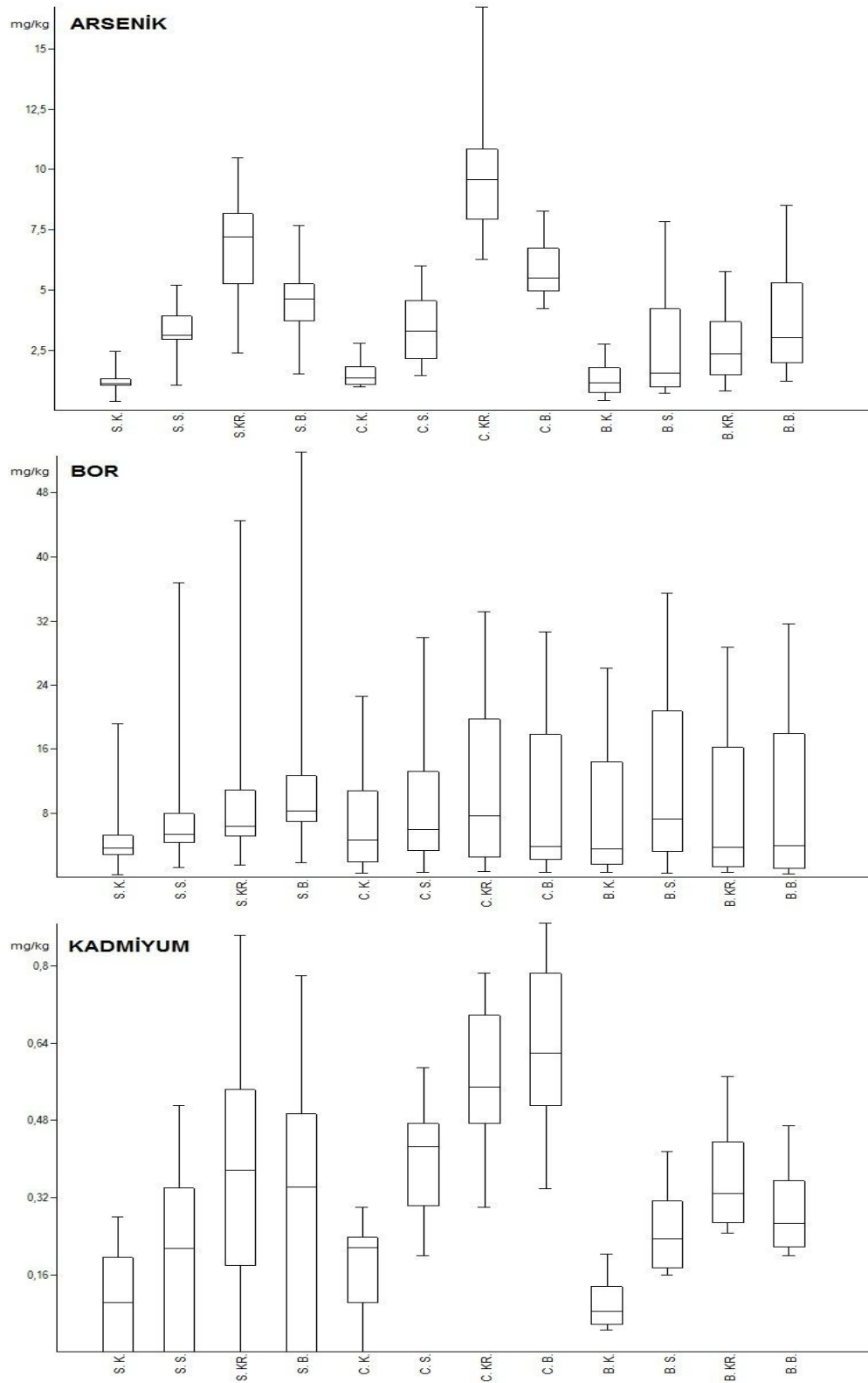
S: *S. ci*, C: *C. tinca*, B: *B. oligolepis*, K: Kas, S: Solungaç, KR: Karaciğer, B: Böbrek, *: Skala değerinin üzerinde

Şekil 3.10 Ca, K ve Mg biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.



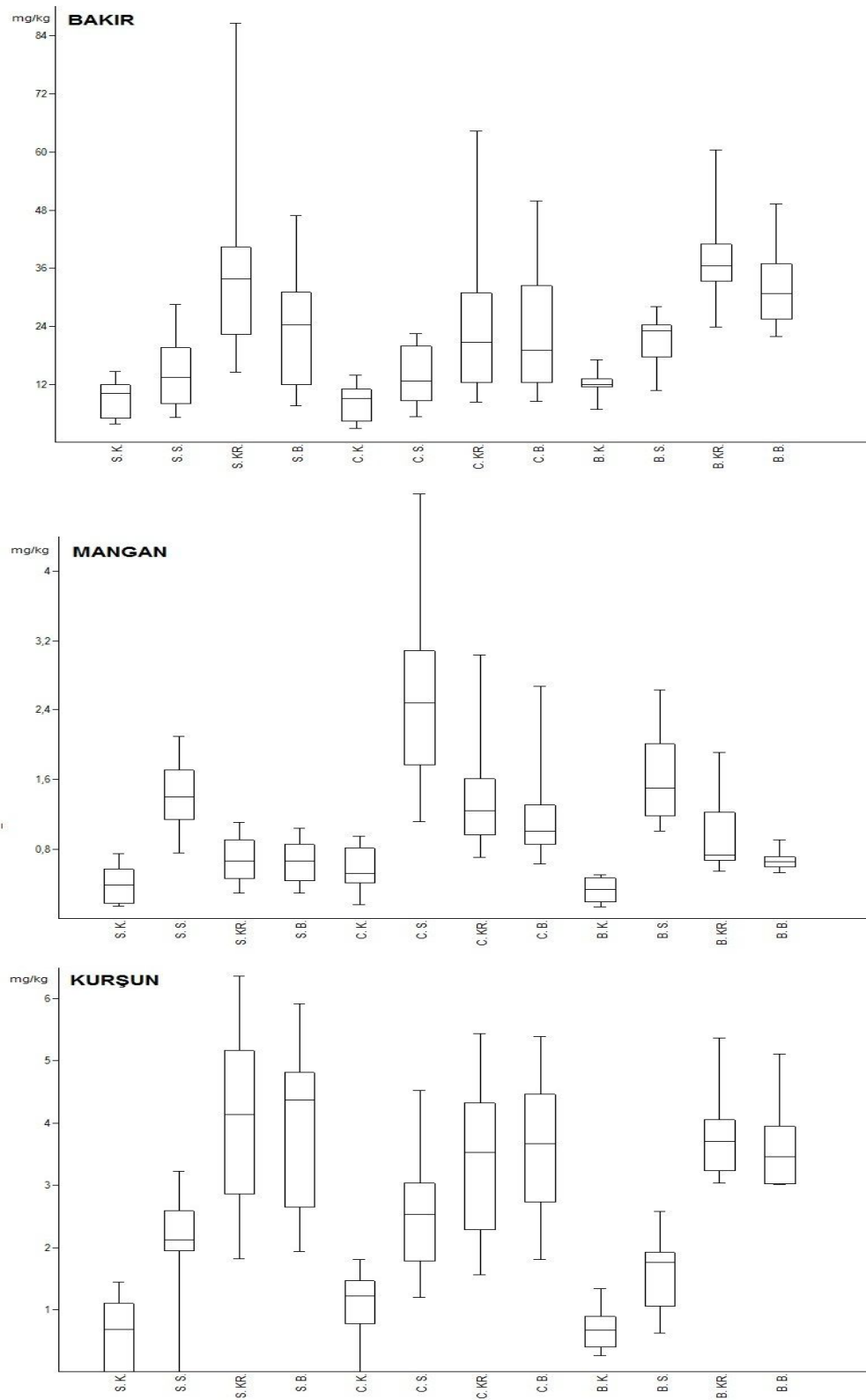
S: *S. cii*, C: *C. tinca*, B: *B. oligolepis*, K: Kas, S: Solungaç, KR: Karaciğer, B: Böbrek

Şekil 3.11 Na, Ni ve Zn biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.



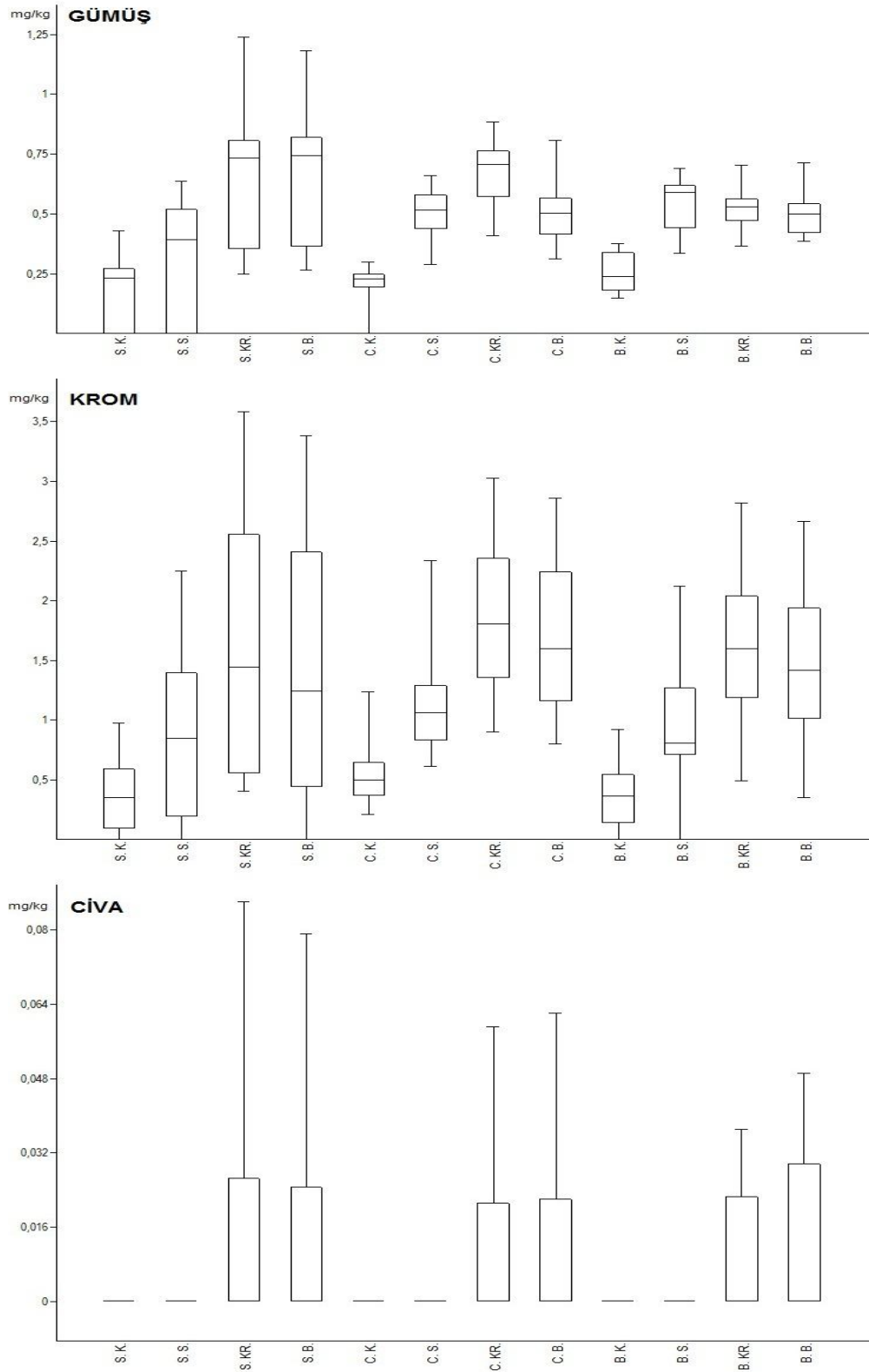
S: *S. cii*, C: *C. tinca*, B: *B. oligolepis*, K: Kas, S: Solungaç, KR: Karaciğer, B: Böbrek

Şekil 3.12 As, B ve Cd biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.



S: *S. cii*, C: *C. tinca*, B: *B. oligolepis*, K: Kas, S: Solungaç, KR: Karaciğer, B: Böbrek

Şekil 3.13 Cu, Mn ve Pb biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.



S: *S. cii*, C: *C. tinca*, B: *B. oligolepis*, K: Kas, S: Solungaç, KR: Karaciğer, B: Böbrek

Şekil 3.14 Ag, Cr ve Hg biyoakümülyasyonları için yapılan Box Plot Sapma Diyagramları.

Box Plot Sapma Diyagramlarına göre, üç balık türünün de solungaç dokularındaki kalsiyum biyoakümülyasyonlarında önemli sapmalar tespit edilmiştir. Özellikle *B. oligolepis* örneklerinin solungaç dokularındaki kalsiyum seviyelerine göre oluşturulan Box Plot Diyagramının alanı, Q1 ve Q3 değerleri arasındaki yüksek fark nedeni ile diğer Box Plotlardan oldukça geniştir. *S. cii*, *C. tinca* ve *B. oligolepis* örneklerinin solungaç dokularında tespit edilen maksimum kalsiyum değerleri ile (97930 mg/kg, 95352 mg/kg ve 119190 mg/kg) *B. oligolepis* örneklerinin böbrek dokularında tespit edilen maksimum kalsiyum değerinin (61133 mg/kg) Box Plotların Q3 değerlerinden oldukça önemli sapmalar sergilediği tespit edilmiştir. Ayrıca *C. tinca* ve *B. oligolepis* örneklerinin böbrek dokuları için oluşturulan Box Plot Diyagramları, solungaçlar hariç diğer dokulardan fazla sapmalar ihtiva ederler (Şekil 3.10.).

C. tinca ve *B. oligolepis* örneklerinin kas ve karaciğer dokularındaki potasyum biyoakümülyasyonları oldukça yüksek farklılıklar göstermiştir. Çalışmamızda balık dokularında tespit edilen en yüksek potasyum değeri *C. tinca* örneklerinin karaciğer dokusunda tespit edilmiştir (26752 mg/kg) ve mevcut değeri ile Q3 arasında büyük bir sapma tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda tespit edilen en düşük potasyum değeri yine *C. tinca* örneklerinin kas dokusunda tespit edilmiştir (2047 mg/kg) (Şekil 3.10.).

E7 istasyonunda, kış mevsiminde *B. oligolepis* örneklerinin kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen maksimum değerlerin Q3 değerleri ile (32996 mg/kg, 22655 mg/kg, 28896 mg/kg ve 24874 mg/kg) ve *S. cii* örneklerinin karaciğer dokularında tespit edilen maksimum değeri (4524 mg/kg) Q3 değeri ile gösterdiği yüksek sapmalar hariç, balık dokularındaki magnezyum biyoakümülyasyon seviyelerinde önemli farklar tespit edilmemiştir (Şekil 3.10.).

Çalışmamızda tespit edilen sodyum seviyelerindeki en yüksek sapmalar ve tespit edilen maksimum sodyum seviyeleri *B. oligolepis* örneklerinin solungaç (12777 mg/kg), karaciğer (15333 mg/kg) ve böbrek (13939 mg/kg) dokularında, minimum değeri ile Q1 arasındaki en düşük sapma ise yine *B. oligolepis* örneklerinin kas dokularında belirlenmiştir. Tespit edilen en küçük sodyum verisi *C. tinca* örneklerinin kas dokusunda 659 mg/kg olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.11.).

Üç balık türünün de karaciğer ve böbrek dokularındaki nikel biyoakümülyasyon seviyelerine göre çizilen Box Plot Diyagramları oldukça yüksek sapmalar sergilemiştir ve yine dokular arasında kaydedilen maksimum veriler karaciğer ve böbrek dokularına aittir. Nikel biyoakümülyasyonları açısından en geniş alana sahip olan Box Plotlar, *S. cii* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularına ait olan Box Plotlardır ve maksimum değerleri ile Q3 arasında

tespit edilen en yüksek sapma yine bu dokularda belirlenmiştir. *S. cii* örneklerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında ve *B. oligolepis* örneklerinin kas, solungaç ve böbrek dokularında limit değerlerin altında tespit edilen veriler bulunduğundan, özellikle *B. oligolepis* örneklerinin böbrek dokularının nikel içeriklerine göre çizilen Box Plot Diyagramının minimum değeri ile Q1 arasındaki yüksek sapma dikkat çekicidir (Şekil 3.11.).

Balık dokularındaki çinko birikim seviyeleri açısından *S. cii* ve *B. oligolepis* örneklerinin solungaç, karaciğer ve böbrek dokularına ait Box Plotlarda yüksek farklar tespit edilmiştir. Ayrıca üç balık türünün de kas dokularındaki çinko biyoakümüülasyonlarının oldukça düşük değişkenliğe sahiptir ve en düşük sapma *S. cii* örneklerinin kas dokularına ait Box Plotlarda gözlenmiştir (Şekil 3.11.).

Çalışmamızda tespit edilen en yüksek arsenik verisi *C. tinca* örneklerinin karaciğer dokularında 16,72 mg/kg olarak kaydedilmiştir ve Box Plot Sapma Diyagramlarına göre arsenik verilerindeki en yüksek sapmalar *S. cii* örneklerinin karaciğer, *C. tinca* örneklerinin solungaç ve karaciğer ve *B. oligolepis* örneklerinin solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilmiştir. Minimum ve maksimum değerlerin Q1 ve Q3 ile farkları hariç en küçük değişkenlik *S. cii* örneklerinin kas dokularında gözlenmiştir ve arsenik içeriklerine göre çizilen Box Plotlardan en küçük alana sahip Box plot *S. cii* örneklerinin kas dokusuna aittir (Şekil 3.12.).

C. tinca ve *B. oligolepis* örneklerinin dokularındaki bor biyoakümüülasyonlarına göre çizilen Box Plot Diyagramları oldukça büyük alanlara sahip olmasına rağmen, kış mevsiminde E4 istasyonunda *S. cii* örneklerinin kas (18,62 mg/kg), solungaç (35,91 mg/kg), karaciğer (43,53 mg/kg) ve böbrek (51,84 mg/kg) dokularında tespit edilen maksimum değerlerin Q3 değerleri ile farkı çok daha fazladır. Minimum ve maksimum verilerin Q1 ve Q3 ile farkları göz önüne alınmayacak olursa çalışmamızda tespit edilen en düşük bor birikim değişimleri *S. cii* örneklerinin dokularında tespit edilmiştir (Şekil 3.12.).

S. cii örneklerinin kas, solungaç ve böbrek dokularında tespit edilen kadmiyum verilerinin ilk %25'lik kısmının limit değerlerin altında olması nedeni ile bu dokuların Box Plotlarında minimum değerler mevcut değildir ve Q1 sıfırdan başlamaktadır. Kadmiyum biyoakümüülasyonları açısından en yüksek Box Plot alanına *S. cii* örneklerinin böbrek dokuları sahiptir. Ancak minimum ve maksimum değerleri arasındaki yüksek fark nedeni ile en yüksek sapma *S. cii* örneklerinin karaciğer dokularında tespit edilmiştir (Şekil 3.12.).

Bu çalışmada tespit edilen en yüksek bakır seviyesi *S. cii* örneklerinin karaciğer dokularında 59,82 mg/kg olarak, en düşük bakır seviyesi ise *C. tinca* örneklerinin kas

dokularında 3,73 mg/kg olarak kaydedilmiştir. Dokulardaki bakır biyoakümülyasyonlarına göre çizilen Box Plotlardan, *S. cii* ve *C. tinca* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularına ait olanlar oldukça yüksek sapmalar göstermiştir. Bakır verilerindeki en düşük değışkenlik ise *B. oligolepis* örneklerinin kas dokularında tespit edilmiştir (Şekil 3.13.).

C. tinca ve *B. oligolepis* örneklerinin solungaç dokuları hariç, mangan birikimlerine göre çizilen Box Plotlar Sapma Diyagramlarından Q1 ve Q3 değeri arasında önemli farklar tespit edilmemiştir. Ancak *C. tinca* örneklerinin solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen maksimum değeri (4,88 mg/kg, 3,03 mg/kg ve 2,67 mg/kg) ile Q3 değeri arasındaki farklar dikkat çekicidir. Balık türleri ve dokular arasındaki en düşük değışkenlik *B. oligolepis* örneklerinin böbrek dokularında gözlenmiştir (Şekil 3.13.).

Emet Çayı Havzası balık dokularında tespit edilen en yüksek kurşun biyoakümülyasyonları *S. cii* örneklerinin karaciğer (6,35 mg/kg) ve böbrek (5,95 mg/kg) dokularında tespit edilmiştir. Kurşun birikimlerindeki en yüksek sapmalar *S. cii* ve *C. tinca* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularında, en düşük sapmalar ise *B. oligolepis* örneklerinin kas dokularında tespit edilmiştir. *B. oligolepis* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen kurşun biyoakümülyasyonları oldukça yüksek olmasına rağmen veriler arası değışkenlik *S. cii* ve *C. tinca* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularında belirlenen değışkenlikler kadar yüksek değildir (Şekil 3.13.).

C. tinca ve *B. oligolepis* örneklerinin dokularında tespit edilen gümüş biyoakümülyasyonları yüksek değışkenlikler sergilememesine rağmen *S. cii* örneklerinin tüm dokularında oldukça yüksek değışkenlikler tespit edilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen en yüksek gümüş biyoakümülyasyonları *S. cii* örneklerinin karaciğer (1,23 mg/kg) ve böbrek (1,18 mg/kg) dokularında belirlenmiştir. Limit değeri altında olarak tespit edilen *C. tinca* örneklerinin kas dokularına ait minimum değeri ile Q1 arasındaki sapma hariç, en düşük sapmalar *C. tinca* örneklerinin kas dokularında tespit edilmiştir (Şekil 3.14.).

Balık dokularında tespit edilen krom akümülyasyonları neredeyse tüm dokularda oldukça yüksek değışkenlikler göstermiştir. Özellikle *S. cii* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularındaki krom birikimlerine göre çizilen Box Plot Diyagramlarının Q1 ve Q3 değeri arasındaki yüksek fark dikkat çekicidir. Çalışmamızda tespit edilen en yüksek krom verileri *S. cii* örneklerinin karaciğer dokusunda 3,58 mg/kg olarak ve yine *S. cii* örneklerinin böbrek dokularında 3,38 mg/kg olarak kaydedilmiştir. *C. tinca* ve *B. oligolepis* örneklerinin de karaciğer (3,02 mg/kg ve 2,81 mg/kg) ve böbrek (2,85 mg/kg ve 2,66 mg/kg) dokularında tespit edilen maksimum krom değeri kas (1,23 mg/kg ve 0,91 mg/kg) ve solungaç (2,33 mg/kg ve

2,11 mg/kg) dokularında tespit edilen maksimum krom değerlerinden oldukça yüksektir ve üç tür balığın da tüm dokularında tespit edilen maksimum değerler ile Q3 değerleri arasında oldukça yüksek sapmalar gözlenmiştir (Şekil 3.14.).

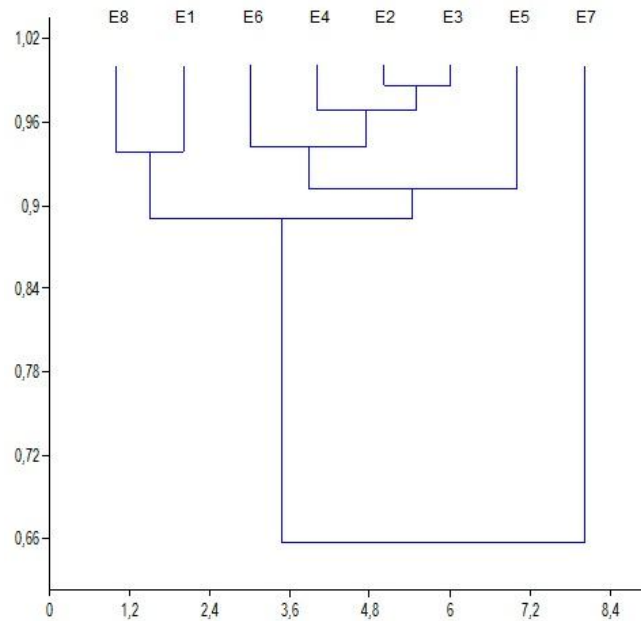
Hiçbir balık türünün kas ve solungaç dokularında cıva birikimine rastlanmamıştır ve karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen cıva biyoakümülyasyonlarından ilk %50'lik verilerin yine limit değerlerin arasında olması nedeni ile Q1 değerleri de hiçbir balık türünde bulunmamaktadır. Cıva birikimlerine göre çizilen tüm Box Plotların Q2 yani median değerleri bu nedenle sıfırdan başlamaktadır. Üç balık türünün de karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen cıva birikim sapmaları oldukça yüksek seviyelerdedir. Özellikle *S. cii* ve *C. tinca* örneklerinin karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen maksimum değerler ile Q3 değerleri arasında oldukça yüksek farklar tespit edilmiştir (Şekil 3.14.).

3.5 İstatistiki Analizler

3.5.1 Kümeleme analizi

3.5.1.1 Suda tespit edilen fizikokimyasal parametrelere göre yapılan kümeleme analizi

Suda tespit edilen fizikokimyasal parametreler temel alınarak yapılan ve istasyonların benzerliklerini ifade eden Cluster Kümeleme Analizi kladogramı (Bray-Curtis'e göre) Şekil 3.15.'te, istasyonların benzerlik katsayıları ise Çizelge 3.81.'de verilmiştir.



Şekil 3.15 Kümeleme Analizi kladogramı (fizikokimyasal parametre verilerine göre).

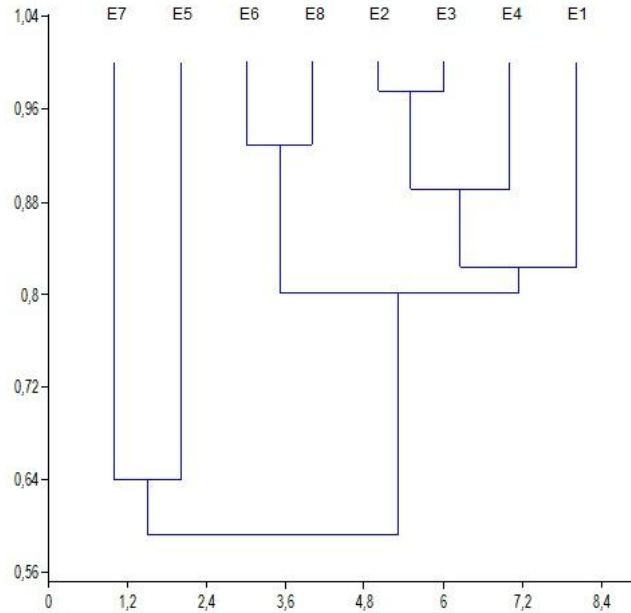
Suda tespit edilen fizikokimyasal veriler kullanılarak yapılan Kümeleme Analizi sonuçlarına göre, E2 ve E3 istasyonları birbirine en çok benzerlik gösteren (%98,5), E4 ve E7 istasyonları ise birbirine en az benzerlik gösteren (%60,3) istasyonlar olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3.81 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonun benzerlik katsayıları (fiziksel, inorganik-kimyasal ve organik su kalite parametre verilerine göre).

İstasyonlar	İstasyonlar							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	1							
E2	0,91699	1						
E3	0,92322	0,98538	1					
E4	0,89119	0,97299	0,96233	1				
E5	0,83944	0,9176	0,90755	0,91795	1			
E6	0,92673	0,94597	0,95488	0,92463	0,90501	1		
E7	0,69339	0,62169	0,62601	0,60358	0,67087	0,66263	1	
E8	0,93769	0,8775	0,88935	0,85759	0,85525	0,92813	0,72106	1

3.5.1.2 Suda tespit edilen element akümümlasyonlarına göre yapılan kümeleme analizi

Suda tespit edilen element akümümlasyonları temel alınarak yapılan ve istasyonların benzerliklerini ifade eden Cluster Kümeleme Analizi kladogramı (Bray-Curtis'e göre) Şekil 3.16.'da, istasyonların benzerlik katsayıları ise Çizelge 3.82.'de verilmiştir.



Şekil 3.16 Kümeleme Analizi kladogramı (sulardaki element birikimlerine göre).

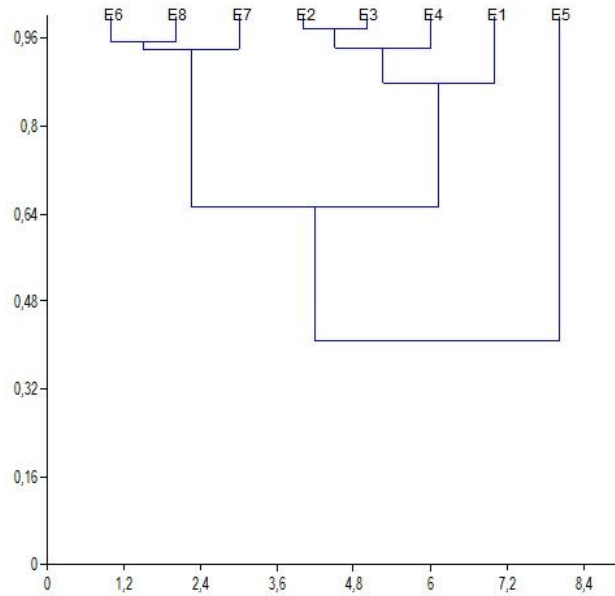
Suda tespit edilen element verileri kullanılarak yapılan Kümeleme Analizi sonuçlarına göre, E2 ve E3 istasyonları birbirine en çok benzerlik gösteren (%97,4), E4 ve E5 istasyonları ise birbirine en az benzerlik gösteren (%48,5) istasyonlar olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3.82 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonun benzerlik katsayıları (sulardaki element birikimlerine göre).

İstasyonlar	İstasyonlar							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	1							
E2	0,86993	1						
E3	0,84762	0,97498	1					
E4	0,75285	0,87899	0,90147	1				
E5	0,55435	0,54432	0,52871	0,48521	1			
E6	0,7975	0,79681	0,81982	0,79631	0,66319	1		
E7	0,70177	0,6054	0,58633	0,5079	0,63947	0,60655	1	
E8	0,80288	0,80125	0,8241	0,76674	0,65818	0,92855	0,66838	1

3.5.1.3 Sedimentte tespit edilen element akümüülasyonlarına göre yapılan kümeleme analizi

Sedimentte tespit edilen element akümüülasyonları temel alınarak yapılan ve istasyonların benzerliklerini ifade eden Cluster Kümeleme Analizi kladogramı (Bray-Curtis'e göre) Şekil 3.17.'de, istasyonların benzerlik katsayıları ise Çizelge 3.83.'de verilmiştir.



Şekil 3.17 Kümeleme Analizi kladogramı (sedimentlerdeki element birikimlerine göre).

Sedimentte tespit edilen element verileri kullanılarak yapılan Kümeleme Analizi sonuçlarına göre, E2 ve E3 istasyonları birbirine en çok benzerlik gösteren (%97,5), E1 ve E5 istasyonları ise birbirine en az benzerlik gösteren (%34,1) istasyonlar olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 3.83 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonun benzerlik katsayıları (sedimentlerdeki element birikimlerine göre).

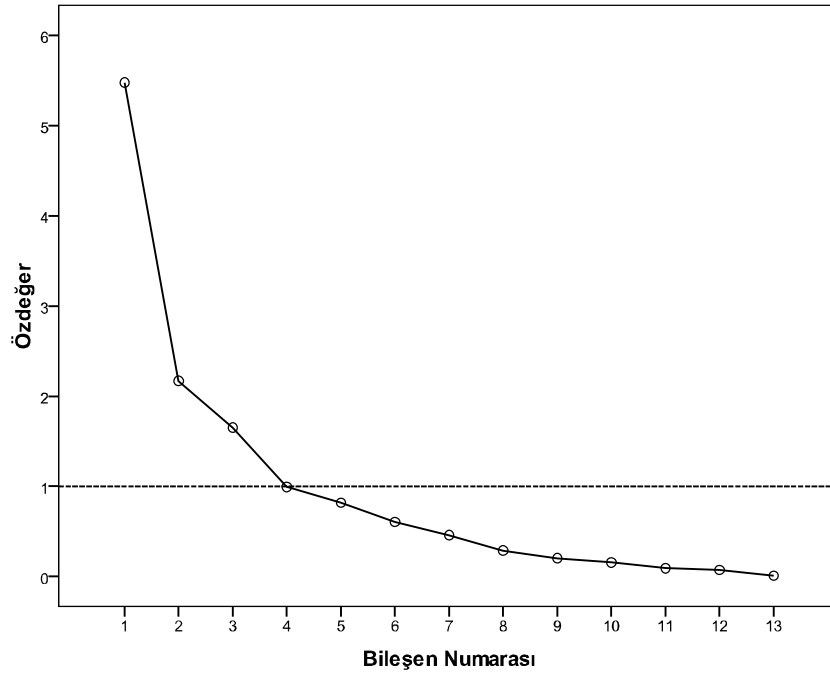
İstasyonlar	İstasyonlar							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	1							
E2	0,87504	1						
E3	0,86269	0,97545	1					
E4	0,89181	0,94004	0,94223	1				
E5	0,34115	0,35277	0,34004	0,37114	1			
E6	0,60163	0,6612	0,6388	0,67471	0,49981	1		
E7	0,63656	0,70554	0,68044	0,71454	0,47139	0,94018	1	
E8	0,58897	0,64895	0,62421	0,66242	0,46555	0,95235	0,93783	1

3.5.2 Faktör analizi

Korele veriler kullanılarak, Emet Çayı Havzası üzerinde etkili değişken faktörlerinin belirlenmesi amacıyla Faktör Analizi kullanılmıştır. Korele olmayan ya da düşük koelasyon katsayısına sahip veriler, Faktör Analizlerinin güvenilirliğini arttırmak adına değerlendirmeye alınmamıştır. Suda tespit edilen fizikokimyasal veriler kullanılarak “fizikokimyasallar faktörü” adı altında ve suda ve sedimentte tespit edilen element verileri kullanılarak “madenler faktörü” adı altında iki Faktör Analizi çalışmamızın sonuçlarına uygulanmıştır.

3.5.2.1 Fizikokimyasallar faktörü

Emet Çayı Havzası üzerine etkili değişken faktörlerin belirlenebilmesi için suda tespit edilen fizikokimyasal parametrelerden toplamda onüç değişken kullanılmıştır. Elde edilen KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) Örneklem Yeterliliği Testi sonuçları, örneklem büyüklüğünün oldukça iyi bir seviyede ve yeterli olduğunu göstermektedir (0,673). Birden büyük olan özdeğerler, kullanılan verilerden açıklanması gereken varyans kaynakları olarak, temel bileşenlerin değerlendirilmesi amacıyla kriter olarak seçilmiştir ve temel bileşenlerin özdeğerlerinin ifade edildiği Scree Plot Şekil 3.18.’de verilmiştir.



Şekil 3.18 Scree Plot eğim diyagramı.

Yüzde varyans değerleri, kümülatif yüzde varyans değerleri ve bileşen yükleri (rotasyondan önce ve rotasyondan sonra) Çizelge 3.84.'te verilmiştir. Rotasyondan sonraki toplam yüzde varyanslarına göre, üç faktör toplam varyansın %71,53'ünü açıklamaktadır.

Çizelge 3.84 Açıklanan toplam varyanslar.

Bileşen	İlk Özdeğerler			Yüklerin Karesinin Ekstraksiyon Toplamları (rotasyondan önce)			Yüklerin Karesinin Rotasyon Toplamları (rotasyondan sonra)		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	5,477	42,131	42,131	5,477	42,131	42,131	5,293	40,713	40,713
2	2,170	16,694	58,825	2,170	16,694	58,825	2,250	17,306	58,019
3	1,652	12,706	71,531	1,652	12,706	71,531	1,757	13,512	71,531

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

Rotasyondan önceki ve rotasyondan sonraki, üç faktör için belirlenen 0,5'ten büyük parametre yükleri (bileşen matriksi) Çizelge 3.85. ve Çizelge 3.86.'da verilmiştir. Üç boyutlu bileşen diyagramı, üç faktöre ait ilişkili değişkenleri ifade etmektedir ve Şekil 3.19.'da verilmiştir.

Çizelge 3.85 Bileşen matriksi.

Parametreler	Bileşen		
	1	2	3
İletkenlik	,919		
Sodyum	,812		
Kalsiyum karbonat	,809		
Amonyum	,808		
Tuzluluk	,801		
Çözünmüş oksijen	-,762		
Sıcaklık	,684		
Potasyum	,620	,553	
Nitrit		,770	
Nitrat		,756	
Fosfat		,601	
pH			,767
Sülfat	,599		-,633

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

Çizelge 3.86 Rotasyondan sonraki bileşen matriksi.

Parametreler	Bileşen		
	1	2	3
İletkenlik	,954		
Tuzluluk	,852		
Amonyum	,825		
Kalsiyum karbonat	,797		
Çözünmüş oksijen	-,745		
Sodyum	,710		
Sülfat	,664		-,571
Sıcaklık	,662		
Nitrit		,801	
Fosfat		,682	
Nitrat		,629	-,582
Potasyum	,546	,623	
pH			,788

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

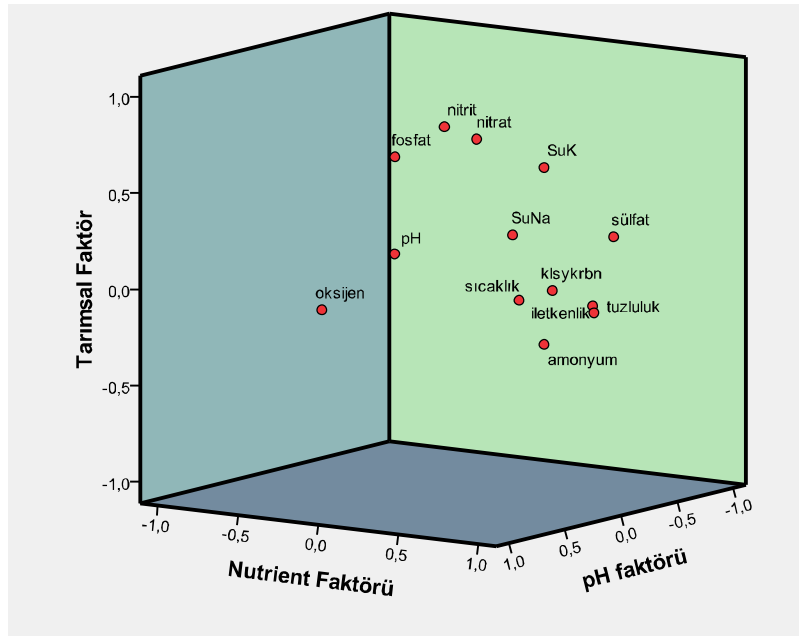
Rotasyon Metodu: Kaiser Normalizasyonu ile Varimaks

“Nutrient Faktörü” olarak isimlendirilen birinci faktör, toplam varyansın %40,71’ini açıklamaktadır ve bu faktörü iletkenlik, tuzluluk, kalsiyum karbonat, çözünmüş oksijen, sodyum, sülfat, sıcaklık ve potasyum parametreleri oluşturmaktadır. İletkenlik, tuzluluk, kalsiyum karbonat ve çözünmüş oksijen parametreleri bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklü (>0,75), sodyum, sülfat, sıcaklık ve potasyum parametreleri bu faktör için orta derecede pozitif yüklü

(0,75-0,50), çözülmüş oksijen parametresi ise bu faktör için orta derecede negatif yüklüdür (0,75-0,50).

“Tarımsal Faktör” olarak isimlendirilen ikinci faktör, toplam varyansın %17,30’unu açıklamaktadır ve bu faktörü nitrit, fosfat, nitrat ve potasyum parametreleri oluşturmaktadır. Nitrit parametresi bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklü ($>0,75$), fosfat, nitrat ve potasyum parametreleri ise bu faktör için orta derecede pozitif yüklüdür (0,75-0,50).

“pH Faktörü” olarak isimlendirilen üçüncü faktör ise, toplam varyansın %13,51’ini açıklamaktadır ve bu faktörü sülfat, nitrat ve pH parametreleri oluşturmaktadır. Sülfat ve nitrat parametreleri bu faktör için orta derecede negative yüklü (0,75-0,50), pH parametresi ise bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklüdür ($>0,75$).

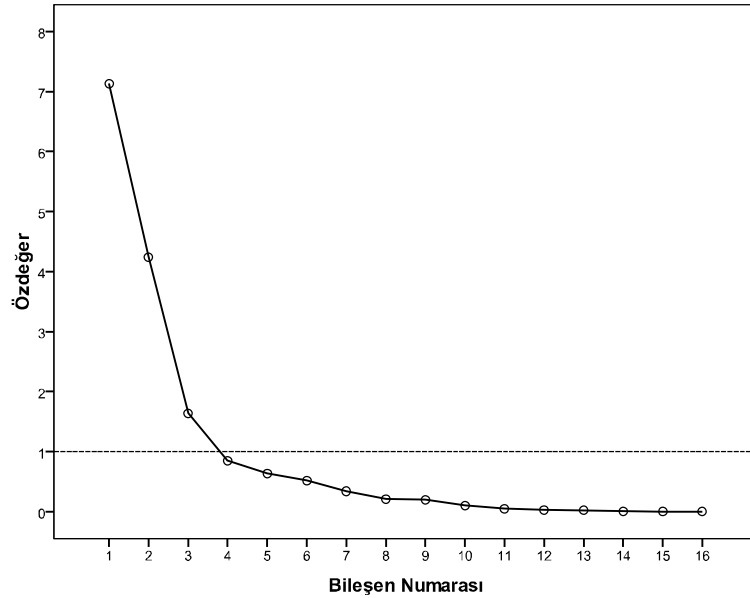


Şekil 3.19 Rotasyondan sonraki bileşen diyagramı.

3.5.2.2 Madenler faktörü

Emet Çayı Havzası üzerine etkili değişken faktörlerin belirlenebilmesi için suda ve sedimentte tespit edilen elementlerden toplamda onaltı değişken kullanılmıştır. Elde edilen KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) Örneklem Yeterliliği Testi sonuçları, örneklem büyüklüğünün oldukça iyi bir seviyede ve yeterli olduğunu göstermektedir (0,697). Birden büyük olan özdeğerler, kullanılan verilerden açıklanması gereken varyans kaynakları olarak, temel

bileşenlerin değerlendirilmesi amacıyla kriter olarak seçilmiştir ve temel bileşenlerin özdeğerlerinin ifade edildiği Scree Plot Şekil 3.20.'de verilmiştir.



Şekil 3.20 Scree Plot eğim diyagramı.

Yüzde varyans değerleri, kümülatif yüzde varyans değerleri ve bileşen yükleri (rotasyondan önce ve rotasyondan sonra) Çizelge 3.87.'de verilmiştir. Rotasyondan sonraki toplam yüzde varyanslarına göre, üç faktör toplam varyansın %81,33'ünü açıklamaktadır.

Çizelge 3.87 Açıklanan toplam varyanslar.

Bileşen	İlk Özdeğerler			Yüklerin Karesinin Ekstraksiyon Toplamları (rotasyondan önce)			Yüklerin Karesinin Rotasyon Toplamları (rotasyondan sonra)		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	7,134	44,586	44,586	7,134	44,586	44,586	6,878	42,986	42,986
2	4,241	26,504	71,090	4,241	26,504	71,090	3,311	20,691	63,677
3	1,640	10,249	81,339	1,640	10,249	81,339	2,826	17,662	81,339

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

Rotasyondan önceki ve rotasyondan sonraki, üç faktör için belirlenen 0,5'ten büyük parametre yükleri (bileşen matrisi) Çizelge 3.88. ve Çizelge 3.89.'da verilmiştir. Üç boyutlu bileşen diyagramı, üç faktöre ait ilişkili değişkenleri ifade etmektedir ve Şekil 3.21.'de verilmiştir.

Çizelge 3.88 Bileşen matriksi.

Parametreler	Bileşen		
	1	2	3
SdmMg	,981		
SuCr	,979		
SdmCr	,970		
SuNi	,962		
SuMn	,961		
SdmNi	,875		
SuMg	,757		
SdmMn	,572		
SdmB		,815	
SuAg		,795	
SdmPb		,742	
SuB		,703	,510
SuAs		,656	,540
SdmAs		,621	
SuPb		,595	
SdmAg			-,570

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

Su: Suda tespit edilen, Sdm: Sedimentte tespit edilen

Çizelge 3.89 Rotasyondan sonraki bileşen matriksi.

Parametreler	Bileşen		
	1	2	3
SdmCr	,962		
SdmMg	,958		
SuCr	,956		
SuMn	,946		
SuNi	,934		
SdmNi	,911		
SuMg	,847		
SdmMn	,695		
SuAs		,906	
SuB		,897	
SdmB		,837	
SdmAs		,606	
SdmAg			,785
SuAg			,783
SdmPb			,778
SuPb			,748

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

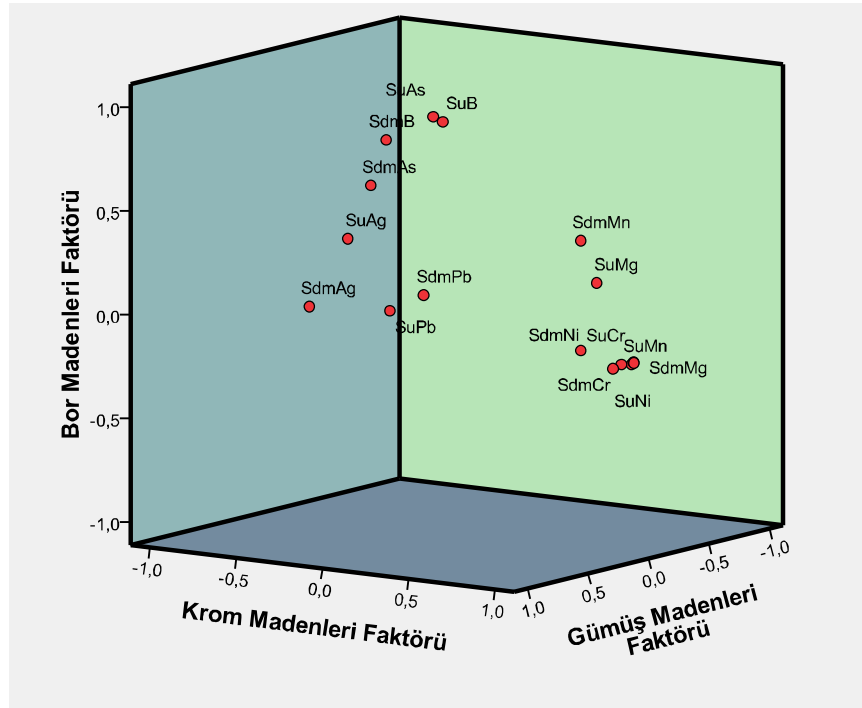
Rotasyon Metodu: Kaiser Normalizasyonu ile Varimaks

Su: Suda tespit edilen, Sdm: Sedimentte tespit edilen

“Krom Madenleri Faktörü” olarak isimlendirilen birinci faktör, toplam varyansın %42,98’ini açıklamaktadır ve bu faktörü suda ve sedimentte tespit edilen magnezyum, nikel, mangan ve krom elementleri oluşturmaktadır. Suda ve sedimentte tespit edilen magnezyum, nikel ve krom ile suda tespit edilen mangan elementleri bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklü ($>0,75$), sedimentte tespit edilen mangan elementi ise bu faktör için orta derecede pozitif yüklüdür ($0,75-0,50$).

“Bor Madenleri Faktörü” olarak isimlendirilen ikinci faktör, toplam varyansın %20,69’unu açıklamaktadır ve bu faktörü suda ve sedimentte tespit edilen arsenik ve bor elementleri oluşturmaktadır. Suda ve sedimentte tespit edilen bor ile suda tespit edilen arsenik elementleri bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklü ($>0,75$), sedimentte tespit edilen arsenik elementi ise bu faktör için orta derecede pozitif yüklüdür ($0,75-0,50$).

“Gümüş Madenleri Faktörü” olarak isimlendirilen üçüncü faktör, toplam varyansın %17,66’sını açıklamaktadır ve bu faktörü suda ve sedimentte tespit edilen gümüş ve kurşun elementleri oluşturmaktadır. Suda ve sedimentte tespit edilen gümüş ile sedimentte tespit edilen kurşun elementleri bu faktör için güçlü derecede pozitif yüklü ($>0,75$), suda tespit edilen kurşun elementi ise bu faktör için orta derecede pozitif yüklüdür ($0,75-0,50$).



Şekil 3.21 Rotasyondan sonraki bileşen diyagramı.

3.5.3 Korelasyon-Regresyon

3.5.3.1 Korelasyonlar

Araştırma sonucu elde edilen veriler arasında istatistiki olarak anlamlı ilişkiler olup olmadığını tespit edebilmek için ($p < 0,05$ yada $p < 0,01$), verilere Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır ve veriler arası ilişkilerin daha güvenilir bir biçimde ortaya konulabilmesi amacıyla, tüm mevsim ve istasyonlarda belirlenen sonuçların hepsi analizlerde kullanılmıştır. Sularda tespit edilen fizikokimyasal parametre verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Çizelge 3.90.'da, sularda tespit edilen element verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Çizelge 3.91.'de, sularda tespit edilen fizikokimyasal parametre verileri ile element verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Çizelge 3.92.'de, sedimentlerde tespit edilen element verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Çizelge 3.93.'te, sularda tespit edilen element verileri ile sedimentlerde tespit edilen element verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Çizelge 3.94.'te, balık dokularında tespit edilen element seviyeleri ile balıkların ortalama ağırlıkları arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları ise Çizelge 3.95.'te verilmiştir.

Çizelge 3.90 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen su kalite verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.

n = 32	oksijen	oksijendyg	sıcaklık	pH	tuzluluk	iletkenlik	nitrit	nitrat	amonyum	fosfat	sülfat	klor	KOİ	BOİ	CaCO ₃
oksijen	1														
oksijendyg	,786**	1													
sıcaklık	-,647**	-	1												
pH	-	-	,443*	1											
tuzluluk	-,625**	-,448*	,362*	-	1										
iletkenlik	-,712**	-,438*	,565**	-	,944**	1									
nitrit	-	-	-	-	-	-	1								
nitrat	-	-	-	-	-	-	,472**	1							
amonyum	-,463**	-	,556**	-	,564**	,752**	-	-,453**	1						
fosfat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1					
sülfat	-,562**	-,410*	,365*	-	,485**	,532**	-	-	,404*	-	1				
klor	-	-	-	,469**	-	-	,584**	-	-	-	-,455**	1			
KOİ	,439*	-	-,647**	-,537**	-	-,366*	-	-	-,409*	-,426*	-	-,354*	1		
BOİ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
CaCO ₃	-,356*	-	,402*	-	,688**	,762**	-	-	,771**	-	,361*	-	-,552**	-	1

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$); **: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$); -: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi; n: örnek sayısı
oksijendyg: % oksijen doygunluğu

Çizelge 3.91 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.

n = 32	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Ca	1														
K	,532**	1													
Mg	-	-	1												
Na	,602**	,674**	,408*	1											
Ni	-,389*	-,424*	,673**	-	1										
Zn	-,393*	-	-	-,431*	-	1									
As	,744**	,758**	-	,715**	-	-	1								
B	,448*	,611**	-	,754**	-	-	,791**	1							
Cd	-	,569**	-	,560**	-	-	,352*	,413*	1						
Cu	-	-	-,325	-,398*	-	,725**	-	-	-	1					
Mn	-,351*	-	,712**	-	,963**	-	-	-	-	-	1				
Pb	-	,437*	-	,410*	-	-	-	-	-	-,390*	-	1			
Ag	,422*	,717**	-	,527**	-	-	,445*	,414*	,378*	-	-	-,585**	1		
Cr	-,384*	-,403*	,732**	-	,982**	-	-	-	-	-	,970**	-	-	1	
Hg	-	-	-,615**	-	-,558**	-	-	-	-	-	-,523**	-	-	-,570**	1

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$); **: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$); -: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi; n: örnek sayısı

Çizelge 3.92 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda tespit edilen element ile su kalite verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.

n = 32	oksijen	oksijendyg	sıcaklık	pH	tuzluluk	iletkenlik	nitrit	nitrat	amonyum	fosfat	sülfat	klor	KOİ	BOİ	CaCO ₃
Ca	-	-	,380*	-	-	,466**	-	-	,658**	-	,597**	-	-,458**	-	,770**
K	-,445*	-,397*	-	-	,380*	,425*	,406*	-	-	-	,572**	-	-	-	,410*
Mg	-	-	-	,390*	,678**	,632**	-	-	,419*	-	-	-	-	-	,643**
Na	-,455**	-	,477**	,467**	,455**	,597**	-	-	,678**	-	-	-	-,557**	,414*	,723**
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-,550**	-	-	-	-
Zn	-	-,374*	-	-,409*	-	-	-	-	-	-,393*	-	-,353*	,588**	-	-,402*
As	-,382*	-	-	-	,503**	,583**	-	-	,593**	-	,561**	-	-	-	,637**
B	-,465**	-,387*	,350*	-	,557**	,621**	-	-	,583**	-	,516**	-	-	-	,489**
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	,520**	-	,620**	-
Cu	-	-	-,356*	-,629**	-	-	-	-	-,366*	-,378*	-	-,357*	,669**	-	-
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-,561**	-	-	-	-
Pb	-	-	-	,466**	-	-	,678**	,360*	-	,435*	-	,453**	-,441*	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	,367*	-	-	-	,409*	-	-	,360*	,400*
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-,541**	-	-	-	-
Hg	-	-	-	-	-,486**	-,425*	-	-	-	-	-	-	,477**	-	-,506**

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$); **: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$); -: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi; n: örnek sayısı
 oksijendyg: % oksijen doyumluğu

Çizelge 3.93 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda sedimentte tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.

n = 32	Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
Ca	1														
K	,628**	1													
Mg	-,409*	-,619**	1												
Na	,451**	,669**	-,491**	1											
Ni	-,564**	-,650**	,848**	-,611**	1										
Zn	-	-	-,351*	-	-	1									
As	,377*	,665**	-	,369*	-	-	1								
B	-	,528**	-	-	-	,404*	,722**	1							
Cd	-,455**	-	-	-	-	-	-	,415*	1						
Cu	-	-	-	,394*	-	,559**	-	-	-	1					
Mn	-	-	,582**	-	,570**	-	-	-	,449**	-	1				
Pb	-,432*	-	-	-,469**	,537**	,403*	-	,426*	,409*	-	-	1			
Ag	-	-	-,361*	-	-	,663**	,458**	,436*	-	-	-	,460**	1		
Cr	-,471**	-,707**	,943**	-,616**	,949**	-	-	-	-	-	,527**	,361*	-	1	
Hg	-	-	-,516**	,377*	-,538**	-	-	-	-	-	-	-	-	-,639**	1

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$); **: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$); -: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi; n: örnek sayısı

Çizelge 3.94 Emet Çayı Havzasında araştırılan sekiz istasyonda suda ve sedimentte tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.

n = 32		Sedimentte tespit edilen elementler														
Suda tespit edilen elementler		Ca	K	Mg	Na	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr	Hg
	Ca	,643**	,610**	-,422*	-	-,396*	-	,374*	,414*	-	-,469**	-	-	-	-,380*	-
	K	-	,558**	-,421*	-	-	-	,702**	,810**	,371*	-	-	,454**	,433*	-	-
	Mg	-	-,385*	,736**	-,473**	,771**	-	-	-	-	-,432*	,571**	-	-	,794**	-,554**
	Na	-	-	-	-	-	-	-	,621**	,538**	-	,403*	,491**	-	-	-
	Ni	-	-,603**	,982**	-,470**	,819**	-	-	-	-	-	,521**	-	-,377*	,930**	-,593**
	Zn	-	-	-	,366*	-	,491**	-	-	-	,625**	-	-	-	-	-
	As	,407*	,672**	-	-	-	-	,553**	,723**	-	-	-	-	-	-	-
	B	-	,470**	-	-	-	-	,386*	,782**	,400*	-	-	-	-	-	-
	Cd	-,429*	-	-	-	-	-	-	,504**	,874**	-	-	,573**	,380*	-	-
	Cu	-	-	-	,545**	-	,710**	,371*	-	-	,516**	-,379*	-	,478**	-	-
	Mn	-,394*	-,584**	,964**	-,497**	,836**	-	-	-	-	-	,558**	-	-	,942**	-,555**
	Pb	-	-	-	-,504**	-	-	-	-	-	-	-	,658**	-	-	-
	Ag	-	-	-	-	-	-	,663**	,626**	-	-	-	,516**	,638**	-	-
	Cr	-,352*	-,617**	,979**	-,492**	,849**	-,360*	-	-	-	-	,565**	-	-,371*	,957**	-,611**
	Hg	-	-	-,535*	,467**	-,507**	-	-	-	-	,478**	-	-	-	-,590**	,774**

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$); **: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$); -: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi; n: örnek sayısı

Çizelge 3.95 Emet Çayı Havzasından yakalanan balıkların dokularındaki element verileri ile ortalama ağırlıkları arasındaki ilişkiler ve korelasyon katsayıları.

Dokular	Elementler									
	Ni	Zn	As	B	Cd	Cu	Mn	Pb	Ag	Cr
S. cii (n = 16)										
kas	,853**	-	,738**	-	,824**	,572*	-	,859**	,837**	,918**
solungaç	,853**	-	,674**	-	,891**	,781**	-	,593*	,823**	,925**
karaciğer	,900**	,604*	,598*	-	,884**	,625**	-	,782**	,908**	,920**
böbrek	,899**	,539*	,595*	-	,893**	,510*	-	,715**	,900**	,914**
C. tinca (n = 16)										
kas	,716**	-,562*	-	,578*	,517*	-	-	,519*	-	,597*
solungaç	,817**	-	,688**	,541*	,627**	-	,673**	,592*	-	,640**
karaciğer	,777**	-	-	,611*	,709**	-	-	,617*	,686**	,777**
böbrek	,753**	-	-	,594*	,698**	-	,523*	,616*	,693**	,767**
B. oligolepis (n = 8)										
kas	,759*	-	-	-	-	,785*	-	-	-	-
solungaç	,753*	-	-	-	-	-	-	-	-	,714*
karaciğer	,792*	-	-	-	-	,722*	-	-	,778*	,849**
böbrek	,810*	-	-	-	-	-	-	,808*	,756*	,846**

*: korelasyon 0,05 seviyesinde önemli ($p < 0,05$); **: korelasyon 0,01 seviyesinde önemli ($p < 0,01$); -: istatistiki olarak anlamlı ilişki tespit edilemedi; n: örnek sayısı

Tüm mevsim ve istasyonlarda kaydedilen veriler hesaba katılarak (n=32) uygulanan Pearson Korelasyon Analizi sonuçlarına göre; suda tespit edilen fizikokimyasal parametelerden çözünmüş oksijen ile % oksijen doygunluğu arasında pozitif, sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik ve sülfat arasında negatif; sıcaklık ile iletkenlik ve amonyum arasında pozitif, KOİ arasında negatif; ph ile KOİ arasında negatif; tuzluluk ile iletkenlik, amonyum ve kalsiyum karbonat arasında pozitif; iletkenlik ile amonyum, sülfat ve kalsiyum karbonat arasında pozitif; nitrit ile klor arasında pozitif; amonyum ile kalsiyum karbonat arasında pozitif; KOİ ile kalsiyum karbonat arasında negatif olmak üzere 0,01 seviyesinde önemli korelasyonlar belirlenmiştir ($r>0,5$).

Suda tespit edilen elementlerden kalsiyum ile potasyum, sodyum ve arsenik arasında pozitif; potasyum ile sodyum, arsenik, bor, kadmiyum ve gümüş arasında pozitif; magnezyum ile nikel, mangan ve krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; sodyum ile arsenik, bor, kadmiyum ve gümüş arasında pozitif; nikel ile mangan ve krom arasında pozitif, cıva ile negatif; çinko ile bakır arasında pozitif; arsenik ile bor arasında pozitif; mangan ile krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; krom ile cıva arasında negatif olmak üzere 0,01 seviyesinde önemli korelasyonlar belirlenmiştir ($r>0,5$).

Suda tespit edilen fizikokimyasal parametreler ile elementlerden pH ile bakır arasında negatif; tuzluluk ile magnezyum, arsenik ve bor ile pozitif; iletkenlik ile magnezyum, sodyum, arsenik ve bor arasında pozitif; nitrit ile kurşun arasında pozitif; amonyum ile kalsiyum, sodyum, arsenik ve bor arasında pozitif; silfat ile kalsiyum, potasyum, arsenik ve bor arasında pozitif, nikel, mangan ve krom arasında negatif; klor ile kadmiyum arasında pozitif; KOİ ile sodyum arasında negatif, çinko ve bakır arasında pozitif; BOİ ile kadmiyum arasında pozitif; kalsiyum karbonat ile kalsiyum, magnezyum, sodyum, nikel arsenik arasında pozitif, cıva arasında negatif olmak üzere 0,01 seviyesinde önemli korelasyonlar belirlenmiştir ($r>0,5$).

Sedimentte tespit edilen elementlerden kalsiyum ile potasyum arasında pozitif, nikel arasında negatif; potasyum ile magnezyum, nikel ve krom arasında negatif, sodyum, arsenik ve bor arasında pozitif; magnezyum ile nikel, mangan ve krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; sodyum ile nikel ve krom arasında negatif; nikel ile mangan, kurşun ve krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; çinko ile bakır ve gümüş arasında pozitif; arsenik ile bor arasında pozitif; mangan ile krom arasında pozitif; krom ile cıva arasında negatif olmak üzere 0,01 seviyesinde önemli korelasyonlar belirlenmiştir ($r>0,5$).

Suda ve sedimentte tespit edilen elementlerden sedimentteki kalsiyum ile sudaki kalsiyum arasında pozitif; sedimentteki potasyum ile sudaki kalsiyum, potasyum ve arsenik arasında pozitif, nikel, mangan ve krom arasında negatif; sedimentteki magnezyum ile sudaki magnezyum, nikel, mangan ve krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; sedimentteki sodyum ile sudaki bakır arasında pozitif, kurşun arasında negatif; sedimentteki nikel ile sudaki magnezyum, nikel, mangan ve krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; sedimentteki çinko ile sudaki bakır arasında pozitif; sedimentteki arsenik ile sudaki potasyum, arsenik ve gümüş arasında pozitif; sediment bor ile sudaki potasyum, sodyum, arsenik, bor kadmiyum ve gümüş arasında pozitif; sedimentteki kadmiyum ile sudaki sodyum ve kadmiyum arasında pozitif; sedimentteki bakır ile sudaki çinko ve bakır arasında pozitif; sedimentteki mangan ile sudaki magnezyum, nikel, mangan ve krom arasında pozitif; sedimentteki kurşun ile sudaki kadmiyum, kurşun ve gümüş arasında pozitif; sedimentteki gümüş ile sudaki gümüş arasında pozitif; sedimentteki krom ile sudaki magnezyum, nikel, mangan ve krom arasında pozitif, cıva arasında negatif; sedimentteki cıva ile sudaki magnezyum, nikel, mangan ve krom arasında negatif, cıva arasında pozitif olmak üzere 0,01 seviyesinde önemli korelasyonlar belirlenmiştir ($r>0,5$).

Emet Çayı Havzası'nda, balık temimini için belirlenen dört istasyondan, farklı mevsim ve istasyonlarda alınan üç balık türünün ayrı ayrı ortalama ağırlık verileri ile kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularındaki element biyoakümüülasyonları arasında anlamlı ilişkileri belirleyebilmek için Pearson Korelasyon Analizi uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre, *S. cii* türünün ağırlıkları ile kas dokularında tespit edilen nikel, arsenik, kadmiyum, kurşun, gümüş ve krom arasında, solungaç dokularında tespit edilen nikel, arsenik, kadmiyum, bakır, gümüş ve krom arasında, karaciğer dokularında tespit edilen nikel, kadmiyum, bakır, kurşun, gümüş ve krom arasında, böbrek dokularında tespit edilen nikel, kadmiyum, kurşun, gümüş ve krom arasında; *C. tinca* türünün ağırlıkları ile kas dokularında tespit edilen nikel arasında, solungaç dokularında tespit edilen nikel, arsenik, kadmiyum, mangan ve krom arasında, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen nikel, kadmiyum, gümüş ve krom arasında; *B. oligolepis* türünün ağırlıkları ile kas dokularında tespit edilen nikel arasında, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen krom arasında pozitif olmak üzere 0,01 seviyesinde önemli korelasyonlar kaydedilmiştir.

3.5.3.2 Regresyonlar

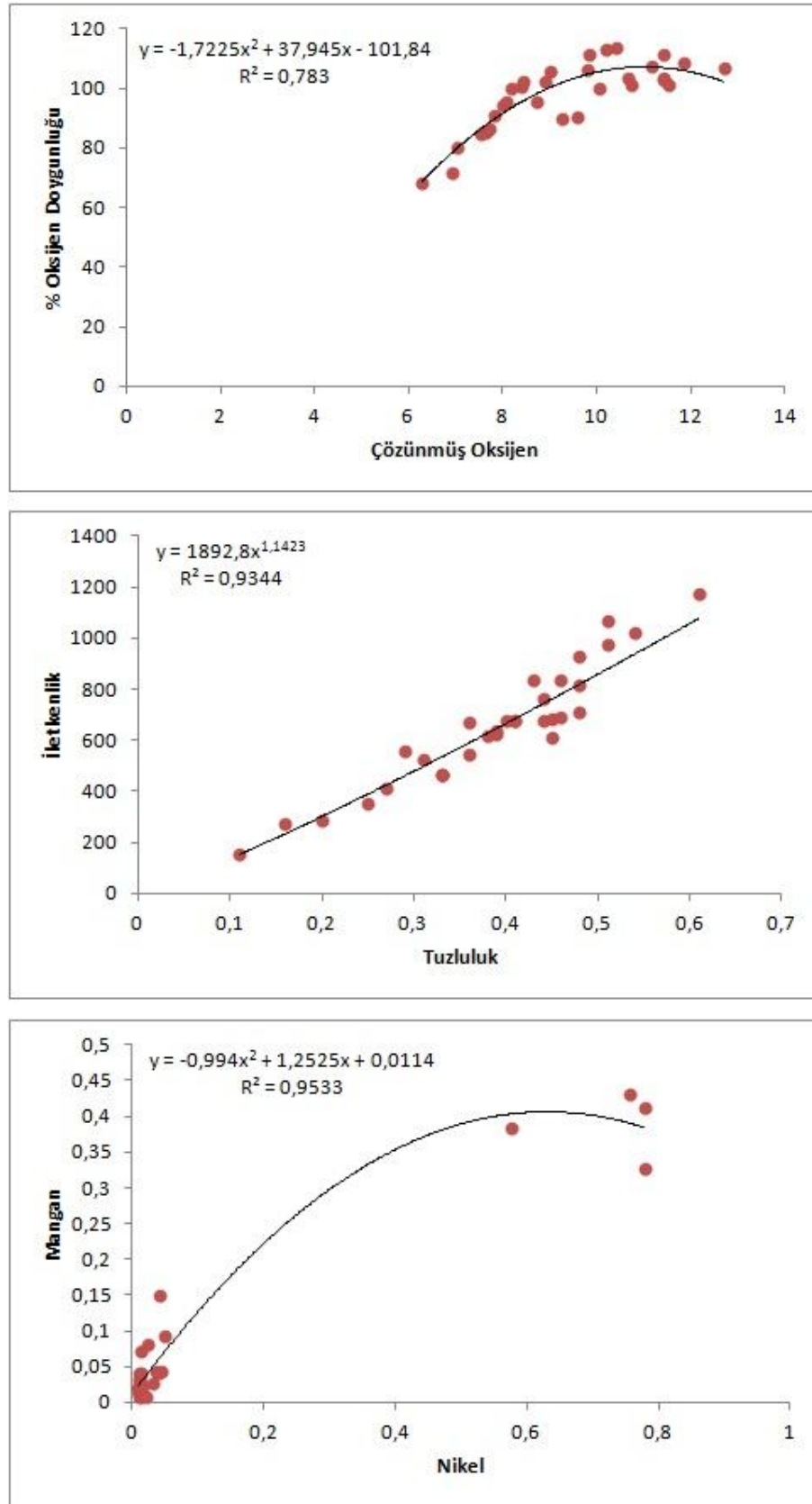
Yüksek korelasyon gösteren parametreler arasında, regresyon katsayısı 0,7 nin üzerinde olan ($R^2>0,7$) değişkenlerin regresyon hattı grafikleri çizilmiş ve elde edilen doğrusal, üstel, polinomal ve logaritmik eğrilerin formülleri her bir diyagramda ayrı ayrı belirtilmiştir. Suda

tespit edilen fizikokimyasal parametreler ve element değerleri arasındaki regresyon hattı grafikleri Şekil 3.22.'de, suda tespit edilen element değerleri arasındaki regresyon hattı grafikleri Şekil 3.23.'te, sedimentte tespit edilen element değerleri arasındaki regresyon hattı grafikleri ise Şekil 3.24.'te verilmiştir.

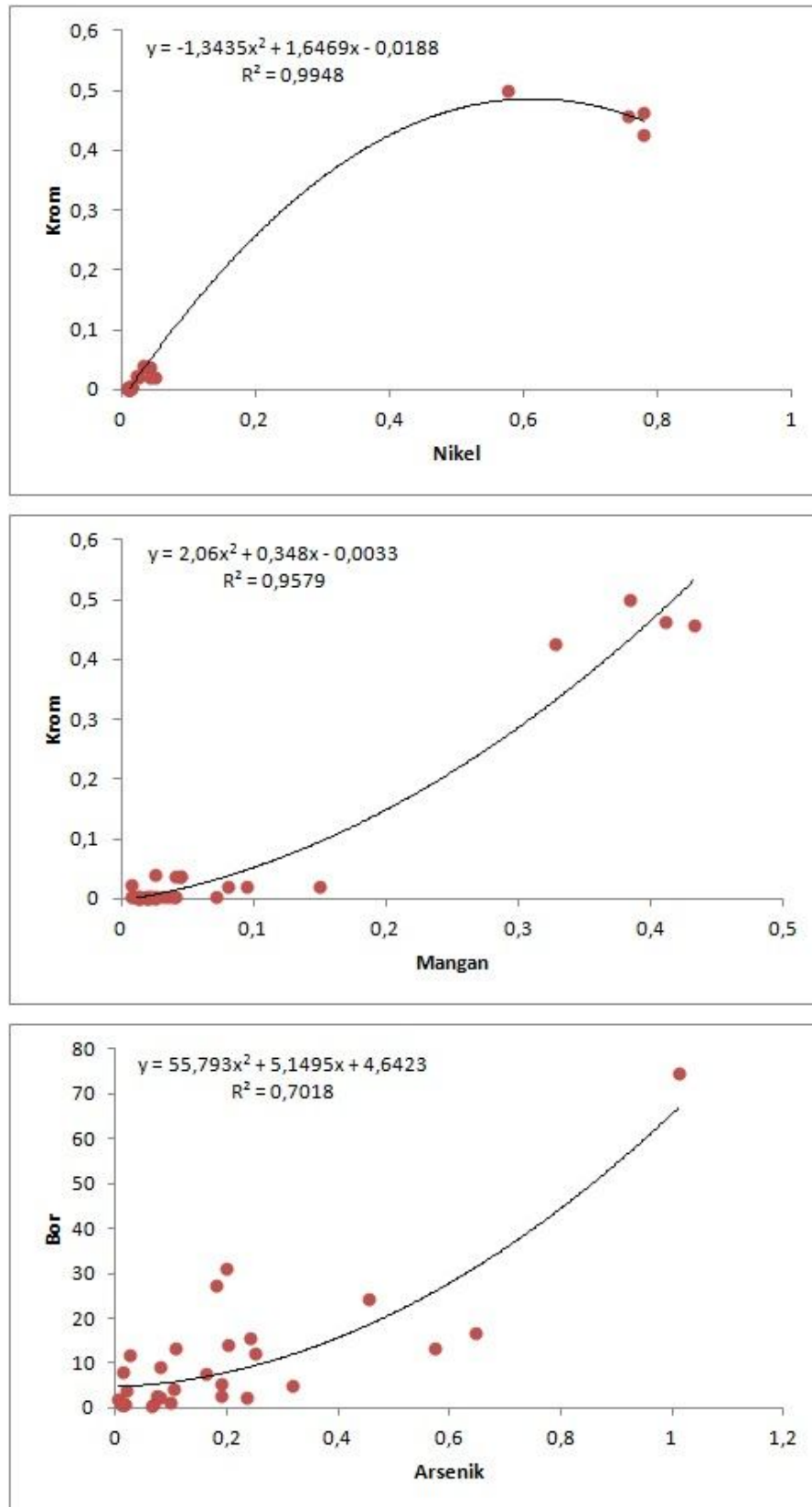
Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen fizikokimyasal parametrelerden çözünmüş oksijen verileri ile % oksijen doygunluğu verileri arasında polinomal bir ilişki tespit edilmiştir ve regresyon katsayısı 0,783 tür. İletkenlik ve tuzluluk verileri arasında, fizikokimyasal parametreler arasında tespit edilen en yüksek regresyon katsayısına sahip (0,934), yüksek bir ilişki tespit edilmiştir ve iki parametre arasında lineara yakın hafif üstel bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 3.22.).

Suda tespit edilen elementlerden mangan-nikel, krom-nikel ve mangan-krom verileri arasında polinomal ve regresyon katsayıları 0,95'in üzerinde olmakla birlikte çok kuvvetli ilişkiler belirlenmiştir. Yine suda tespit edilen elementlerden arsenik-bor değerleri arasında regresyon katsayısı 0,701 olarak kaydedilen polinomal bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 3.22. ve Şekil 3.23.).

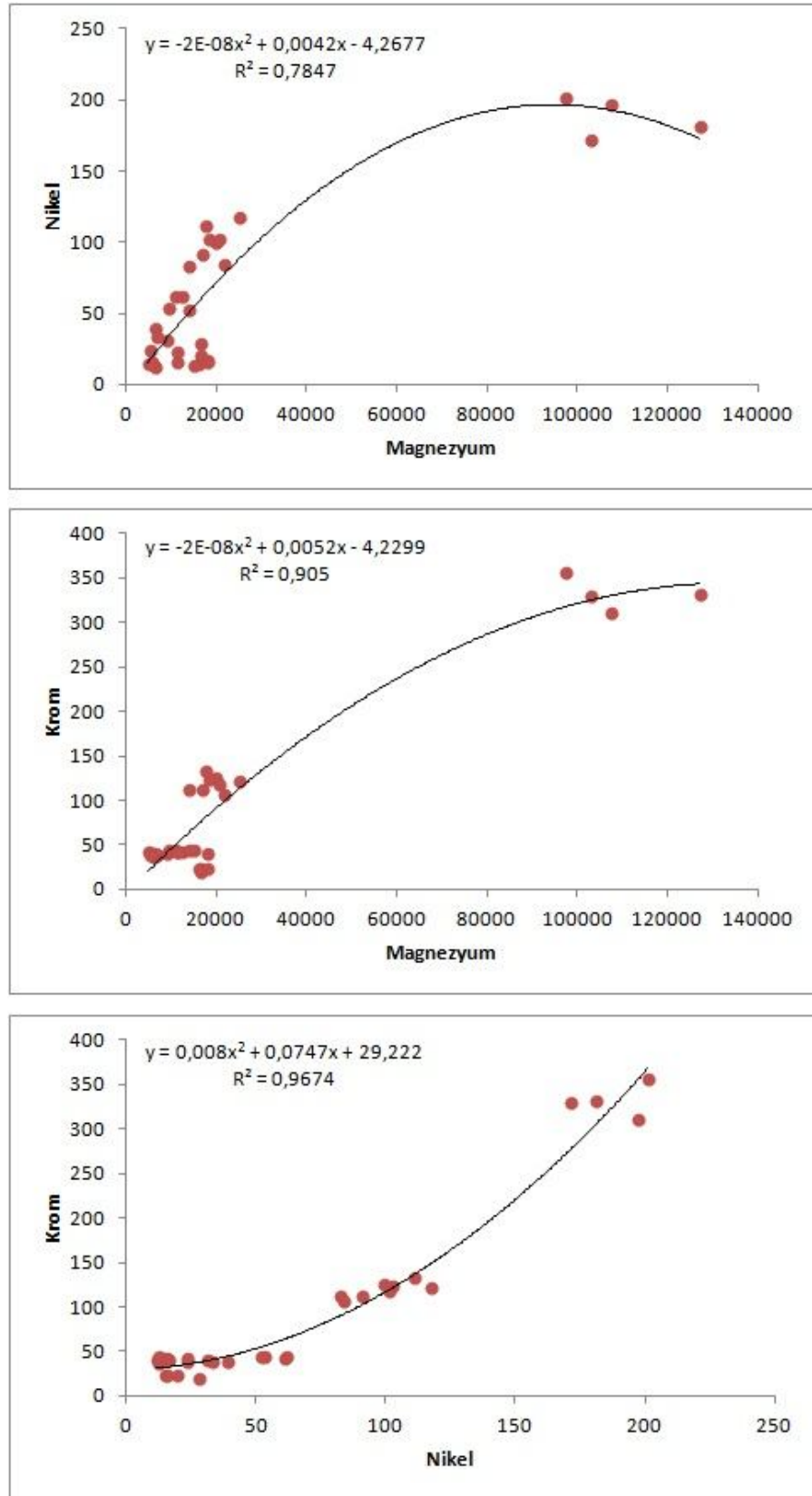
Sedimentte tespit edilen elementlerden magnezyum-nikel, magnezyum-krom ve nikel-krom verileri arasında yüksek polinomal ilişkiler kaydedilmiştir. Sedimentte tespit edilen nikel-krom değerleri arasındaki ilişki, suda tespit edilen değerler ile yüksek paralellikte ve sediment verileri arasındaki en kuvvetli ilişki olarak kaydedilmiştir ($R^2=0,967$) (Şekil 3.24.).



Şekil 3.22 Suda tespit edilen fizikokimyasal ve element verileri regresyon grafikleri.



Şekil 3.23 Suda tespit edilen element verileri regresyon grafikleri.

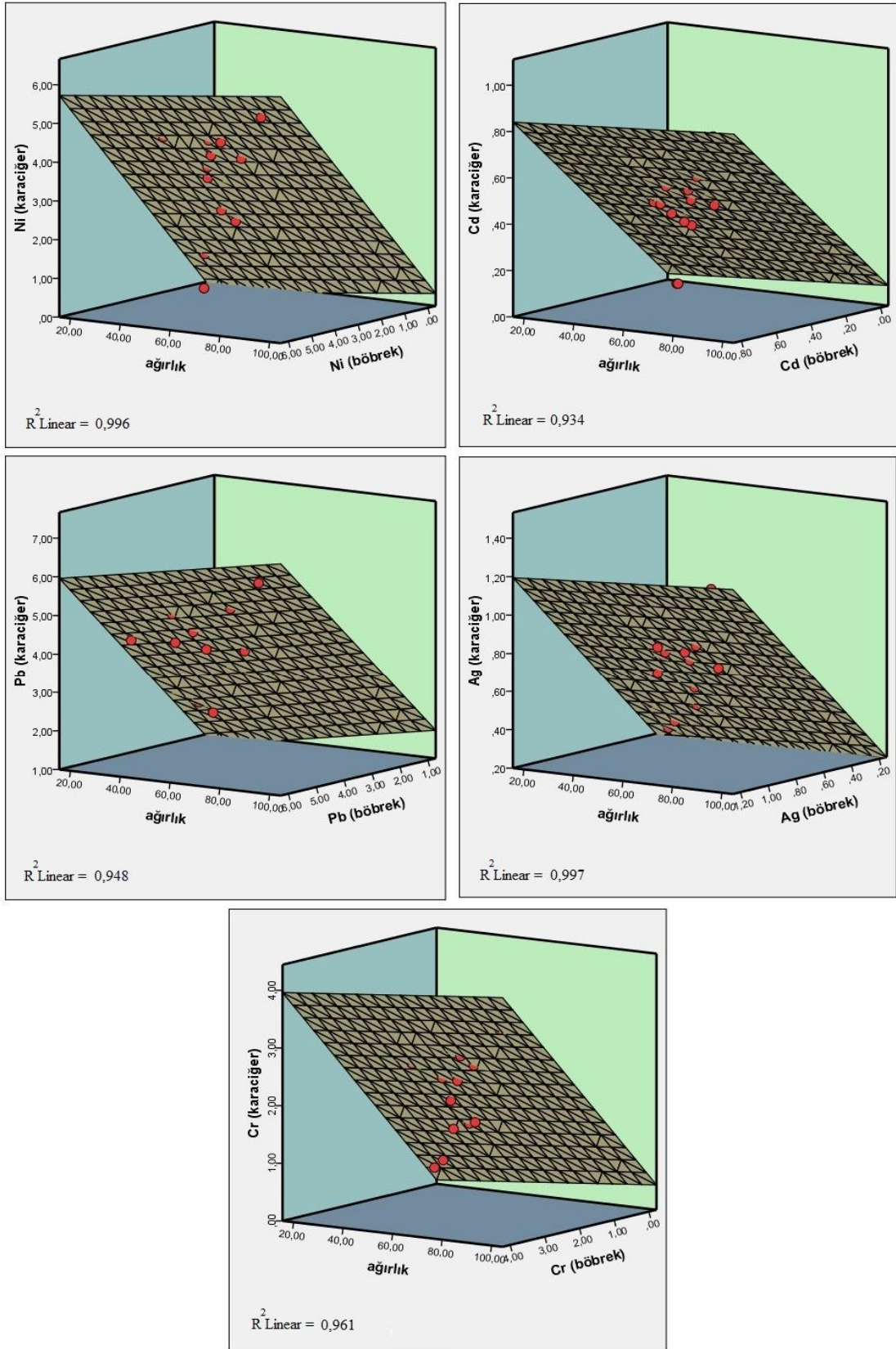


Şekil 3.24 Sedimentte tespit edilen element verileri regresyon grafikleri.

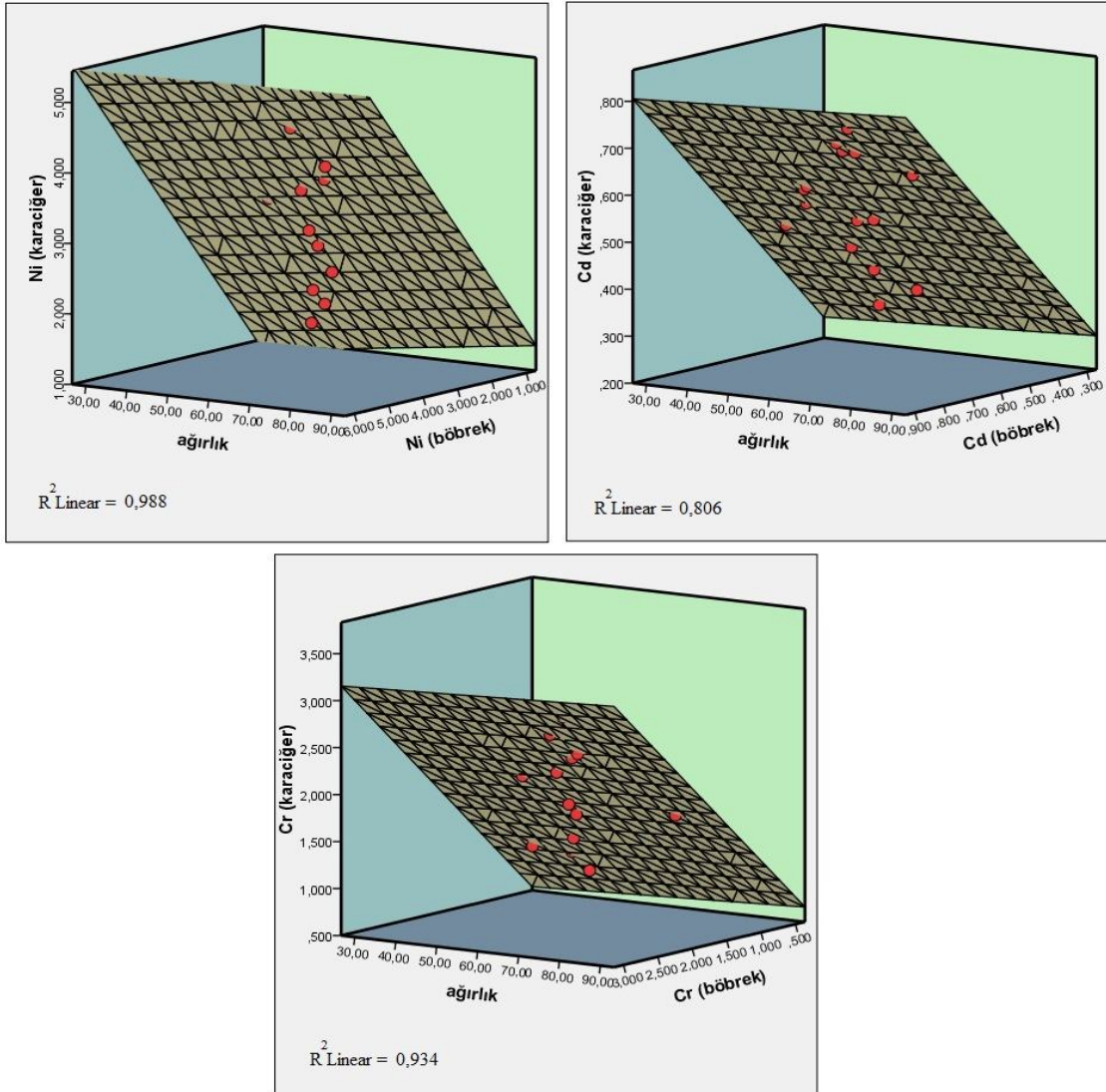
Balık dokularında tespit edilen element biyoakümülyasyonları ile balık ağırlıkları arasında kaydedilen bazı yüksek korelasyonlu ilişkiler temel alınarak üç boyutlu ve üçer değişkenli regresyon hattı grafikleri dizayn edilmiştir. Diyagram değişkenlerinden, balık türlerinin ağırlık verileri bağımsız değişken, karaciğer ve böbrek dokulanda tespit edilen element biyoakümülyasyonları ise bağımlı değişkenler olarak kabul edilerek *S. cii* türünde beş element, *C. tinca* türünde ise üç element ile ağırlık verileri arasında çok yüksek regresyon katsayılarına sahip kuvvetli ilişkiler kaydedilmiştir. *S. cii* türünün ağırlık verileri ile karaciğer ve böbrek dokuları arasında tespit edilen ilişkiler Şekil 3.25.'de, *C. tinca* türünün ağırlık verileri ile karaciğer ve böbrek dokuları arasında tespit edilen ilişkiler ise Şekil 3.26.'da verilmiştir.

S. cii örneklerinde belirlenen ağırlık verileri ile karaciğer ve böbrek dokularındaki krom, nikel, kadmiyum, kurşun ve gümüş biyoakümülyasyonları arasında, her birinin regresyon katsayısı 0,9'dan büyük olmakla birlikte kuvvetli linear ilişkiler tespit edilmiştir. *S. cii* türü karaciğer ve böbrek dokularındaki element birikimleri ile ağırlık verileri arasında tespit edilen en yüksek ilişkiler ise nikel ve gümüş elementleri için kaydedilmiştir ($R^2=0,99$) (Şekil 3.25.).

C. tinca örneklerinde belirlenen ağırlık verileri ile karaciğer ve böbrek dokularındaki nikel, krom ve kadmiyum biyoakümülyasyonları arasında kuvvetli linear ilişkiler tespit edilmiştir. *C. tinca* türü karaciğer ve böbrek dokularındaki element birikimleri ile ağırlık verileri arasında tespit edilen en yüksek ilişki, 0,98 regresyon katsayısı ile nikel elementi için kaydedilmiştir (Şekil 3.26.).



Şekil 3.25 *S. cii* türlerinde ağırlık-karaciğer ve böbrek dokuları element birikim ilişkileri.



Şekil 3.26 *C. tinca* türlerinde ağırlık-karaciğer ve böbrek dokuları element birikim ilişkileri.

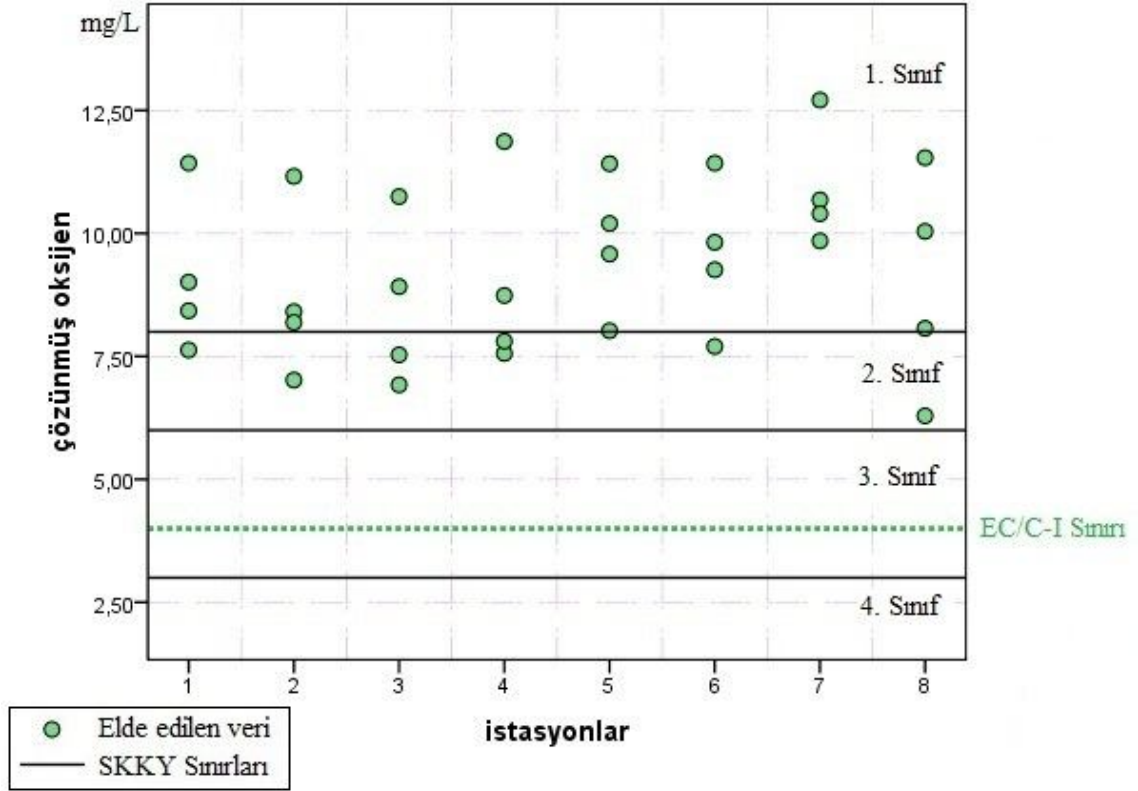
4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Emet Çayı Havzası'nda, Kasım 2010-Ağustos 2011 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılan arazi çalışmaları sonucu bölge sularında bazı fizikokimyasal parametreler ile suda, sedimentte ve üç tür balığın (*S. cii*, *C. tinca* ve *B. oligolepis*) kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında bazı makro ve mikro element akümülyasyonları araştırılmıştır. Elde edilen veriler, bazı istatistiki analizler kullanılarak ve bazı yüzey suyu, içme suyu, sediment ve balık kriterleri ile karşılaştırılarak hem ekosistem sağlığı, hem balık sağlığı hem de bölge halkı sağlığı açısından değerlendirilmiştir.

4.1 Fizikokimyasal Parametreler

Bölge sularında tespit edilen fizikokimyasal parametre verileri, Avrupa Birliği Komisyonu'nun tatlı sularda balık sağlığının korunması amacıyla sağlanması gereken su kalite kriterleri direktifine (EC), Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynakları Yönetmeliği'ne (SKKY), Türk Standartları Enstitüsü'nün insani tüketim amaçlı sular tebliğine (TS 266), Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları kalitesi tebliğine (WHO) ve yine Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları direktifine (EC) göre değerlendirilmiştir (EC, 2006; SKKY, 2004; TS 266, 2005; WHO, 2011; EC, 2007). Çalışmamızda tespit edilen fizikokimyasal parametre sonuçlarının mevcut kriterler açısından durumunun daha anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilmesi amacıyla, sözü geçen kriterlerde limit değere ya da değerlere sahip her bir parametre için ayrı ayrı Scatter Dot Noktalama Diyagramları kullanılmıştır.

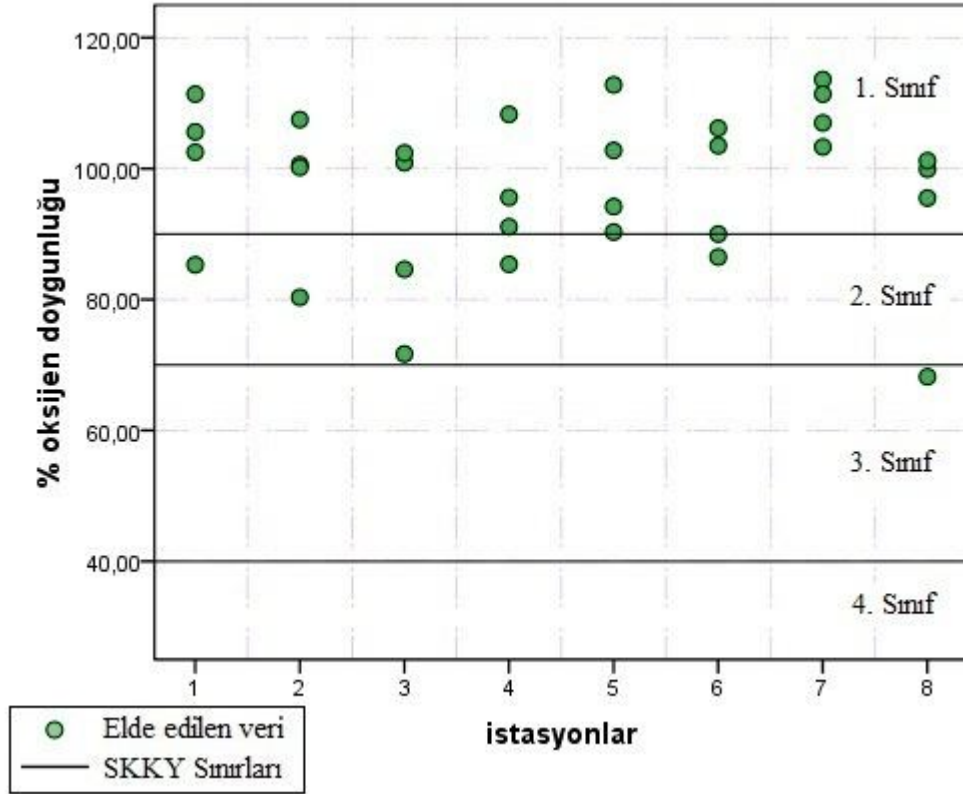
Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen çözünmüş oksijen ve yüzde oksijen doygunluğu seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafikleri Şekil 4.1. (çözünmüş oksijen) ve Şekil 4.2. (% oksijen doygunluğu)'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Çözünmüş oksijen verileri ve bazı sınır değerler.

Çözünmüş oksijen, su kalitesi değişiminin izlenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden biridir (Karpuzcu, 1996). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre, Emet Çayı Havza sularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen çözünmüş oksijen seviyeleri açısından bölgenin 1. ve 2. Sınıf su kalitesine sahip olduğu, % oksijen doygunluğu verileri açısından ise ilkbahar mevsiminde E8 istasyonunda tespit edilen değer hariç (E8 bu mevsimde 3. Sınıf) yine 1. ve 2. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Herhangi bir zamanda suda belirlenen çözünmüş oksijen miktarı, suyun o anki sıcaklığına, su yüzeyindeki atmosferik gazın kısmi basıncına, sudaki çözünmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara bağlıdır ve oksijenin suda çözünabilirliği sıcaklık azaldıkça artmakta, tuz yoğunluğu arttıkça azalmaktadır (Cirik ve Cirik, 1999; Tanyolaç, 2009). Emet Çayı Havza sularında tespit edilen çözünmüş oksijen ve % oksijen doygunluğu seviyelerindeki mevsimsel farklar belirgin derecede ayırt edilebilmektedir. Ayrıca verilere uygulanan Pearson Korelasyon Analizi sonuçlarına göre, suda tespit edilen çözünmüş oksijen verileri ile sıcaklık, tuzluluk ve iletkenlik verileri arasında kuvvetli negatif korelasyonlar kaydedilmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca sucul ortamlardaki çözünmüş oksijen değeri, sıcaklık ve tuzluluğun yanında bitkilerin fotosentez hızına ve sistemin trofik düzeyine bağlı olarak da farklılıklar gösterir (Akbulut ve Yıldız, 2001). Mevcut literatür

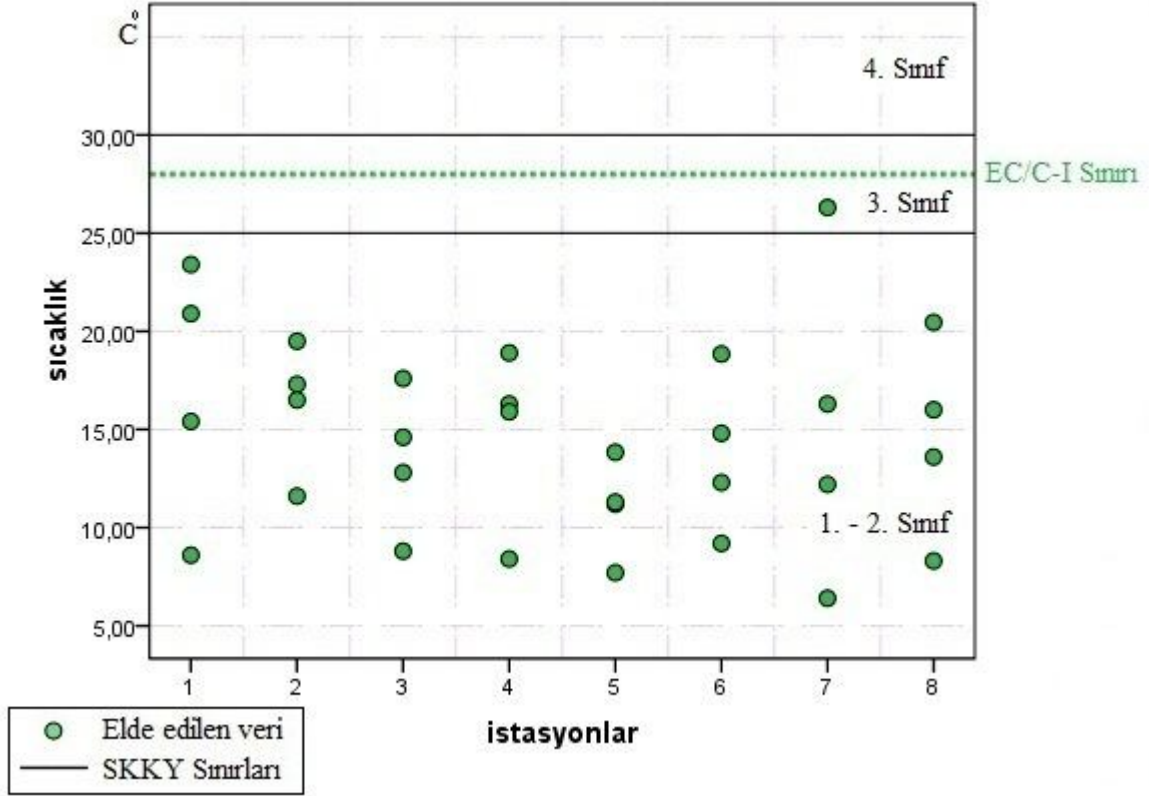
bilgilerine paralel olarak bölgede belirlenen çözünmüş oksijen verileri ile amonyum azotu ve sülfat verileri arasında kuvvetli negatif korelasyonlar tespit edilmiştir ($p<0,01$).



Şekil 4.2 % Oksijen doygunluğu verileri ve bazı sınır değerler.

Tatlı sularda balık sağlığının korunması amacıyla Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid türleri için sudaki çözünmüş oksijen seviyesinin 4 mg/L'nin altına düşmemesi gerekmektedir (EC, 2006). Bölgede tespit edilen çözünmüş oksijen seviyelerinin belirtilen zorunlu değerin oldukça üzerinde olduğu (EC/C-I) tespit edilmiştir. Çelikkale tarafından bildirilen başka bir sınıflandırmaya göre, sudaki optimal çözünmüş oksijen değerlerinin alabalıklar için 9,20-11,50 mg/L, sazanlar için ise 5,00-9,00 mg/L arasında olması gerektiği kaydedilmiştir (Çelikkale, 1994). Emet Çayı Havza sularında belirlenen çözünmüş oksijen verilerinin Çelikkale tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre yine sazanlar açısından risk teşkil etmediği tespit edilmiştir.

Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen sıcaklık seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.3.'te verilmiştir.



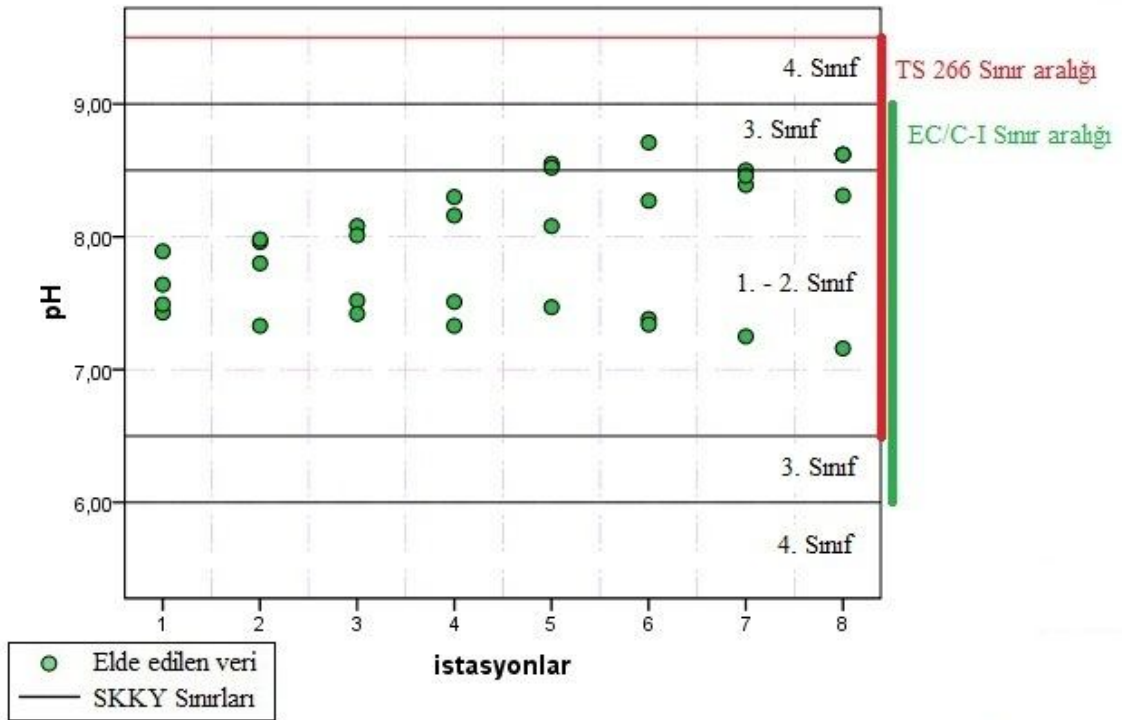
Şekil 4.3 Sıcaklık verileri ve bazı sınır değerler.

Akarsularda sıcaklığın, yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bildirilmektedir (Cirik ve Cirik, 1995). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre, E7 istasyonunda yaz mevsiminde tespit edilen sıcaklık verisi hariç (E7 bu mevsimde 3. Sınıf) Emet Çayı Havza sularında tüm mevsim ve istasyonlarda tespit edilen sıcaklık seviyeleri açısından bölgenin 1.-2. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Bilindiği gibi suyun sucul canlılar açısından sahip olduğu en önemli özelliklerinden biri sahip olduğu yüksek özgül ısıdır ve atmosferdeki ani ya da mevsimlik sıcaklık değişimleri sucul sistemleri aynı hızda etkileyemez (Tanyolaç, 2009). Büyük sucul sistemlerin geç ısınıp geç soğumalarının nedeni suyun sahip olduğu yüksek özgül ısıdır. E7 istasyonu Emet Çayı Havzası'nın önemli kollarından olan Dursunbey Çayı'nın aşağı havzasında belirlenmiştir ve özellikle istasyonun bulunduğu mevkide akarsu yatağı oldukça genişlemekte ve su sığlaşmaktadır. Bu nedenle yaz mevsiminde su sıcaklığı açısından bölgenin 3. Sınıf su kalitesine sahip olması, atmosferik sıcaklık değişimlerinden E7 istasyonun diğer istasyonlardan daha fazla etkilenmesinden ileri gelmektedir ve topoğrafik yapı açısından beklenen bir durumdur.

Tuzların sudaki çözünürlüğünün, genellikle sıcaklığın artışına paralel olarak artış gösterdiği belirtilmiştir (Barlas, 2002). Çalışmamızda tespit edilen sıcaklık verileri ile tuzluluk ($p<0,05$) ve iletkenlik ($p<0,01$) verileri arasında kuvvetli pozitif korelasyonlar tespit edilmiş olması mevcut literatür bilgisini destekler niteliktedir.

Su sıcaklığı, sucul canlıların yaşamları üzerinde çok önemli etkilere sahiptir ve sıcaklık arttıkça canlıların biyolojik ve fizyolojik aktiviteleri artmaktadır. Ayrıca canlıların büyüme ve üreme hızı gibi önemli yaşamsal faaliyetleri de sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Barlas, 2002). Tatlı sularda balık sağlığının korunması amacıyla Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid türleri için su sıcaklığının 28°C 'nin üzerine çıkmaması gerekmektedir (EC, 2006). Bölgede tespit edilen sıcaklık değerlerinin belirtilen zorunlu değerin altında olduğu (EC/C-I) tespit edilmiştir.

Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen pH seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4 pH verileri ve bazı sınır değerler.

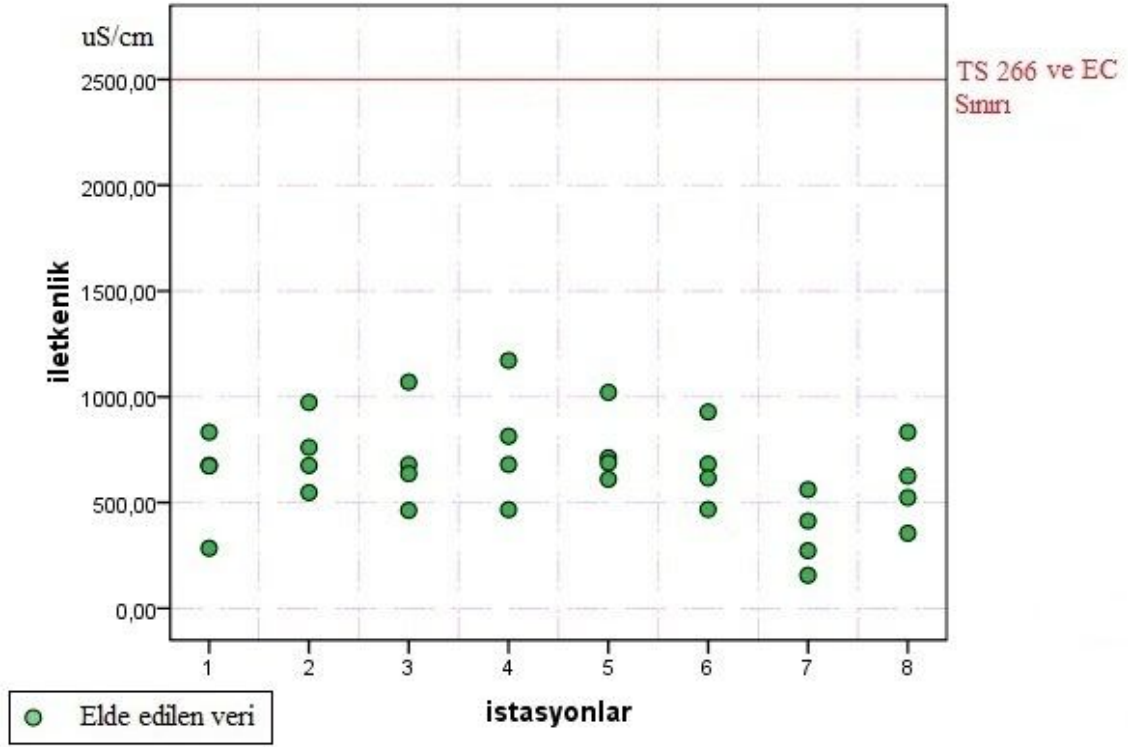
Bölgenin jeolojik yapısı suların pH'ını etkileyen en önemli etkenlerdendir ve tabii suların çoğu karbonat ve bikarbonat içermesi nedeniyle hafif alkali özellik gösterirler. Sucul canlılar için, en uygun pH değeri 6,5-8,5, balıklar için ise genel olarak 6,4-8,6 arasındadır.

(Barlas, 2002; Tanyolaç, 2009). pH değerlerinde gözlenecek sapmalar mevcut aralıklardan uzaklaştığı derecede sucul canlıların yaşamını olumsuz yönde etkileyecektir. Bu nedenle, suyun canlılar için uygunluğunun saptanmasında pH parametresi büyük önem arz etmektedir. Emet Çayı Havza suları pH değerleri açısından hafif alkali karaktere sahiptir ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre E1, E2, E3, E4 ve E7 istasyonları tüm mevsimlerde pH açısından 1.-2. Sınıf su kalitesine sahiptir. Kınık Çayı üzerinde yer alan E5 istasyonunda yaz ve kış mevsimlerinde, E8 istasyonunda yaz ve ilkbahar mevsimlerinde ve E6 istasyonunda ilkbahar mevsiminde tespit edilen pH verileri açısından 3. Sınıf su kalitesine sahiptir. pH değerlerinin aşırı yükselmesi halinde ortamdaki amonyum iyonunun amonyak haline geçerek balıklar için toksik etki yapmasının muhtemel olduğu bildirilmiştir (Ünlü ve Uslu, 1999). Ancak bölgede tespit edilen hafif alkali su pH değerleri bu açıdan sorun teşkil edecek boyutlarda değildir.

Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid sağlığı açısından sulardaki zorunlu pH aralığının (EC/C-I) 6-9 olması beklenmektedir (EC, 2006). Bölgede tespit edilen pH verilerine göre Cyprinid türleri açısından herhangi bir risk söz konusu değildir. Ayrıca havza suları pH değerlerinin, Türk Standartları Enstitüsü'nün insani kullanım amaçlı sular tebliğinde pH için bildirilen 6,5-9,5 aralığının da dışına çıkmadığı tespit edilmiştir (TS 266, 2005).

Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen iletkenlik seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.5.'te verilmiştir.

Suların elektriksel iletkenliği, suda bulunan tuzların veya çözünebilir madde miktarının bir ölçüsüdür ve hem jeolojik hem de dış etkenlere bağlıdır (Höll, 1979). Ancak iletkenlik, jeolojik yapıya ve yağış miktarına bağlı olarak değişim göstermesine rağmen, sudaki besin tuzlarından etkilenmez (Temponeras et al, 2000). Emet Çayı Havza sularında tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin E7 istasyonu hariç önemli istasyonlar farkları sergilemediği, ancak önemli mevsimsel farklar sergilediği belirlenmiştir. Özellikle yaz mevsiminde tüm istasyonlarda kaydedilen iletkenlik verilerinin önemli artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenliğin, tuzluluk ve sıcaklık artışlarına paralel olarak artış gösterdiği bilinmektedir (Barlas, 1995). Yaz mevsiminde tespit edilen yüksek iletkenlik verileri, bölgede tespit edilen tuzluluk değerlerinin istasyonlar ve mevsimsel dağılımının iletkenlik değerleri ile yüksek benzerlik göstermesi ve elektriksel iletkenlik ile sıcaklık ve tuzluluk verileri arasında tespit edilen kuvvetli pozitif korelasyonlar ($p < 0,01$) ile durumun istatistik açıdan da kanıtlanmış olması mevcut literatür bilgisini desteklemektedir.

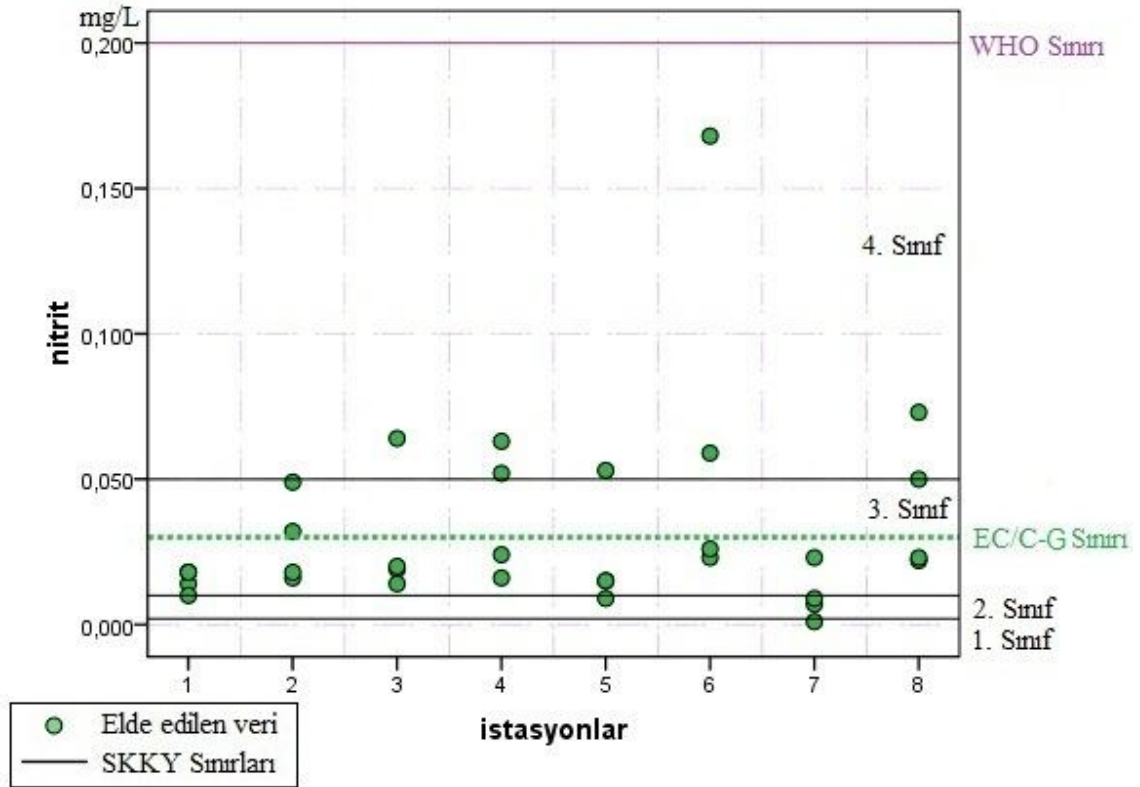


Şekil 4.5 İletkenlik verileri ve bazı sınır değerler.

E7 istasyonunda belirlenen elektriksel iletkenlik ve tuzluluk verileri diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden oldukça düşüktür. Daha önce de belirtildiği gibi E7 istasyonu Dursunbey Çayı'nın aşağı havzasında yer almasına rağmen birçok parametre açısından yukarı havza karakteristiklerine sahiptir. Tarımsal alanlarda kullanılan doğal ve suni gübreler ve evsel atıklar sulardaki tuzluluk miktarını arttırabilir ve tarımsal açıdan değerlendirildiğinde, toprağın verimsizleşmesine neden olabileceğinden sulama sularında yüksek miktarda tuz bulunması istenmeyen bir durumdur (Taş, 2006). Emet Çayı çevresindeki önemli tarım arazilerinin varlığı ve Dursunbey Çayı'na oranla Emet Çayı'nın çok daha fazla evsel deşarja maruz kaldığı göz önüne alındığında, E7 istasyonunda tespit edilen düşük tuzluluk ve elektriksel iletkenlik değerlerinin beklenen bir durum olduğu anlaşılır.

Su ürünleri standartları ve yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması hakkındaki protokolde elektriksel iletkenlik için belirtilen 150-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığının, E7 istasyonu hariç tüm istasyonlarda aşıldığı tespit edilmiştir (Uslu ve Türkman, 1987). Ancak bölgede tespit edilen elektriksel iletkenlik değerlerinin TS 266 ve Avrupa Birliği içme suyu tebliğinde belirtilen 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sınır değerinden oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir (TS 266, 2005; EC, 2007).

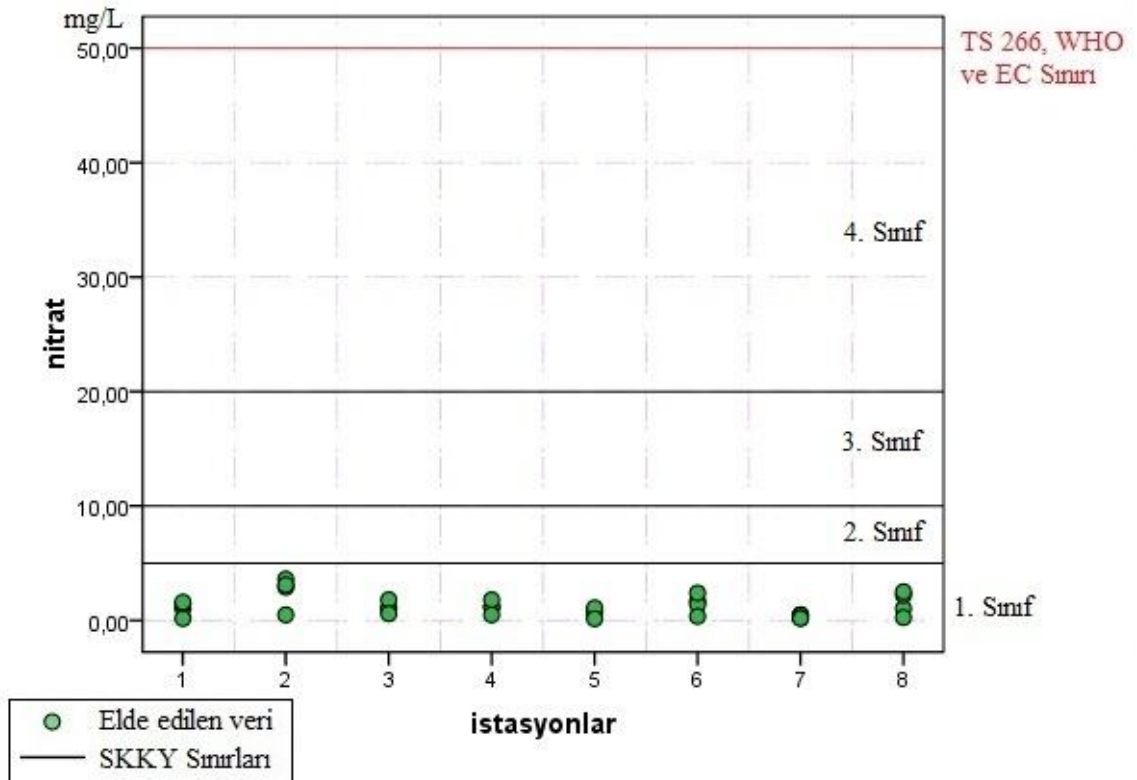
Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen nitrit, nitrat ve amonyum seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafikleri Şekil 4.6. (nitrit), Şekil 4.7. (nitrat) ve Şekil 4.8. (amonyum)'de verilmiştir.



Şekil 4.6 Nitrit verileri ve bazı sınır değerler.

Nitrit, amonyumdan nitrat'a ulaşan biyolojik oksidasyonda ara üründür ve nitrit ya oksitlenerek nitrata ya da indirgenerek amonyağa dönüşür. Çoğunlukla doğal sulardaki yoğunluğu düşüktür. Nedeni ise, yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarında nitritin bir ara ürün olmasıdır. Nitrit organik kirliliğin bulunduğu düşük oksijenli sularda yüksek yoğunluklara ulaşabilir ve yüksek miktarlarda bulunması halinde lağım kirlenmesini akla getirir (Egemen ve Sunlu, 1996). Dünya Sağlık Örgütü tarafından bildirilen içme suyu standartlarına göre sularda nitrit değerinin 0,2 mg/L sınırını aşmaması beklenmektedir (WHO, 2011). Emet Çayı Havza sularında tespit edilen nitrit değerleri oldukça yüksektir ve Emet Çayı üzerindeki istasyonlarda tespit edilen nitrit değerlerinde kademeli bir artış söz konusudur. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre bölge sularında tespit edilen yıllık ortalama nitrit değerleri açısından E1, E2, E3, E4, E5 ve E8 istasyonları 3. Sınıf, E6 istasyonu 4. Sınıf, E7 istasyonu ise 2. Sınıf su kalitesine sahiptir (SKKY,2004). Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine

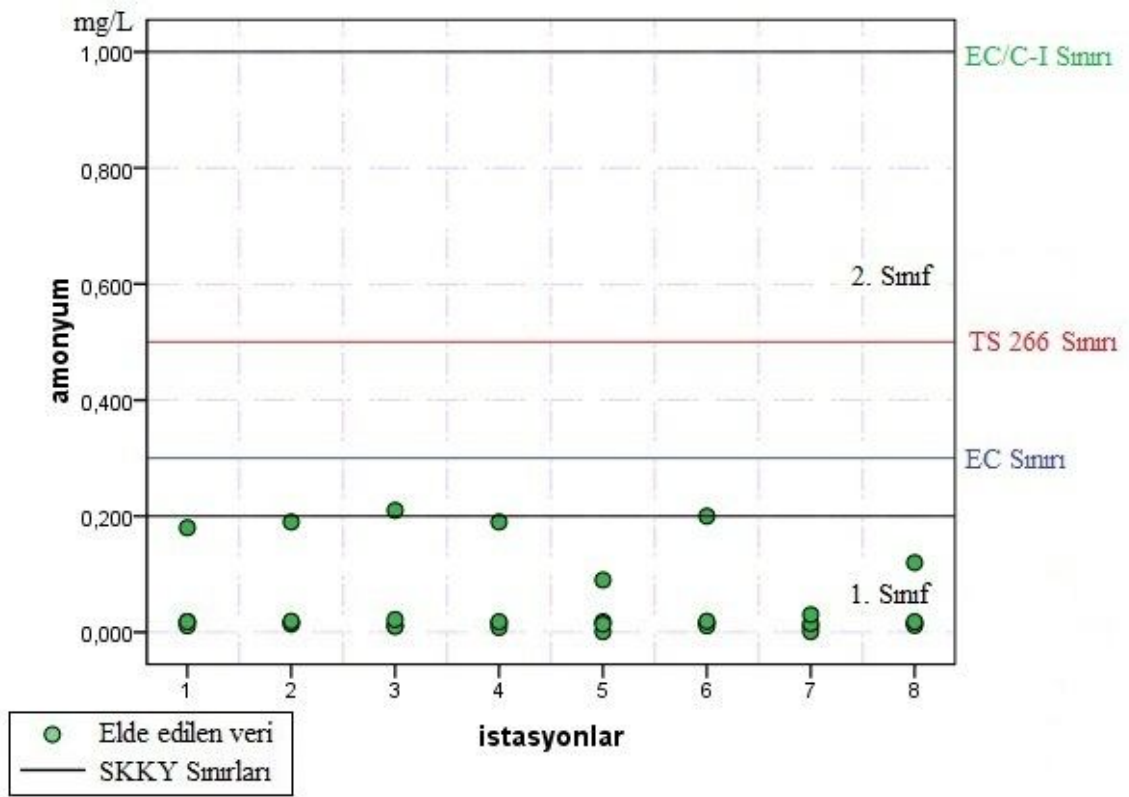
göre, Cyprinid sağlığı açısından sulardaki nitrit konsantrasyonunun 0,03 mg/L sınırını aşmaması (EC/C-G) beklenmektedir (EC, 2006). Buna göre, E4, E6 ve E8 istasyonlarında tespit edilen nitrit konsantrasyonları Cyprinid sağlığı açısından risk arz etmektedir. Emet Çayı birçok yerleşim yerinin kanalizasyon atıklarına maruz kalmakta ve çevresinde birçok tarım arazisi bulunmaktadır. Bilindiği gibi sularda nitritin en önemli kaynakları; organik maddeler, azotlu gübreler ve bazı minerallerdir (Barlas, 2002). Bölge sularında tespit edilen yüksek çözünmüş oksijen seviyelerine rağmen belirlenen yüksek nitrit değerleri, yerleşim yeri atıklarının ya hiç ya da yeterince arıtılmadan sisteme deşarj edildiğini ve havzada kullanılan tarımsal gübrelerin Emet Çayı için önemli bir stres kaynağı olduğunu göstermektedir. E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilen nitrit verileri diğer istasyonlarda (Emet Çayı üzerindeki) tespit edilen değerlerden oldukça düşüktür. Bu nedenle Kınık (E5) ve Dursunbey (E7) çaylarının özellikle evsel atık deşarjları açısından Emet Çayı için herhangi bir risk teşkil etmediği, aksine özellikle Dursunbey Çayı'nın birçok parametre açısından Emet Çayı su kalitesini yükselttiği belirlenmiştir.



Şekil 4.7 Nitrat verileri ve bazı sınır değerler.

Sularda bulunan nitrat, hayvansal ve bitkisel atıkların içerdiği proteinlerin ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesinden ve özellikle de tarımsal alanlarda kullanılan

nitratlı gübrelerden kaynaklanmaktadır. Temiz sularda az miktarda görülen nitrat, azotun akarsularda en yaygın görülen formudur (Barlas, 2002). Bölgede tüm istasyon ve mevsimlerde tespit edilen nitrat değerlerinin, EPA tarafından bildirilen sağlıklı sularda aşılması tavsiye edilen 10 mg/L sınır değerinin altında olduğu, Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği ve TS 266 da 50 mg/L olarak bildirilen sınır değerinin altında olduğu ve SKKY'ne göre nitrat konsantrasyonları açısından 1. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (EPA, 1979; WHO,2011; EC, 2007; TS 266, 2005; SKKY, 2004).



Şekil 4.8 Amonyum verileri ve bazı sınır değerler.

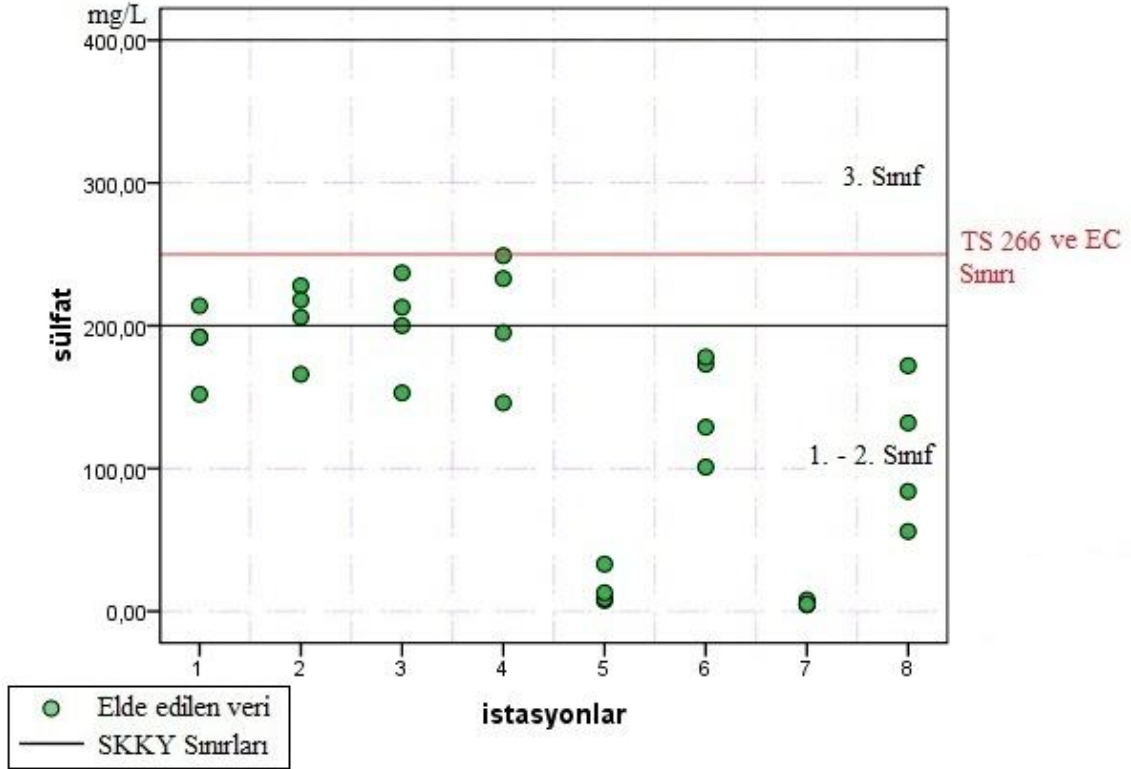
Amonyum, genel olarak azot içeren organik maddelerin parçalanması sonucu meydana gelen bir ara üründür ve çoğu organizma için önemli ölçüde toksik değildir. Organik maddeleri bozulması, organik gübre veya inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı sulardaki amonyum miktarını arttıran önemli faktörlerdir ve oksijenli, temiz sularda çok az miktarda amonyuma rastlanmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996). Bölgede tespit edilen amonyum değerlerinin, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid sağlığı açısından aşılması zorunlu olarak bildirilen 1 mg/L amonyum konsantrasyonu sınırından, Türk Standartları Enstitüsü'nün insani kullanım amaçlı

sular tebliğinde bildirilen 0,5 mg/L amonyum konsantrasyonu sınırından ve Avrupa Birliği içme suyu tebliğinde belirtilen 0,3 mg/L amonyum konsantrasyonu sınırından düşük olduğu ve SKKY'ye göre tüm istasyonların amonyum azotu açısından 1. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (EC, 2006; TS 266, 2005; EC, 2007; SKKY, 2004). Bilindiği gibi deoksidasyon olayı sonucunda nitrat, nitrite ve amonyuma dönüşebilir (Egemen ve Sunlu, 1996). Ancak yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonlarına sahip olduğu tespit edilen Emet Çayı Havza sularında, amonyum seviyeleri oldukça düşüktür ve nitrat ile amonyum konsantrasyonları arasında literatür bilgileri ile paralellik gösteren kuvvetli negatif korelasyon tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Yüzey sularındaki fosfor, nüfus yoğunluğuna, tarımsal gübreleme metotlarına ve gübreleme sıklığına, hayvancılığa, bitki örtüsüne, toprak yapısına, atık su toplama ve arıtma sistemlerine bağlıdır. Kişi başına dışkı ve idrarla günlük fosfor atılımının 1,5 gr olduğu bildirilmiştir. Yine temizlik işlerinde kullanılan ve atık sularla alıcı su ortamına ulaşan deterjanlar da fosfor derişimine etki eden unsurlardır (Uslu ve Türkman, 1987). Ayrıca atıksulardaki fosfatın yaklaşık %50'sinin evsel ve endüstriyel atıklardan geldiği, tarımsal üretim alanlarından sulara karışan fosfat miktarının 0,2-1,0 kg P/ha/yıl olduğu, alıcı sulara fosfatın %91'inin evsel ve endüstriyel atıksulardan, %9'nun ise tarımsal alanlardan geldiği bildirilmektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Sulardaki fosfat konsantrasyonları baz alınarak Uslu ve Türkman tarafından bildirilen sınıflandırmaya göre; fosfat derişimleri 0,02 mg/L'ye kadar olan sular 1. Sınıf, 0,16 mg/L'ye kadar olan sular 2. Sınıf, 0,65 mg/L'ye kadar olan sular 3. Sınıf, 0,65 mg/L'den yüksek olan sular ise 4. Sınıf su kalitesine sahiptir (Uslu ve Türkman, 1987). Bu sınıflandırma sistemine göre, E1, E2, E5, E6 ve E8 istasyonları 3. Sınıf, E3, E4 ve E7 istasyonları ise 4. Sınıf su kalitesine sahiptir.

Çözünmüş inorganik fosfat, fotoototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanır ve besin zincirine katılır (Schwörbel, 1987). Sucul sistemlerin en önemli fotoototfik canlıları fitoplanktonlardır ve mavi-yeşil algler ile yeşil algler bu grubun önemli temsilcileridir. Yaz aylarında mavi-yeşil ve yeşil alglerin populasyon yoğunluklarını arttırdığı ve buna paralel olarak sudaki fosfat miktarının azaldığı bildirilmiştir (Taş, 2003; Tanyolaç, 2009). Mevcut literatür bilgilerine rağmen yaz mevsiminde tüm havza sularında tespit edilen ani fosfat artışlarının, bu mevsimde meydana gelen aşırı fosfat deşerjlarından ileri geldiği; evsel atıklar ve özellikle kırsal yerleşim bölgelerinden akarsuya verilen deterjanlar ve türevlerinin de bu deşerjların önemli kısmını oluşturduğu düşünülmektedir.

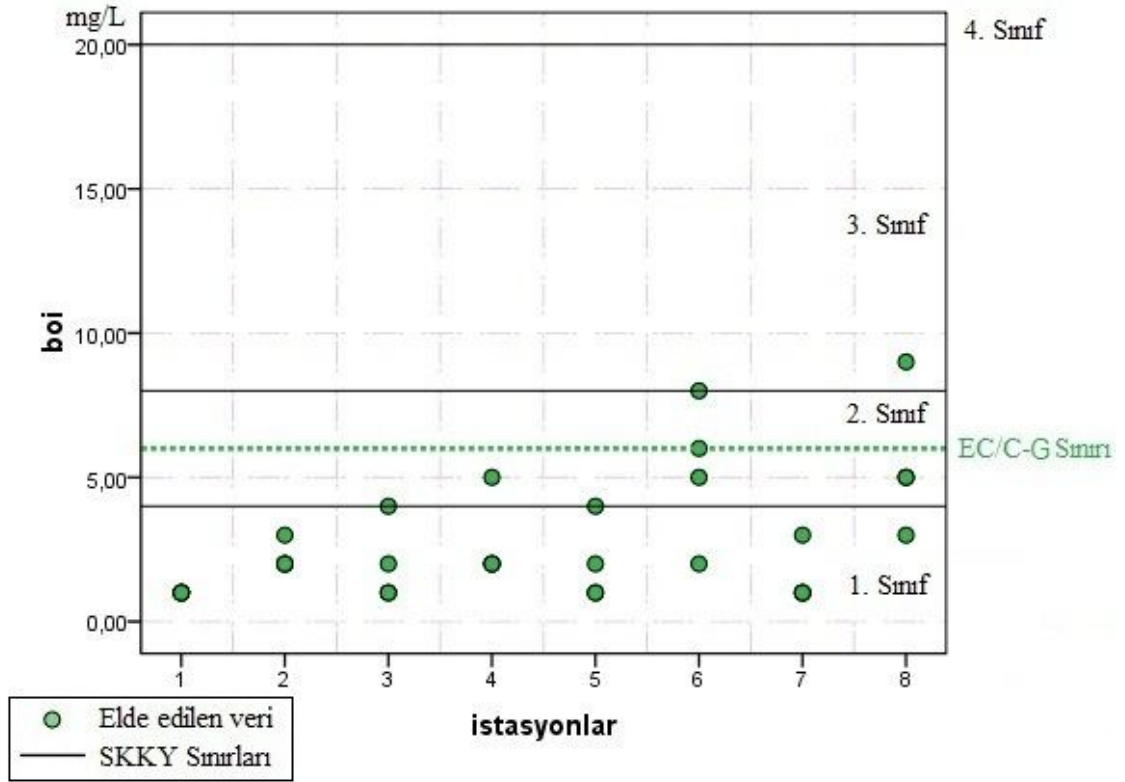
Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen sülfat seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.9.'da verilmiştir.



Şekil 4.9 Sülfat verileri ve bazı sınır değerler.

Sülfatın doğal sulardaki ekolojik önemi çeşitlilik arz eder. Ancak özellikle bitki büyümesi olmak üzere biyolojik verimin artması için ortamda bulunması gerekliliği ve yeterince bulunmaması durumunda ortamdaki fitoplankton gelişimini olumsuz etkilemesi en önemli ekolojik görevlerindendir (Atıcı ve Obalı, 1999; Tanyolaç, 2009). SKKY'ye göre sülfat içerikleri açısından E1, E5, E6, E7 ve E8 istasyonlarının 2. Sınıf su kalitesine sahip olduğu, E2, E3 ve E4 istasyonlarının ise 3. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Ayrıca Emet Çayı Havza sularında tespit edilen sülfat değerlerinin TS 266 ve EC kriterlerinde bildirilen ve 250 mg/L olan sınır değerinden düşük olduğu belirlenmiştir (TS 266, 2005; EC, 2007). E5 (Kınık Çayı) ve E7 (Dursunbey Çayı) istasyonlarında tespit edilen sülfat değerlerinin diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden (Emet Çayı üzerindeki) oldukça düşük olduğu ve düşük sülfat içeriğine sahip bu iki çayın Emet Çayı'nın aşağı havza sularının kalitesini bu parametre açısından önemli ölçüde attırdığı tespit edilmiştir.

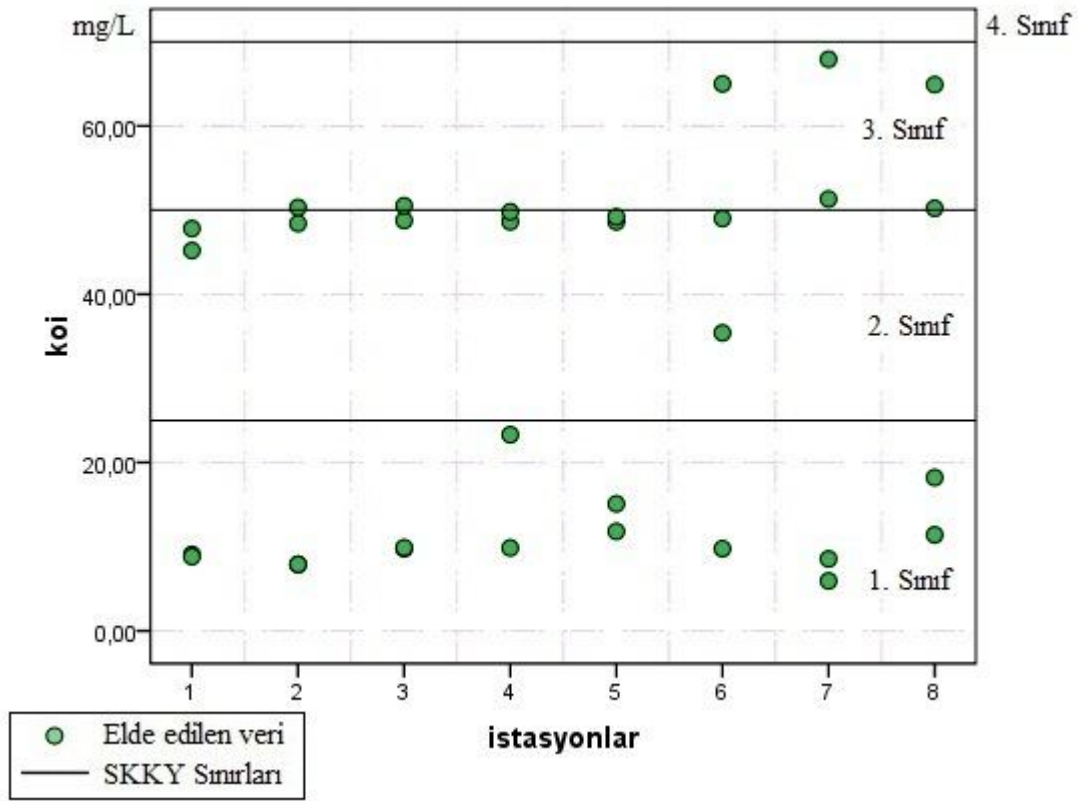
Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.10.'da verilmiştir.



Şekil 4.10 BOİ verileri ve bazı sınır değerler.

Sucul sistemlerde biyolojik aktivitenin ve organik madde içeriğinin önemli göstergelerinden olan Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) verileri, Emet Çayı Havza sularında oldukça düşüktür. Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid sağlığı açısından (EC/C-G) sucul sistemlerde BOİ değerinin 6 mg/L'yi aşmaması gerektiği bildirilmiştir (EC, 2006). E6 ve E8 istasyonlarında kış mevsiminde tespit edilen BOİ değerleri hariç diğer mevsim ve istasyonlarda tespit edilen BOİ değerleri belirtilen sınırı aşmamaktadır. Ayrıca SKKY'ne göre yıllık ortalama BOİ değerleri açısından E1, E2, E3, E4, E5 ve E7 istasyonları 1. Sınıf, E6 ve E8 istasyonları ise 2. Sınıf su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). Sulardaki BOİ'nin yaklaşık olarak %33'ü tarımsal faaliyetler sonucu meydana gelir. Ancak bazı büyük yerleşim yerlerinde yağmur suyu çıkışlarının ve yerleşim yeri foseptiğinin aynı yolu kullanması, foseptik arıtım tesislerinin yağmur akıntısı ile karışmış foseptiği işleyemeden, hacim artışları nedeni ile yakın sucul sistemlere arıtamadan vermesi, BOİ değerlerinin artmasında önemli bir faktör halini alırlar (Akman ve ark., 2004). Özellikle kış mevsiminde E6 ve E8 istasyonlarında tespit edilen ani BOİ yükseliş nedeninin aşırı yağışlar nedeni ile yerleşim yeri kanalizasyonlarından kaynaklanana anlık yükselişler olduğu düşünülmektedir.

Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.11 KOİ verileri ve bazı sınır değerler.

SKKY'ne göre yıllık ortalama Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) değerleri açısından tüm istasyonlar 2. Sınıf su kalitesine sahip olmasına rağmen, özellikle sonbahar mevsiminde E6, E7 ve E8 istasyonlarının bu parametre açısından 3. Sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Sonbahar mevsiminde tüm havza sularında KOİ değerlerinin artış nedeni artan yağış miktarları nedeni ile zengin organik içerikli yüzey akışlarının sisteme deşarjı olabilir.

Bölgede tespit edilen kalsiyum karbonat verilerinin özellikle yaz mevsiminde tüm istasyonlarda önemli artışlar sergilediği, sıcaklık verileri ile sertlik verileri arasında anlamlı pozitif korelasyonlar bulunduğu ($p < 0,05$) ve havza sularının “sert su” ve “çok sert su” karakteristiğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde artan su sıcaklıklarının, akarsu yatağı kayalar ile sular arasındaki etkileşimi hızlandırdığı, bu durumun da su sertlik değerlerinin arttırdığı düşünülmektedir. Sudaki kalsiyum element konsantrasyonları ile sıcaklık

verileri arasında tespit edilen anlamlı pozitif ilişkiler ($p < 0,05$) istatistiki olarak ta bu yargıyı doğrular niteliktedir. Su sertliği, içerdiği kalsiyum ve magnezyum iyonlarından kaynaklanmaktadır. Bu iki iyon birlikte suyun sertliğini oluştururlar ve su kalitesi açısından önemli bir özelliktir. 100 mg/L'ye kadar ve bu değeri aşan konsantrasyonlar, kalsiyum açısından doğal sularda normal kabul edilen limitlerdir. Magnezyum ise kalsiyuma oranla doğal sularda daha az bulunmaktadır (ortalama 50 mg/L, nadiren 100 mg/L'den yüksek). Bu nedenle su sertliğini domine eden element genellikle kalsiyumdur (National Research Council, 1977). Mevcut literatür bilgisine paralel olarak çalışmamızda tespit edilen su sertliği verileri ile sudaki kalsiyum element konsantrasyonları arasında 0,770 korelasyon katsayısına sahip kuvvetli pozitif ilişki tespit edilmiştir ($p < 0,01$). E5 istasyonundan itibaren (Kınık Çayı deşarjından itibaren) suda tespit edilen yüksek magnezyum içeriklerine rağmen Emet Çayı Havza sularında su sertlik değerlerinin kalsiyum elementi tarafından domine edildiği tespit edilmiştir.

İzlenen verilerin sınıflandırılması, modellenmesi ve yorumlanması, ekosistem kalitesinin değerlendirilmesinde atılacak en önemli adımlardır (Boyacıoğlu, 2006). Sistemdeki varyansların çoğunun değerlendirilebilmesi için, Kümeleme Analizi, Temel Bileşen Analizi ve Faktör Analizi gibi farklı multivaryete istatistik uygulamaları, sistem için önemli bileşenlerin ya da faktörlerin belirlenmesinde çok büyük katkılar sağlarlar (Ouyang et al, 2006; Shrestha and Kazama, 2007).

Faktör yükleri için geliştirilen sınıflandırmaya göre, 0,75'den büyük olan faktör yükleri “güçlü”, 0,75-0,50 arasında olanlar “orta”, 0,50'den düşük olan faktör yükleri ise “zayıf” olarak nitelendirilmektedir (Liu et al, 2003). Uluabat Gölü'nde yapılan bir çalışmada, gölde tespit edilen bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik su kalite parametre sonuçlarına Faktör Analizi uygulanmış, “Mikrobiyolojik Faktör”, “Organik -Nutrient Faktörü” ve “Fizikokimyasal Faktör” olarak isimlendirilen ve total varyansın %77,35'ini açıklayan üç faktör belirlenmiştir (İscen et al, 2007). Elde edilen verilerine göre, Emet Çayı'nın da döküldüğü Mustafa Kemal Paşa Çayı'nın Uluabat Gölüne önemli miktarda koliform, nitrat ve fosfat taşıdığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda ilişkili fizikokimyasal veriler kullanılarak yapılan Faktör Analizi sonuçlarına göre, mevcut çalışma ile paralel olarak “Nutrient Faktörü”, “Tarımsal Faktör” ve “pH Faktörü” olarak isimlendirilen ve total varyansın %71,53'ünü açıklayan üç faktör tespit edilmiştir. Özellikle “Tarımsal Faktör” bileşenlerini oluşturan, güçlü derecede pozitif yüklü ($> 0,75$) nitrit ve orta derecede pozitif yüklü (0,75-0,50) fosfat, nitrat ve potasyum parametrelerinin aynı factor altında toplanmaları, sistemin önemli bir tarımsal baskıya maruz kaldığını ve bu deşarjı Uluabat Gölü'ne taşıdığını açıkça göstermektedir. Havzada tespit edilen özellikle fosfat, nitrit ve sülfat değerlerinin oldukça yüksek oluşu ve nitrit ve sülfat değerleri açısından çoğu istasyonun 3. Sınıf

su kalitesine sahip olması, hem mevcut literatür bilgileri ile hem de yukarıda bildirilen havza öngörüsü ile paralellik göstermektedir.

4.2 Elementler

4.2.1 Suda ve sedimentte tespit edilen elementler

Emet Çayı Havzası sularında tespit edilen element akümülyasyon seviyeleri, Avrupa Birliği Komisyonu'nun tatlı sularda balık sağlığının korunması amacıyla sağlanması gereken su kalite kriterleri direktifine (EC), Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynakları Yönetmeliği'ne (SKKY), Çevre Koruma Ajansı tarafından tavsiye edilen su kalite kriterlerine (EPA), Türk Standartları Enstitüsü'nün insani tüketim amaçlı sular tebliğine (TS 266), Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suları kalitesi tebliğine (WHO) ve yine Avrupa Birliği Komisyonu'nun içme suları direktifine (EC) göre değerlendirilmiştir (EC, 2006; SKKY, 2004; EPA, 2002; TS 266, 2005; WHO, 2011; EC, 2007).

Emet Çayı Havzası sedimentlerinde tespit edilen element akümülyasyon seviyeleri ise, farklı araştırmacıların ve kuruluşların geliştirdiği çeşitli sediment kriterlerinin yer aldığı Sediment Kalite Yönergesi (SQG) (MacDonald et al., 1996; Swartz, 1999) ve MacDonald ve arkadaşları (2000) tarafından, ortaya konulan konsensus tabanlı sediment kalite yönergesi ile karşılaştırılmıştır (MacDonald et al., 2000). Tatlısu ekosistemlerinde yaşayan organizmaların korunması amacıyla geliştirilen Sediment Kalite Yönergesi (SQG), Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC) ve Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC) olmak üzere iki kategoride gruplandırılmıştır. Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC), sedimentte yaşayan canlılarda zararlı etkilerin sıklıkla gözlenmediği, düşük kontaminant konsantrasyonlarının etkilerini sınıflandırmaya yöneliktir ve Eşik Etki Seviyeleri (TEL) (Smith et al., 1996; EPA, 1996), Etki Aralıkları-Düşük (ERL) (Long and Morgan, 1991), En Düşük Etki Seviyeleri (LEL) (Persaud et al., 1993) ve Minimal Etki Eşikleri (MET) (ECMENVIQ, 1992) kriterlerini içermektedir. Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC) ise, sedimentte yaşayan canlılarda zararlı etkilerin yüksek sıklıkta gözlendiği, yüksek kontaminant konsantrasyonlarının etkilerini sınıflandırmaya yöneliktir ve Muhtemel Etki Seviyeleri (PEL) (Smith et al., 1996; EPA, 1996), Etki Aralıkları-Median (ERM) (Long and Morgan, 1991), Şiddetli Etki Seviyeleri (SEL) (Persaud et al., 1993) ve Toksik Etki Eşikleri (TET) (ECMENVIQ, 1992) kriterlerini içermektedir. Konsensus tabanlı Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC Konsensusu), Sediment Kalite Yönergesindeki (SQG), TEC kategorisinde yer alan kriterlerin (TEL, ERL, LEL ve MET) geometrik ortalamalarının hesaplanması ile, konsensus tabanlı Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC Konsensusu) ise, Sediment Kalite Yönergesindeki (SQG), PEC kategorisinde yer alan kriterlerin (PEL, ERM,

SEL ve TET) geometrik ortalamalarının hesaplanması ile elde edilen sınır değerlerdir. Çalışmamızda kullanılan sediment kalite kriterleri ve açıklamalarının yer aldığı çizelge, Çizelge 4.1.'de verilmiştir (MacDonald et al., 2000).

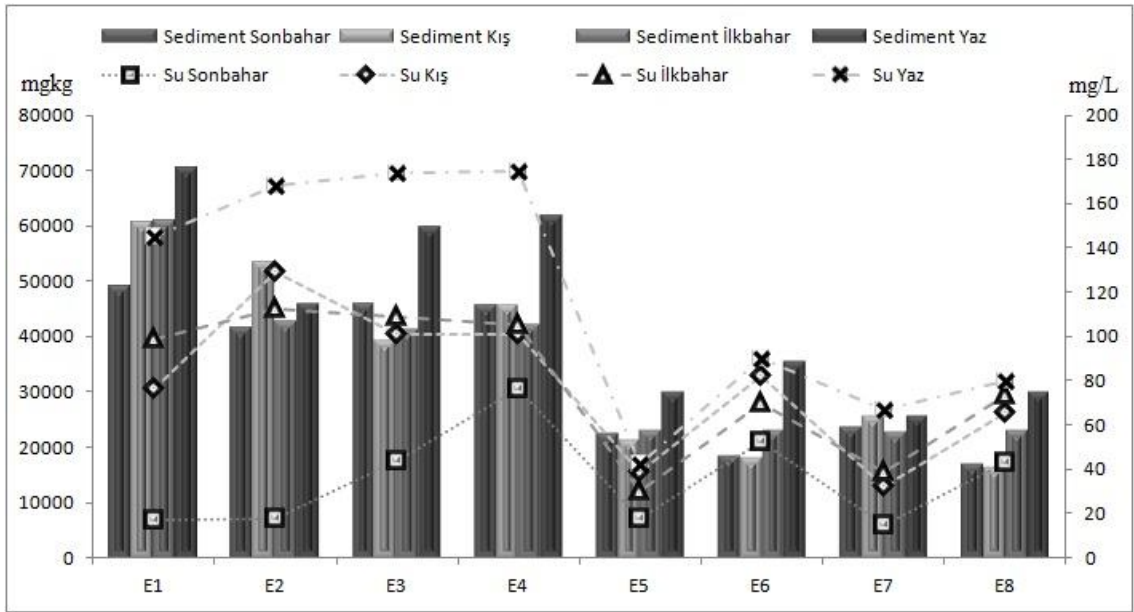
Çizelge 4.1 Sediment kalite kriterleri ve açıklamaları.

Kriterler	Açıklamaları
Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC)	
En Düşük Etki Seviyeleri (LEL)	Bu sınırın altındaki kimyasal konsantrasyonlarında genellikle sedimentteki canlılarda olumsuz etkiler gözlenmez
Eşik Etki Seviyeleri (TEL)	Bu sınırın altındaki kimyasal konsantrasyonlarında sedimentteki canlılarda olumsuz etkiler çok nadiren gözlenir
Etki Aralıkları - Düşük (ERL)	Bu sınırın altındaki kimyasal konsantrasyonlarında genellikle sedimentteki canlılarda olumsuz etkiler gözlenmez
<i>Hyaella azteca</i> için Eşik Etki Seviyeleri (TEL-HA28)	Bu sınırın altındaki kimyasal konsantrasyonları, amfipodlardan <i>Hyaella azteca</i> türlerinin büyüme ve hayatta kalmalarını nadiren etkiler (28 günlük test sonuçlarına göre)
Minimal Etki Eşikleri (MET)	Bu sınırın altındaki kimyasal konsantrasyonlarında genellikle sedimentteki canlıların çoğunda olumsuz etkiler gözlenmez
Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC)	
Şidetli Etki Seviyeleri (SEL)	Bu sınırın üzerindeki kimyasal konsantrasyonlarında genellikle sedimentteki canlılarda olumsuz etkiler gözlenir
Muhtemel Etki Seviyeleri (PEL)	Bu sınırın üzerindeki kimyasal konsantrasyonlarında sedimentteki canlılarda olumsuz etkiler çok sık gözlenir
Etki Aralıkları - Median (ERM)	Bu sınırın üzerindeki kimyasal konsantrasyonlarında genellikle sedimentteki canlılarda olumsuz etkiler gözlenir
<i>Hyaella azteca</i> için Muhtemel Etki Seviyeleri (PEL-HA28)	Bu sınırın üzerindeki kimyasal konsantrasyonları, amfipodlardan <i>Hyaella azteca</i> türlerinin büyüme ve hayatta kalmalarını sıklıkla etkiler (28 günlük test sonuçlarına göre)
Toksik Etki Eşikleri (TET)	Bu sınırın üzerindeki kimyasal konsantrasyonlarında genellikle sedimentteki canlıların çoğunda olumsuz etkiler gözlenir

Çalışmamızda suda ve sedimentte tespit edilen element analiz sonuçlarının mevcut kriterler açısından durumunun daha anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilmesi amacıyla, suda ve sedimentte sözü geçen kriterlerde limit değere ya da değerlere sahip her bir element için ayrı ayrı Scatter Dot Noktalama Diyagramları kullanılmıştır. Ayrıca suda ve sedimentte belirlenen elementlerin, istasyonlar ve mevsimler arasındaki akümülyasyon seviyeleri farklarının daha kolay, anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilmesi için, bulgular kısmındaki birçok çizelgenin özeti niteliğini taşıyan, iki değişkenli, abiyotik bileşenlerin element birikim grafikleri kullanılmıştır.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyon ve mevsimsel olarak tespit edilen kalsiyum birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.12.'de verilmiştir.

Tatlı sularda en bol bulunan elementlerden biri olan kalsiyum daha öncede bahsedildiği gibi suyun sertliğini meydana getiren primer elementtir (National Research Council, 1977; Tanyolaç, 2009). Sulardaki kalsiyumun neredeyse tamamının kaya tabakalarından sağlandığı ve iyonların bu yapılardan çözünerek göllere ve nehirlerle taşındığı bilinmektedir (Tanyolaç, 2009). Özellikle yaz mevsiminde hem sudaki hem sedimentteki kalsiyum akümülyasyonlarının belirgin derecede artış gösterdiği belirlenmiştir. Daha öncede bahsedildiği gibi bu durumun artan su sıcaklıklarına paralel olarak kayaların çözünme hızındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. E1, E2, E3 ve E4 istasyonları Emet Çayı üzerinde bulunmakta ve hem sudaki hem sedimentteki kalsiyum içerikleri diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden önemli ölçüde yüksektir. E5 ve E7 istasyonları Kınık ve Dursunbey Çayları üzerinde olduğundan akarsu yataklarının farklı jeolojik özellikleri nedeni ile Emet Çayı'ndan çok daha düşük kalsiyum içeriklerine sahiptirler ve Emet Çayı'na döküldükleri noktadan itibaren hem sudaki hem sedimentteki kalsiyum seviyelerinin belirgin biçimde düşüşüne neden olurlar.

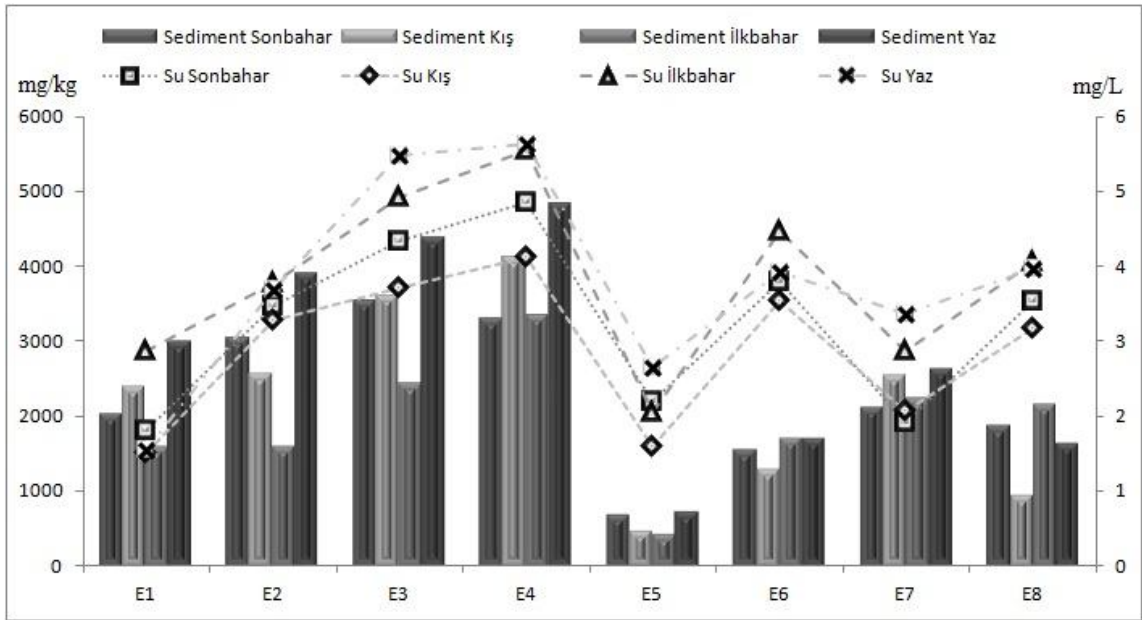


Şekil 4.12 Su ve sedimentteki kalsiyum akümülyasyon seviyeleri.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonal ve mevsimsel olarak tespit edilen potasyum birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.13.'de verilmiştir.

Emet Çayı üzerindeki özellikle E1, E2, E3 ve E4 istasyonlarının sedimentinde belirlenen potasyum değerlerinin yaz mevsiminde önemli artışlar kaydettiği, E5 istasyonunda

hem suda hem sedimentte tespit edilen potasyum içeriklerinin diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden oldukça düşük olduğu ve Kınık Çayı'nın Emet Çayı potasyum içeriklerini önemli ölçüde seyrelttiği tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde potasyum içeriklerde gözlenen önemli artışların, kayalardan çözünme hızının sıcaklıkla birlikte artışından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hem suda hem sedimentte tespit edilen ve primer kaynağının kayaç yapısı olduğu bilinen kalsiyum element seviyeleri ile potasyum element seviyeleri arasında tespit edilen kuvvetli pozitif korelasyonlar ($p<0,01$), bu yargıyı istatistiki olarak ta destekler niteliktedir (Tanyolaç, 2009).

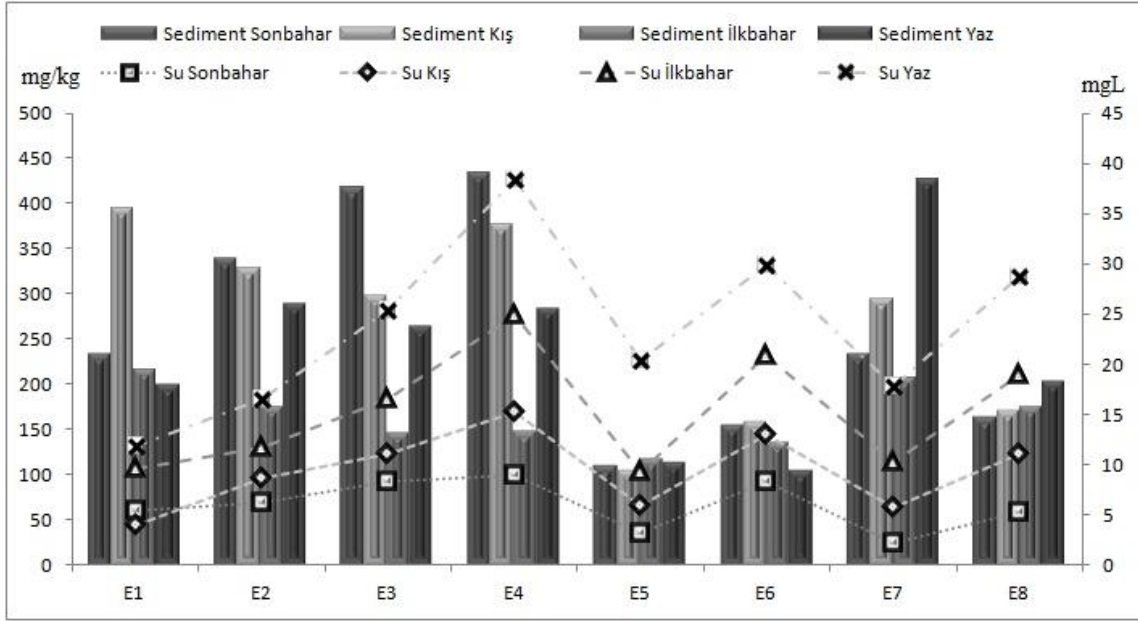


Şekil 4.13 Su ve sedimentteki potasyum akümülyasyon seviyeleri.

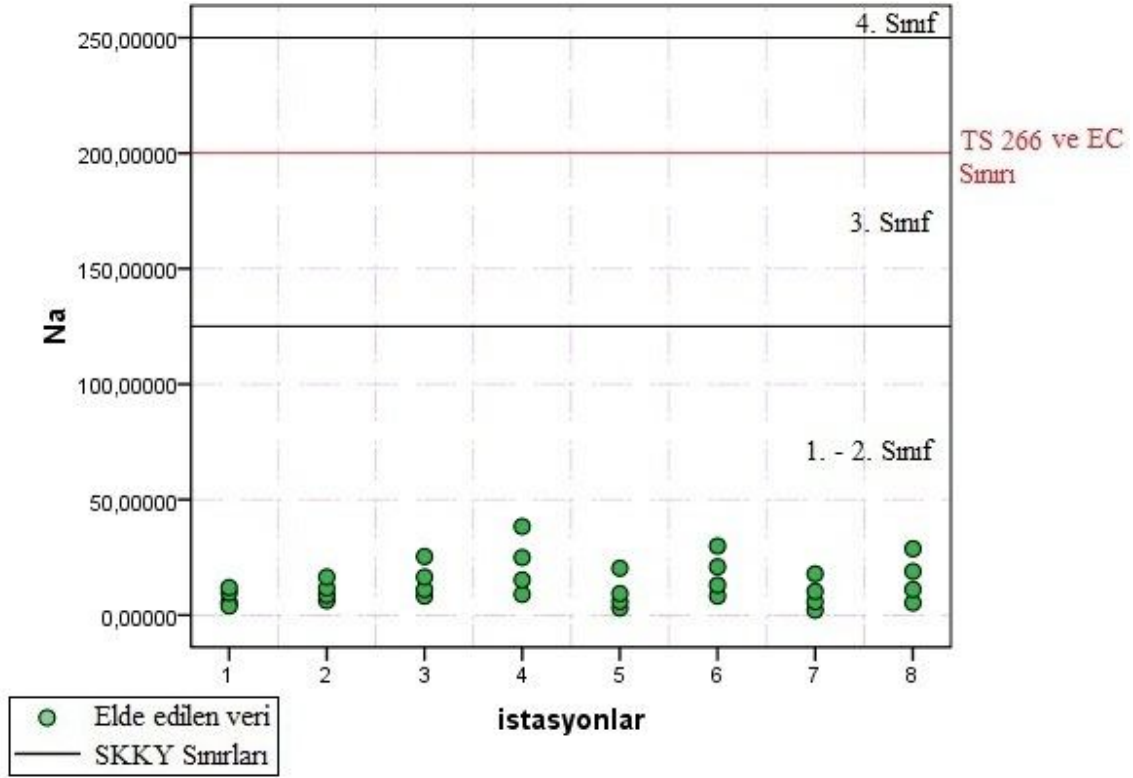
Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonlar ve mevsimsel olarak tespit edilen sodyum birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.14.'te, bölge sularında tespit edilen sodyum seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.15.'te verilmiştir.

Suda tespit edilen sodyum akümülyasyonlarının özellikle yaz mevsiminde önemli artışlar sergilediği belirlenmiştir. Suda ve sedimentte tespit edilen kalsiyum konsantrasyonları ile sodyum konsantrasyonları arasında oldukça yüksek korelasyon katsayılarına sahip (suda 0,602, sedimentte 0,451) kuvvetli pozitif ilişkiler kaydedilmiştir ($p<0,01$). Bu durum, bölge sularındaki sodyum içeriklerinin kalsiyum elementinde olduğu gibi primer kaynağının kayaç yapısı olduğunu akla getirmektedir. Kınık Çayı üzerinde yer alan E5 istasyonunda tespit edilen

sodyum derişimlerinin hem suda hem sedimentte diğer istasyonlardan önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir. Dursunbey Çayı'nın aşağı havzasında yer alan E7 istasyonunda suda tespit edilen nispeten düşük sodyum içeriğine rağmen sedimentte tespit edilen yüksek sodyum miktarlarının, alkali su karakterine sahip bölgede elementin suda çözünmeden sedimentasyona uğraması nedeniyle gözlenmiş olabileceği düşünülmektedir.



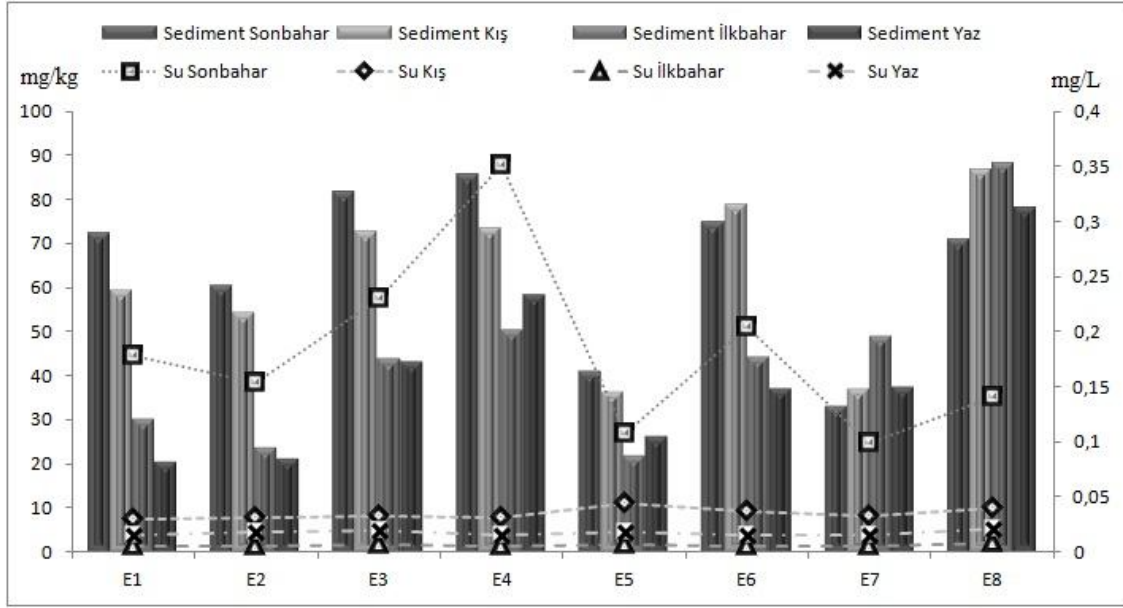
Şekil 4.14 Su ve sedimentteki sodyum akümülayon seviyeleri.



Şekil 4.15 Sudaki sodyum verileri ve bazı sınır değerler.

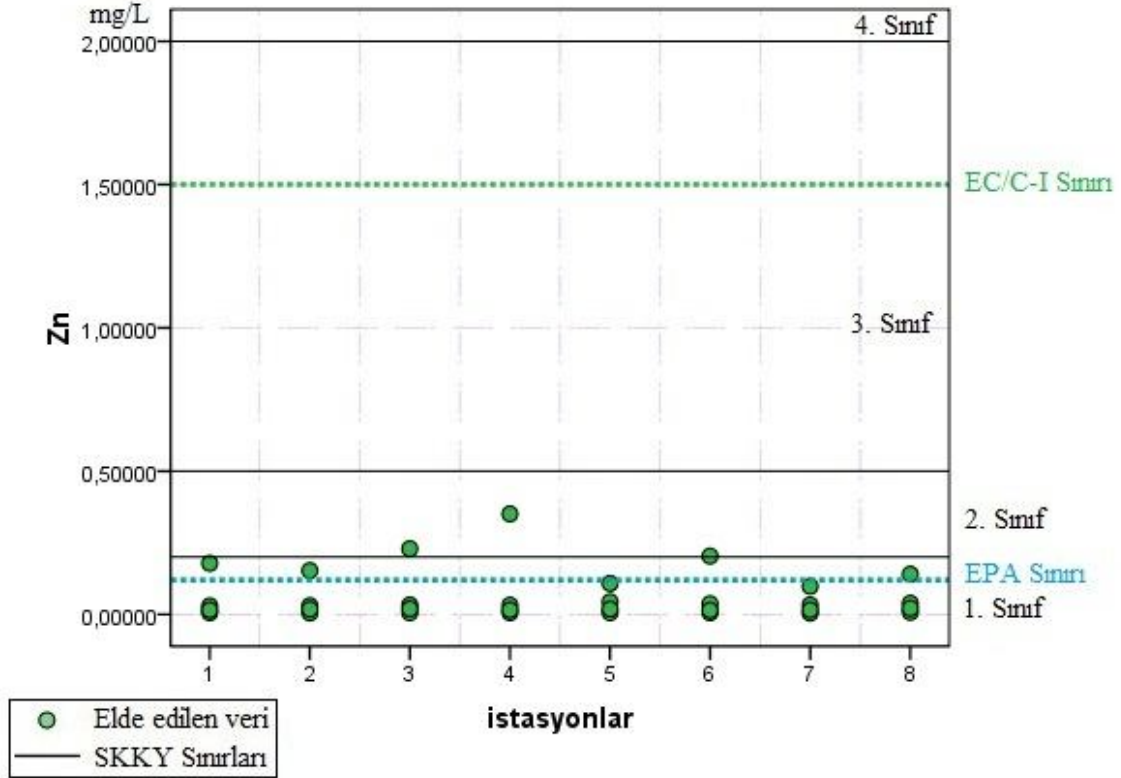
SKKY'ne göre sularda tespit edilen sodyum içerikleri açısından tüm istasyonların 1.-2. Sınıf su kalitesine sahip olduğu, TS 266 ve EC içme suyu direktifinde sodyum için bildirilen 200 mg/L limit değerinden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (SKKY, 2004; TS 266, 2005; EC, 2007).

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen çinko birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.16.'da, bölge sularında tespit edilen çinko seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.17.'de, bölge sedimentlerinde tespit edilen çinko seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.18.'de verilmiştir.



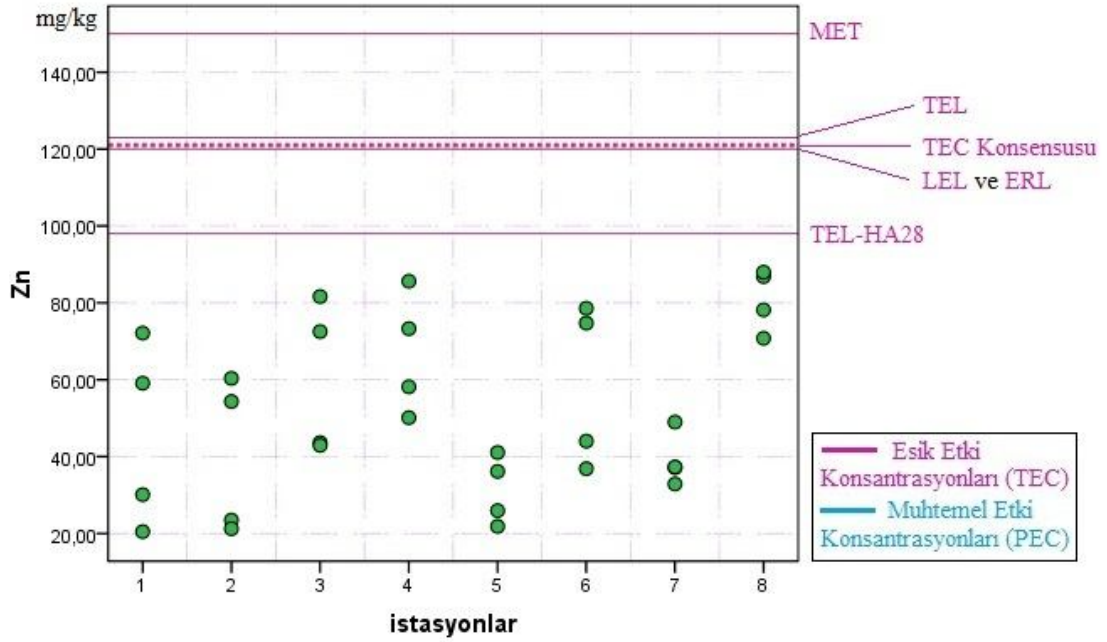
Şekil 4.16 Su ve sedimentteki çinko akümülayon seviyeleri.

Çinko, yerkabuğunda en bol bulunan elementlerden biridir ve doğal süreçler ile insan aktiviteleri sonucu havaya, toprağa ve suya geçmektedir (ATSDR, 2005). Bölgede suda tespit edilen ve özellikle yukarı havza sedimentlerinde tespit edilen çinko seviyelerinin sonbahar ve kış mevsimlerinde önemli artışlar sergilediği, sonbahar mevsiminde tüm havza sularında belirlenen çinko verilerinin ise diğer mevsimlerden belirgin biçimde yüksek olduğu kaydedilmiştir. Bilindiği gibi gübreler toprağa çinko geçişinde önemli bir etkiye sahiptir ve yağmurlar havadan ve topraktan sulara çinko geçişini hızlandırabilir (ATSDR, 2005). Tarım arazilerinin ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu havzada, sonbahar gibi yağış miktarının oldukça yüksek olduğu mevsimlerde toprakların yıkanması sonucu çinkolu bileşikler sulara geçişi hızlanabilir.



Şekil 4.17 Sudaki çinko verileri ve bazı sınır değerler.

Suda tespit edilen çinko konsantrasyonları açısından SKKY'ne göre, E3 ve E4 istasyonlarında sonbahar mevsiminde tespit edilen veriler hariç (bu mevsimde E3 ve E4 istasyonları 2. sınıf) tüm havza suları 1. Sınıf su kalitesine sahiptir ($<0,2$ mg/L) (SKKY,2004). Sonbahar mevsiminde E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilen çinko değerlerinin, Çevre Koruma Ajansı tarafından bildirilen yüzey sularındaki maksimum çinko limit değerinden (0,12 mg/L) yüksek olduğu belirlenmiştir (EPA, 2002). Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid türleri için suda bulunabilecek azami çinko konsantrasyon seviyelerinin sudaki kalsiyum karbonat miktarına (su sertliği) göre değişim gösterdiği bildirilmiştir. Buna göre Emet Çayı Havza sularında ortalama 300-400 mg/L olarak belirlenen CaCO_3 miktarlarına göre, çinko derişiminin 1,5 mg/L zorunlu sınırını aşmaması gerektiği hesaplanmıştır (EC/C-I). Bölgede elde edilen tüm çinko değerlerinin bu sınır değerinin altında olduğu ve bu parametrenin havzada Cyprinid sağlığı açısından herhangi bir risk teşkil etmediği tespit edilmiştir (EC, 2006).

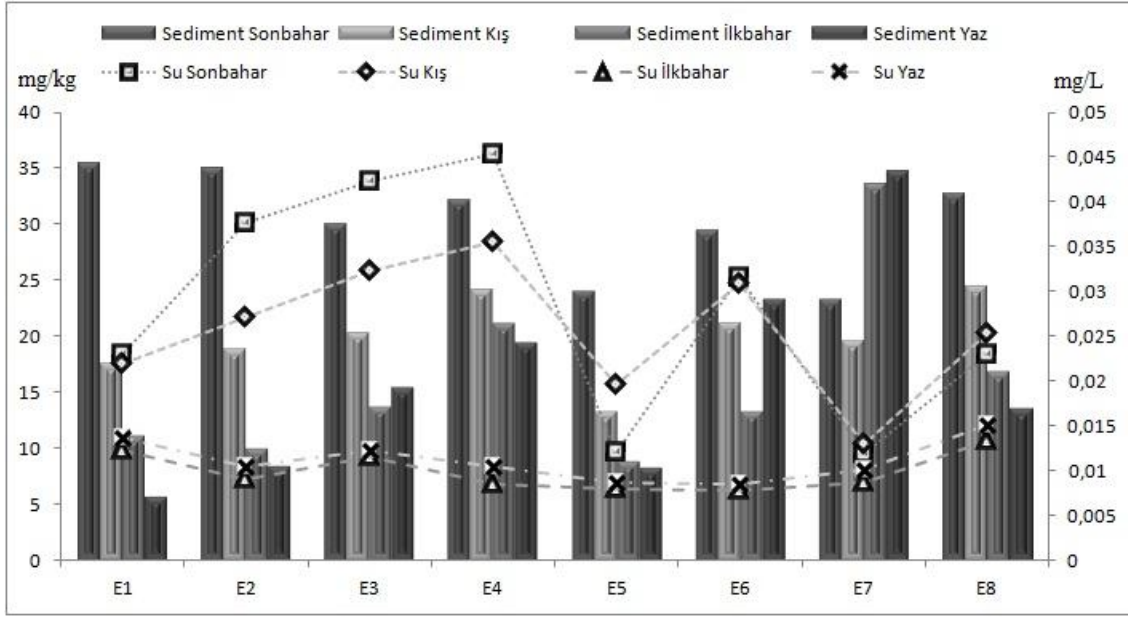


Şekil 4.18 Sedimentteki çinko verileri ve bazı sınır değerler.

Havza sedimentlerinde sularda olduğu gibi çinko elementi tarafından önemli bir kontaminasyona maruz kalmadığı ve sedimentler için bildirilen kalite kriterleri sınır değerlerini aşmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca tüm istasyonlarda tespit edilen çinko akümüasyonlarının McDonald ve ark tarafından bildirilen Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC) sınır değerlerinin bile oldukça altında olduğu kaydedilmiştir (McDonald et al, 2000).

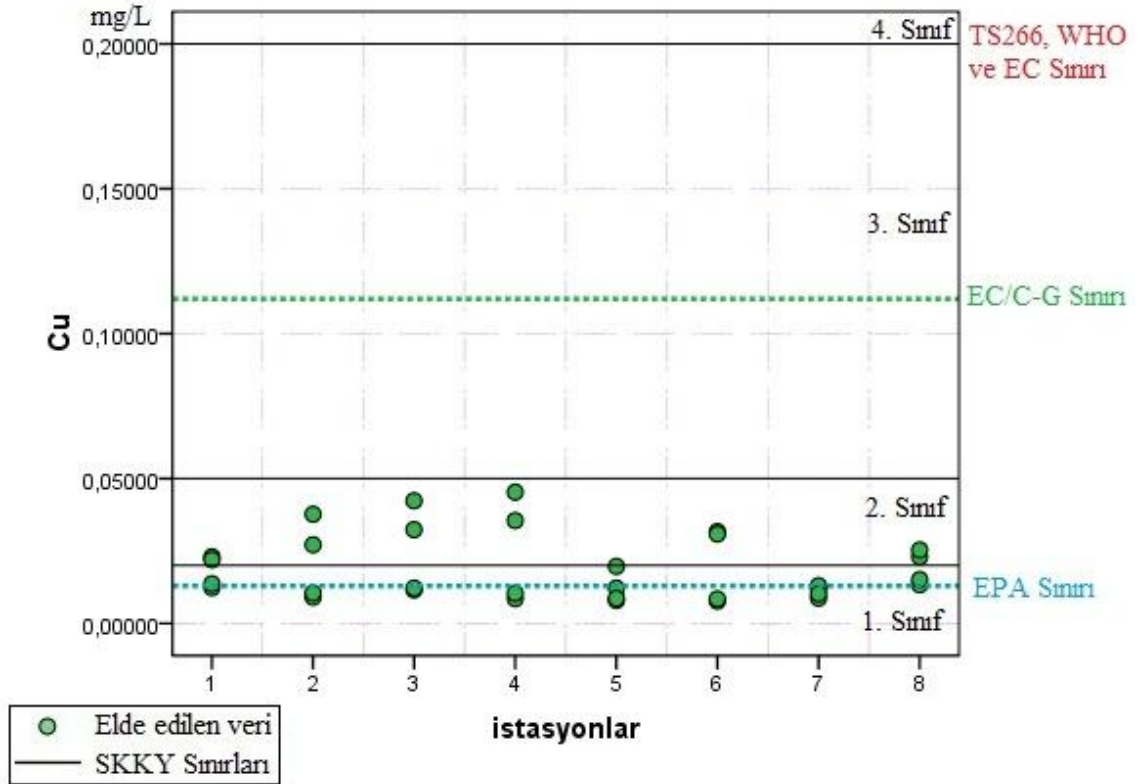
Bilindiği gibi, spesifik ağır metaller arasında gözlenen yüksek korelasyonlar, bunların aynı kaynaklardan sisteme deşarj edildiğinin bir göstergesidir (Hakanson and Jansson, 1983; Li et al, 2009). Suda ve sedimentte tespit edilen Zn ve Cu seviyeleri arasında istatistiki olarak anlamlı pozitif ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0,01$) ve bunların sistemdeki en önemli orijinlerinin evsel atık sular ve tarımsal uygulamalar olduğu düşünülmektedir.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonal ve mevsimsel olarak tespit edilen bakır birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.19.'da, bölge sularında tespit edilen bakır seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.20.'de, bölge sedimentlerinde tespit edilen bakır seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.21.'de verilmiştir.

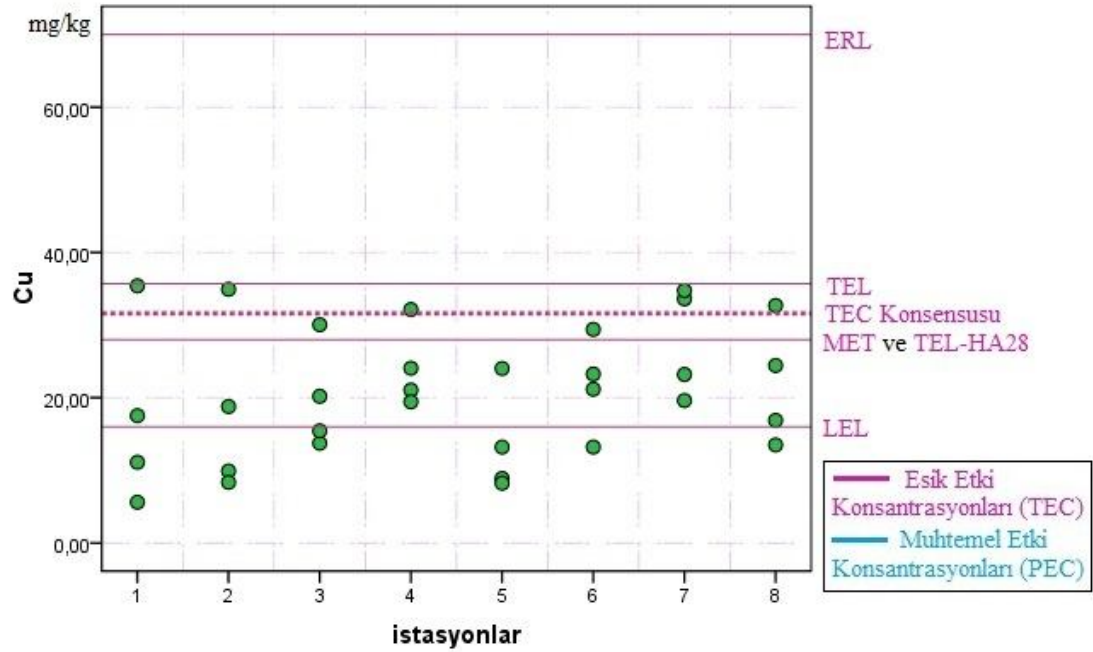


Şekil 4.19 Su ve sedimentteki bakır akümülayon seviyeleri.

Bakır, doğal olarak kayalarda, toprakta, suda ve düşük konsantrasyonlarda havada bulunan kırmızımsı bir metaldir ve insanlarda dahil olmak üzere tüm canlılar için düşük seviyelerde esansiyel bir elementtir. Bakırın çevreye geçişi birçok yolla meydana gelebilmektedir ve bunlardan en önemlileri doğal kaynaklı geçişler, çöplükler, evsel atık sular, fosil yakıtların yakılması, fosfatlı gübre üretimidir (ATSDR, 2004). Emet Çayı Havza sularında ve sedimentlerinde tespit edilen bakır akümülayonlarının Dursunbey Çayı aşağı havzasında yer alan E7 istasyonu hariç sonbahar ve kış mevsiminde önemli yükselişler sergilediği belirlenmiştir. Bu mevsimlerde havzadaki yüksek yağış miktarlarının sistemdeki ani bakır yükselişlerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir araştırmada yağmur suyu yüzeysel akış sularının 0,001-0,1 mg/L arasında bakır içerebildikleri bildirilmiştir (Georgopoulos et al, 2001). Newark Körfezi Estuarında yapılan başka bir araştırmada, yağmur sularıyla yüzeysel akışlardan sisteme gelen bakır yükünün yıllık 62, 2 kg olduğunu bildirmişlerdir (Crawford et al, 1995).



Şekil 4.20 Sudaki bakır verileri ve bazı sınır değerler.

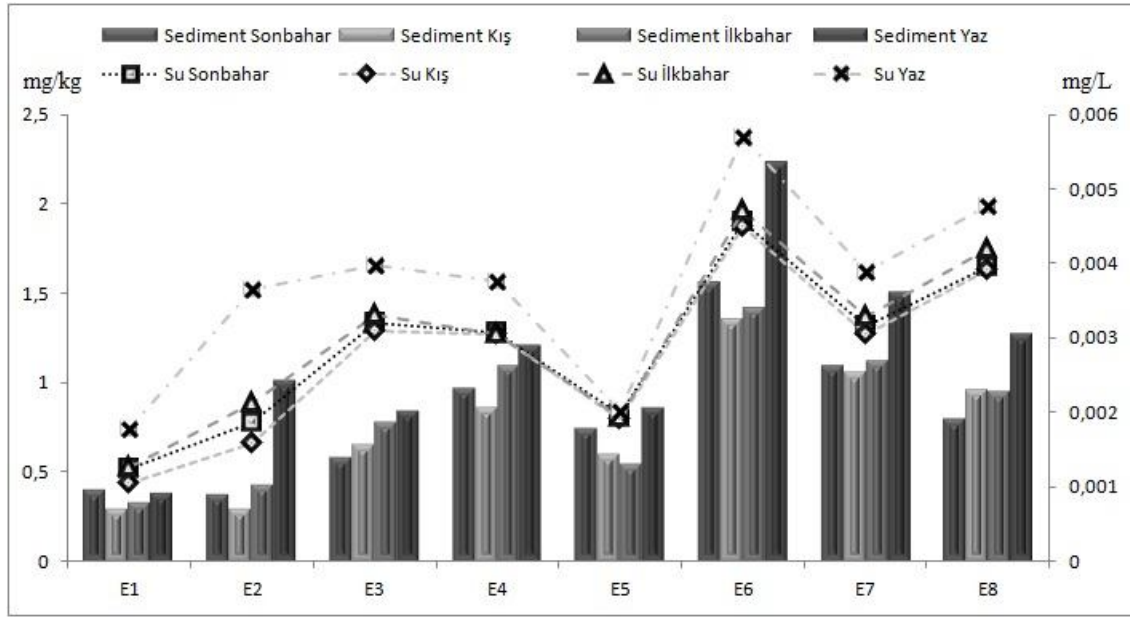


Şekil 4.21 Sedimentteki bakır verileri ve bazı sınır değerler.

Suda tespit edilen bakır konsantrasyonları açısından SKKY'ne göre, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde E1, E2, E3, E4, E6 ve E8 istasyonları ve tüm mevsimlerde E5 ve E7 istasyonları 1. Sınıf ($<0,02$ mg/L), sonbahar ve kış mevsimlerinde E2, E3, E4, E6 ve E8 istasyonları ise 2. Sınıf ($0,02-0,05$ mg/L) su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). Ayrıca yine bu mevsimlerde E1, E2, E3, E4, E6 ve E8 istasyonlarında tespit edilen bakır değerlerinin Çevre Koruma Ajansı tarafından bildirilen yüzey sularındaki maksimum bakır limit değerinden ($0,013$ mg/L) yüksektir (EPA, 2002). Ayrıca havza sularında tespit edilen tüm bakır değerlerinin TS 266, EC ve WHO içme suyu tebliğlerinde bildirilen sınır değerden (2 mg/L) ve yine sudaki kalsiyum karbonat miktarına göre hesaplanan Avrupa Birliği Komisyonu tarafından bildirilen EC direktifine göre, Cyprinid türleri için suda bulunabilecek azami bakır değerinden (EC/C-G; $0,112$ mg/L) düşük olduğu tespit edilmiştir (TS 266, 2005; EC, 2006; EC, 2007; WHO, 2011). Nehir sularındaki bakır akümülyasyonlarının ortalama $0,01$ mg/L olmak üzere $0,0006$ ile $0,4$ mg/L arasında olduğu; kontamine olmamış tatlı sularda bu oranın $0,0005$ ile $0,01$ mg/L arasında olduğu ve kentsel alanlarda $0,002$ mg/L'nin üzerine çıkabildiği bildirilmiştir (Moore and Ramamoorthy, 1984). Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada, 19 şehir etrafında seçilen 86 noktadan yüzey suyu örnekleri alınmış ve bakır içerikleri belirlenmiştir ve tespit edilen bakır konsantrasyonlarının yaklaşık %96'sının $0,001-0,1$ mg/L arasında değiştiğini, ortalama olarak ise $0,018$ mg/L olduğunu bildirilmiştir (Cole et al, 1984). Sonbahar ve kış mevsimlerinde Emet Çayı Havza sularında tespit edilen bakır içerikleri hariç, çalışmamız sonucu elde edilen veriler mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir.

E1, E2, E4 ve E8 istasyonları sonbahar mevsiminde ve E7 istasyonu ilkbahar ve yaz mevsimlerinde sedimentlerde tespit edilen bakır konsantrasyon değerlerinin Eşik Etki Konsantrasyonları Konsensusu (TEC Konsensusu) sınır değerini aştığı ($31,6$ mg/kg) tespit edilmiştir. Ancak sedimentlerde tespit edilen tüm verileri Etki Aralığı-Düşük sınır değerinden (70 mg/kg) ve tüm Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC) sınır değerlerinden düşük olması, havza sedimentlerinin bakır bileşikleri tarafından önemli bir kontaminasyona maruz kalmadığını göstermektedir (McDonald et al, 2000). Tatlı su sedimentleri bakır içeriklerinin 12 ile 57 mg/kg arasında olduğu; kontamine olmamış sedimentlerde genellikle 50 mg/kg'dan düşük, kontamine ve çok kirli sedimentlerde ise 1000 mg/kg'ın üzerinde olabileceği bildirilmiştir (Spear and Pierce, 1979; Harrison and Bishop, 1984). Çalışmamız sonucu sedimentte tespit edilen bakır değerleri mevcut çalışmada bildirilen sınırlar içerisindedir ve yine mevcut çalışmada bildirilen sediment sınıflandırmasına Emet Çayı Havza sedimentlerinin kontamine olmamış sediment sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

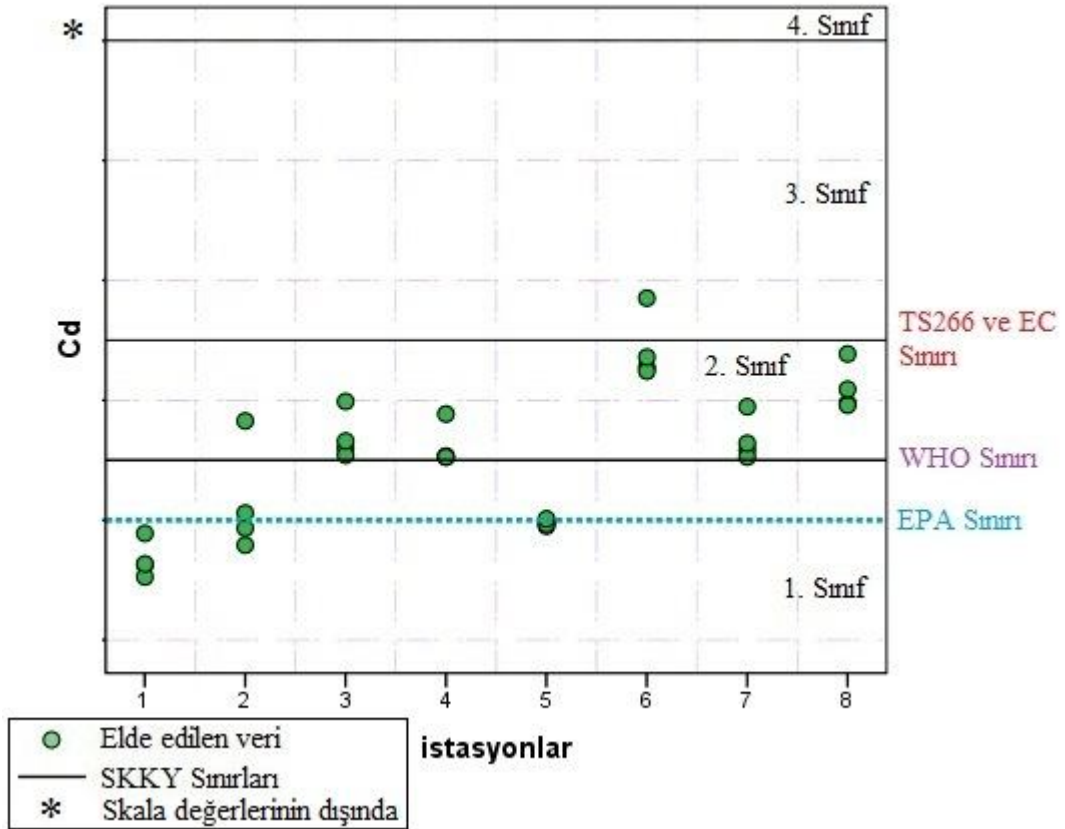
Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen kadmiyum birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.22.'de, bölge sularında tespit edilen kadmiyum seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.23.'te, bölge sedimentlerinde tespit edilen kadmiyum seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.24.'te verilmiştir.



Şekil 4.22 Su ve sedimentteki kadmiyum akümülyasyon seviyeleri.

Kadmiyum doğal olarak yerkabuğunda ortalama 0,1-0,5 mg/kg olarak bulunmaktadır ve doğal olarak yüzey ve yeraltı sularındaki konsantrasyonu 0,001 mg/L'den düşüktür (ATSDR, 2008). Bölgede hem suda hem sedimentte tespit edilen kadmiyum akümülyasyonlarının özellikle yaz mevsiminde önemli artışlar sergilediği, E6, E7 ve E8 istasyonlarında belirlenen kadmiyum içeriklerinin ise diğer istasyonlarda belirlenen kadmiyum içeriklerinden önemli ölçüde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kadmiyum, endüstride kullanılan en yaygın metallerden biridir ve maden alaşımları, madeni levha kaplamacılığı, piller, mürekkep, boya, plastiklerin yapısında yer alan pigmentler gibi çok çeşitli kullanım alanına sahiptir (Güven, 1999). Kadmiyumun en önemli ve yaygın kullanım alanlarından biri de fosfatlı gübrelerdir ve daha önce de belirtildiği gibi havza, madenlerin aşınması baskısının yanında önemli bir tarımsal baskıya da maruz kalmaktadır (Morrow, 2001; Kahvecioğlu ve ark, 2003). Tarımsal alanlarda aşırı fosfatlı gübre kullanımı ve bunların yağışlar ve sulama sonucu sisteme geçişinin, özellikle aşağı havzada tespit edilen yüksek kadmiyum konsantrasyonlarının primer nedenini teşkil ettiği

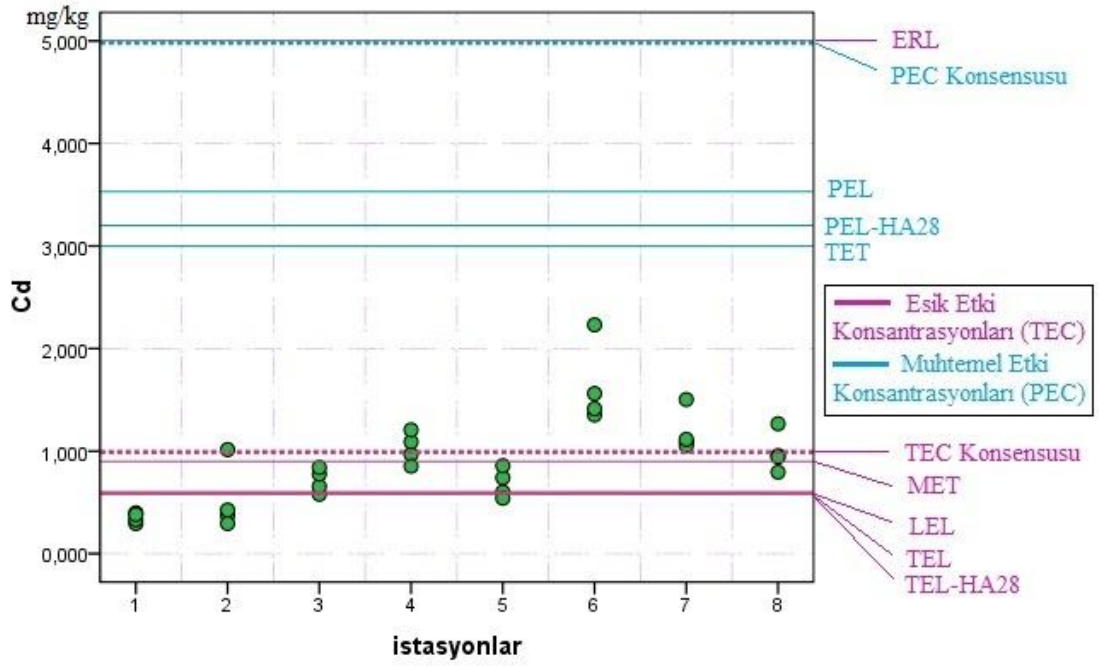
düşünülmektedir. Sudaki organik içeriğin ve mikrobiyolojik faaliyetin en önemli göstergesi olan Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) verileri ile kadmiyum verileri arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon ($p<0,01$) bu yargıyı destekler niteliktedir. Özellikle E6 istasyonu çevresinde ülkemizin en önemli pirinç tarlalarının da yer aldığı önemli tarımsal alanların varlığı, E7 istasyonunun endüstriyel baskıya maruz kalmamasına rağmen havzasında tarımsal alanların yaygın olduğu Dursunbey Çayı'nın aşağı havzasında yer alması ve E8 istasyonunun Emet Çayı'nın aşağı havzasında yer alması bu istasyonlarda tespit edilen yüksek kadmiyum içeriklerini açıklamaktadır.



Şekil 4.23 Sudaki kadmiyum verileri ve bazı sınır değerler.

SKKY'ne göre, bölge sularında tespit edilen yıllık ortalama kadmiyum verileri açısından E1, E2 ve E5 istasyonları 1. Sınıf ($<0,003$ mg/L), E3, E4, E6, E7 ve E8 istasyonları ise 2. Sınıf ($0,003-0,005$ mg/L) su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). Ayrıca E1, E2 ve E5 istasyonları hariç diğer istasyonlarda belirlenen kadmiyum verilerinin WHO içme suyu tebliğinde bildirilen maksimum kadmiyum sınırından ($0,003$ mg/L), yine E1 ve E5 istasyonları hariç diğer istasyonlarda belirlenen kadmiyum verilerinin ise EPA tarafından bildirilen yüzey

sularında bulunabilecek maksimum kadmiyum sınırından (0,002 mg/L) yüksek olduğu tespit edilmiştir (EPA, 2002; WHO, 2011). Ancak yaz mevsiminde E6 istasyonunda tespit edilen kadmiyum verisi hariç tüm istasyon ve mevsimlerde tespit edilen kadmiyum verilerinin TS 266 ve EC içme suyu tebliği sınır değerinin (0,005 mg/L) altında olduğu tespit edilmiştir (TS 266, 2005; EC, 2007).

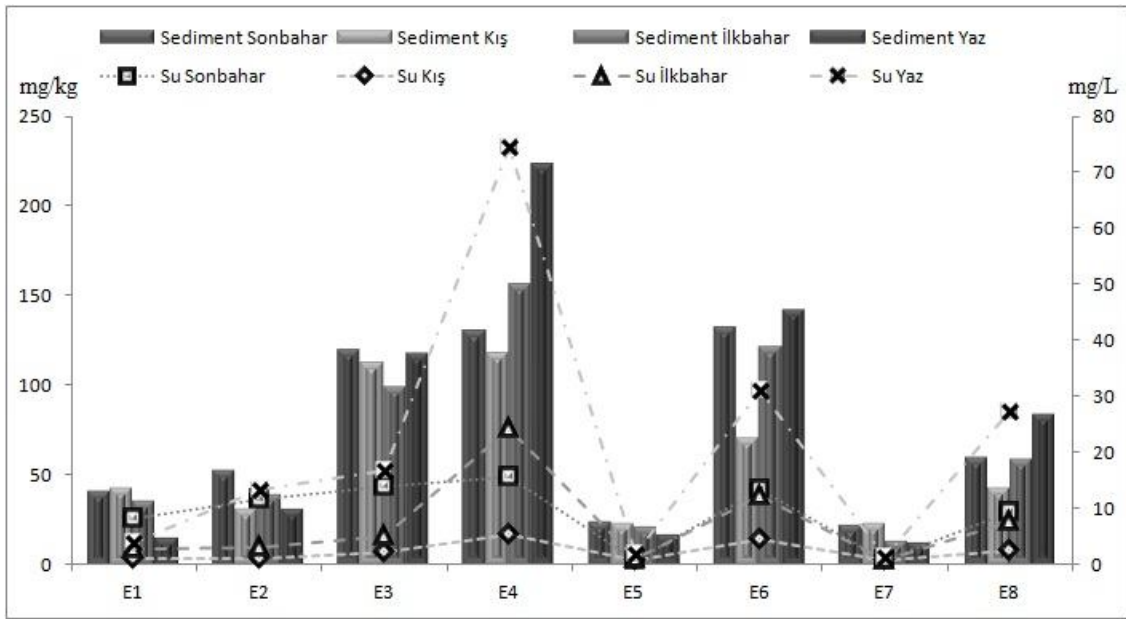


Şekil 4.24 Sedimentteki kadmiyum verileri ve bazı sınır değerler.

Emet Çayı Havza sedimentlerinde tespit edilen kadmiyum verilerinin Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC) sınır değerlerinden düşük olmasına rağmen, özellikle E6 ve E7 istasyonlarında tespit edilen değerlerin Etki Aralığı-Düşük (ERL) sınırı (5 mg/kg) hariç tüm Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC) sınırlarından ve TEC Konsensusu sınırından (0,99 mg/kg) yüksek olduğu tespit edilmiştir (McDonald et al, 2000). Göksu Deltası'nda yapılan bir çalışmada, sedimentteki kadmiyum birikiminin 0,478 mg/kg olduğu (Ayaş ve Kolonkaya, 1996), Sakarya Nehir Havzası'nda yapılan bir çalışmada ise, sediment kadmiyum içeriklerinin 0,418-2,83 mg/kg aralığında olduğu ve her iki çalışmada da sedimentteki kurşun seviyelerinin kadmiyum seviyelerinden yüksek olduğu belirtilmiştir (Barlas, 1999). Elde edilen veriler mevcut çalışmalar ile karşılaştırıldığında, sedimentlerde tespit edilen kadmiyum konsantrasyonları açısından, Emet Çayı Havzası'nın, Sakarya Nehir Havzası ile benzerlik gösterdiği, ancak sedimentlerinde Göksu Deltası'ndan daha fazla kadmiyum içerdiği ve her iki

çalışma ile benzer olarak Pb içeriklerinin Cd içeriklerinden yüksek olduğu görülmektedir. Yine Meksika rezervuarında yapılan bir çalışmada, verilerimizle benzer şekilde sedimenlerdeki ağır metal akümülyasyonlarının $Cr > Pb > Cd$ şeklinde sıralandığı bildirilmiştir (Perez et al, 1999).

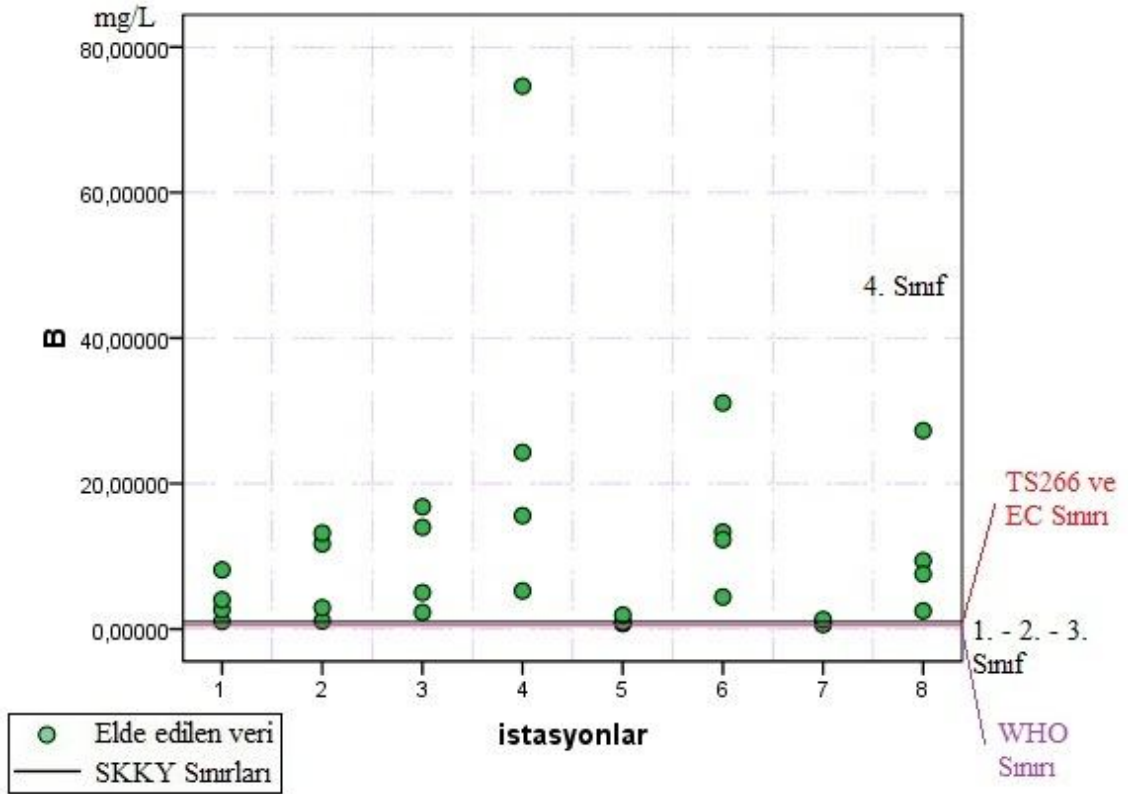
Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen bor birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.25.'te, bölge sularında tespit edilen bor seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.26.'da verilmiştir.



Şekil 4.25 Su ve sedimentteki bor akümülyasyon seviyeleri.

Yeryüzünün 51. yaygın elementi olan bor toprakta, kayalarda ve suda yaygın olarak bulunmaktadır ve borun doğada bilinen yaklaşık 250 çeşit minerali mevcuttur. Tatlı suların bor içerikleri genellikle 0,001-1,5 mg/L sınırları içindedir (Ediz ve Özday, 2001; Roskill, 2010). E3 ve E4 istasyonlarında hem suda hem sedimentte tespit edilen bor akümülyasyonlarının diğer istasyonlarda tespit edilen akümülyasyonlardan çok daha yüksek olduğu, E4, E6 ve E8 istasyonları sularında ve sedimentlerinde yaz mevsiminde tespit edilen bor akümülyasyonlarının ise diğer mevsimlerden belirgin biçimde fazla olduğu tespit edilmiştir. Kınık Çayı üzerinde yer alan E5 ve Dursunbey Çayı üzerinde yer alan E7 istasyonlarında suda ve sedimentte tespit edilen bor seviyeleri oldukça düşüktür ve Emet Çayı'na döküldükleri noktalardan itibaren birçok organik ve inorganik parametrede olduğu gibi bor açısından da Emet Çayı su ve sediment kalitesini arttırdıkları tespit edilmiştir. E3 istasyonu Eti Bor Tesislerinin oldukça

yakınında, E4 istasyonu ise tesisin atıksularının Gelenbek Dersi vasıtasıyla deşarj edildiği noktadan sonra yer almaktadır. E4 istasyonunda yaz mevsiminde suda (74,63 mg/L) ve sedimentte (223,18 mg/kg) tespit edilen ekstrem bor konsantrasyonları noktasal bir kontaminasyonu işaret etmektedir. E4 istasyonunda özellikle yaz mevsiminde tespit edilen bor akümülyasyonları, noktasal ve çevresel bor baskısından uzak Dursunbey Çayı'nda tespit edilen bor verilerinden sedimentte yaklaşık 20 kat, suda ise yaklaşık 125 kat daha yüksektir.

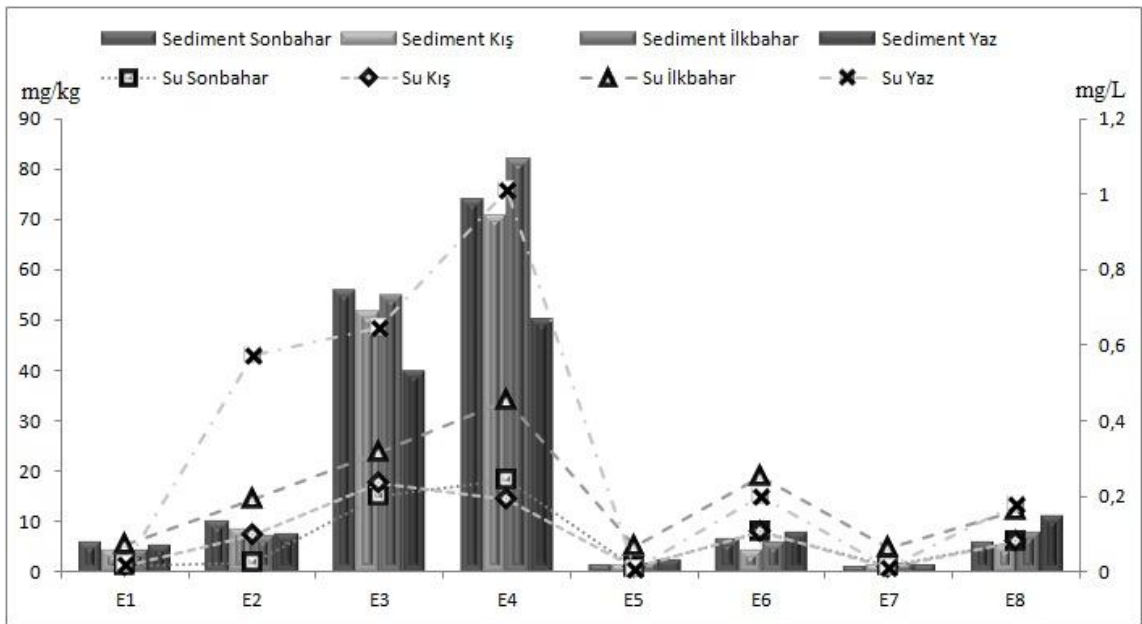


Şekil 4.26 Sudaki bor verileri ve bazı sınır değerler.

Emet Çayı Havza sularında tespit edilen bor konsantrasyonlarının Eti Bor Tesisleri öncesinde ve hatta kaynak bölgesinde bile oldukça yüksek olduğu, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre, bor içerikleri açısından Emet Çayı sularının 4. Sınıf (>1 mg/L) su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004). Ayrıca Emet Çayı sularının bor içeriklerinin, TS 266 ve EC içme suyu tebliğinde belirtilen bor sınır değerinden (1 mg/L) yüksek olduğu, Kınık ve Dursunbey Çayları'nda dahil olmak üzere tüm havza sularının bor içeriklerinin Dünya Sağlık Örgütü tarafından bildirilen içme suyu tebliğindeki bor sınır değerinden (0,5 mg/L) yüksek olduğu tespit edilmiştir (TS 266, 2005; EC, 2006; WHO, 2011). Noktasal kontaminasyon öncesinde de sudaki ve sedimentteki yüksek bor akümülyasyon

seviyelerinin, havzanın kayaç yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yağışların belirgin şekilde artış gösterdiği sonbahar mevsiminde, kaynak bölgesine yakın, yukarı havzada yer alan ve bor madenleri baskısından uzak E1 ve E2 istasyonlarında tespit edilen bor seviyelerindeki ani artışlar çevresel etkileşimin ve kayaç yapısının havza bor içeriklerinde önemli bir paya sahip olduğunun kanıtı niteliğindedir.

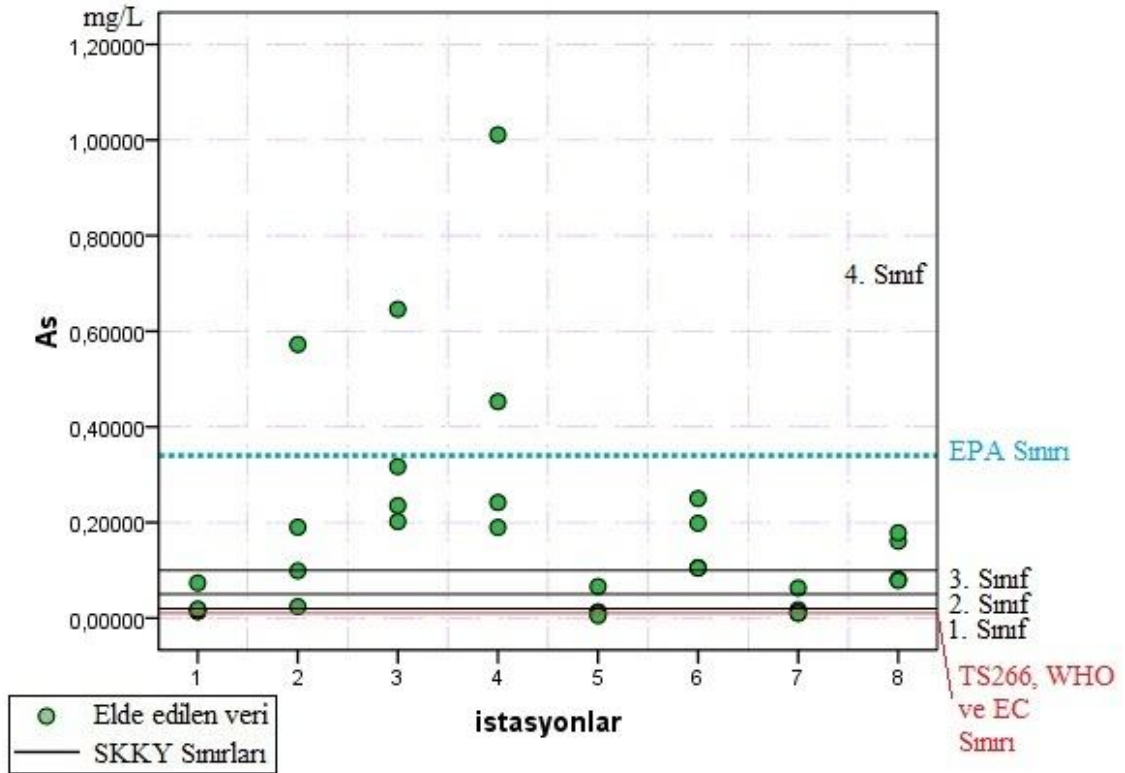
Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonal ve mevsimsel olarak tespit edilen arsenik birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.27.'de, bölge sularında tespit edilen arsenik seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.28.'de, bölge sedimentlerinde tespit edilen arsenik seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.29.'da verilmiştir.



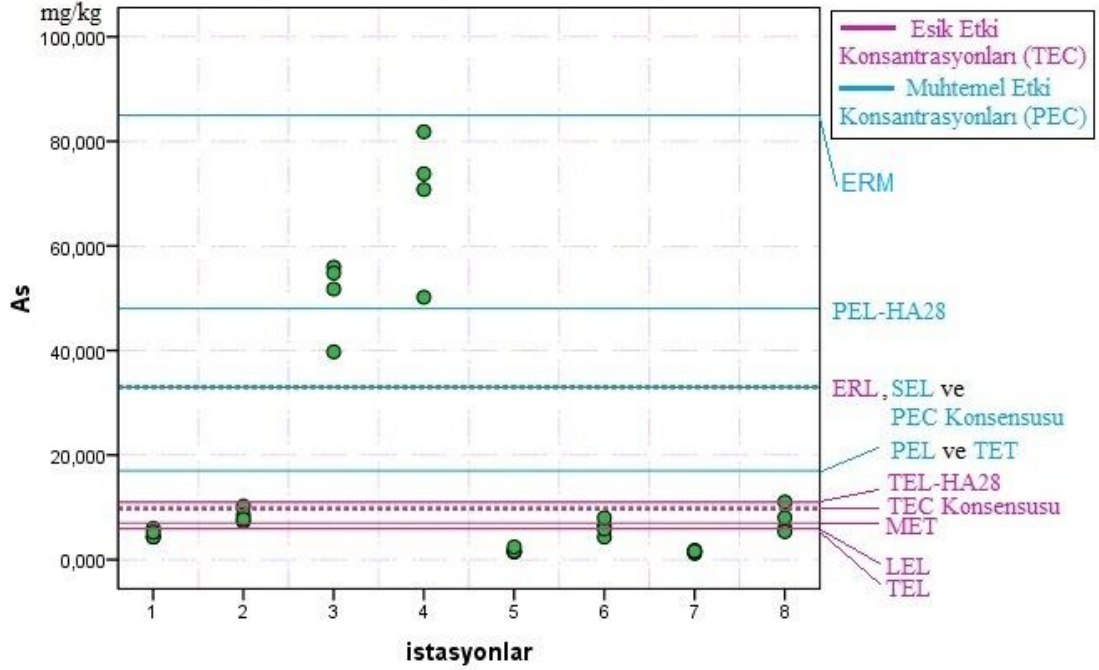
Şekil 4.27 Su ve sedimentteki arsenik akümülyasyon seviyeleri.

Arsenik yerkabuğunda yaklaşık 3,4 mg/kg civarında doğal olarak yer almaktadır ve 150 den fazla arsenik içeren mineral bulunmaktadır (Wedepohl, 1991; Carapella, 1992; Budavari et al, 2001). E3 ve E4 istasyonlarında tespit edilen arsenik seviyeleri diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden belirgin biçimde yüksektir ve sudaki bor akümülyasyonlarına benzer olarak yaz mevsiminde E2, E3 ve E4 istasyonlarında tespit edilen bor seviyelerinde belirgin yükselişler kaydedilmiştir. Havzada sudaki ve sedimentteki en düşük arsenik verileri ise E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilmiştir. E4 istasyonunda yaz mevsiminde belirlenen arsenik derişimleri,

havzada tespit edilen en düşük arsenik içeklerine sahip E7 istasyonunda belirlenen arsenik verilerinden sedimentte yaklaşık 80 kat, suda ise yaklaşık 100 kat daha yüksektir. Kontamine istasyonların sedimentlerinde tespit edilen arsenik seviyeleri ile arsenik baskısının daha az olduğu istasyonların sedimentlerinde tespit edilen arsenik seviyeleri arasında kaydedilen yüksek fark, havzada arsenik sedimentasyon hızının taşınım hızından fazla olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 4.28 Sudaki arsenik verileri ve bazı sınır değerler.



Şekil 4.29 Sedimentteki arsenik verileri ve bazı sınır değerler.

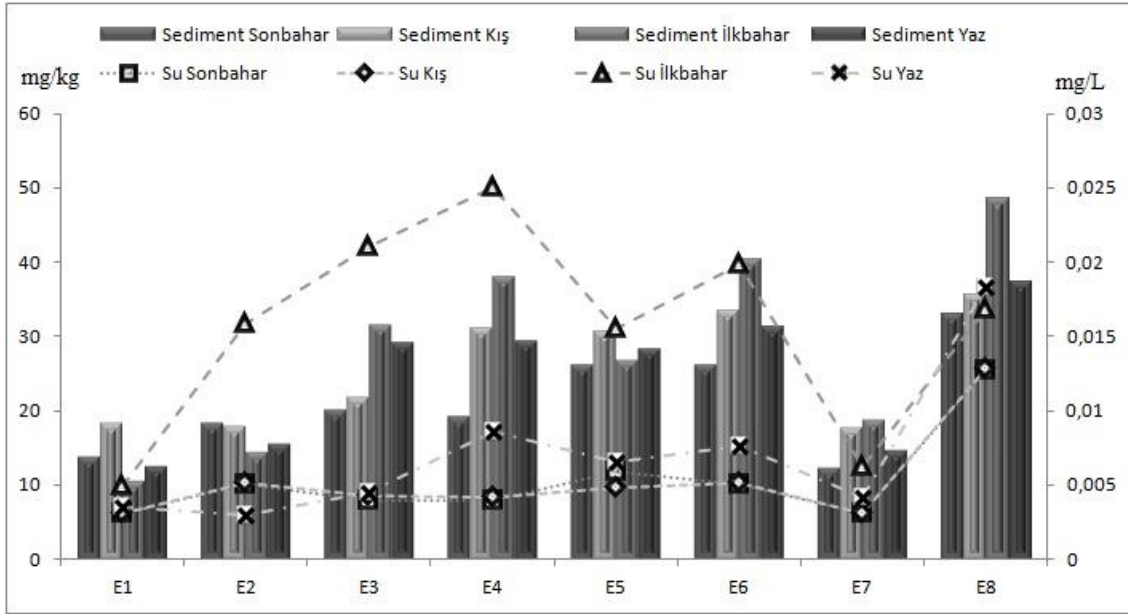
SKKY'ne göre, havza sularında tespit edilen yıllık ortalama arsenik içerikleri açısından E1, E5 ve E7 istasyonlarının 2. Sınıf (0,02-0,05 mg/L), E2, E3, E4, E6 ve E8 istasyonlarının ise 4. Sınıf (>0,1 mg/L) su kalitesine sahip olduğu; tüm havza sularının arsenik içeriklerinin TS 266, EC ve WHO içme suyu standartlarında arsenik için bildirilen sınır değerden (0,01 mg/L) yüksek olduğu; E4 istasyonunda ilkbahar ve yaz mevsimlerinde, E2 ve E3 istasyonlarında ise yaz mevsiminde tespit edilen arsenik seviyelerinin EPA tarafından yüzey suları için bildirilen arsenik sınır değerinden (0,34 mg/L) yüksek olduğu tespit edilmiştir (SKKY, 2004; EPA, 2002; TS 266, 2005; EC, 2007; WHO, 2011).

E3 ve E4 istasyonları sedimentlerinde belirlenen arsenik akümülyasyonları hariç diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerin Muhtemel Etki Konsantrasyonları (PEC) sınırlarından düşük olduğu kaydedilmiştir. E3 ve E4 istasyonları sedimentlerindeki arsenik içeriklerinin PEC Konsensusu sınır değerini (33 mg/kg) oldukça aştığı, hatta E4 istasyonunda tespit edilen değerlerin Etki Aralığı-Median sınırına (85 mg/kg) oldukça yaklaştı tespit edilmiştir.

Doğaya antropojenik kaynaklı arsenik salınımında; madencilik faaliyetleri, pestisit uygulamaları ve kömür, odun ve katı atık yakılması önemli yere sahiptir (ATSDR, 2005). Yangtze Nehri'nde yapılan bir çalışmada çalışmamız sonuçları ile benzer şekilde, sedimentteki As içerikleri ile toplam azot içerikleri arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir (Li, et al,

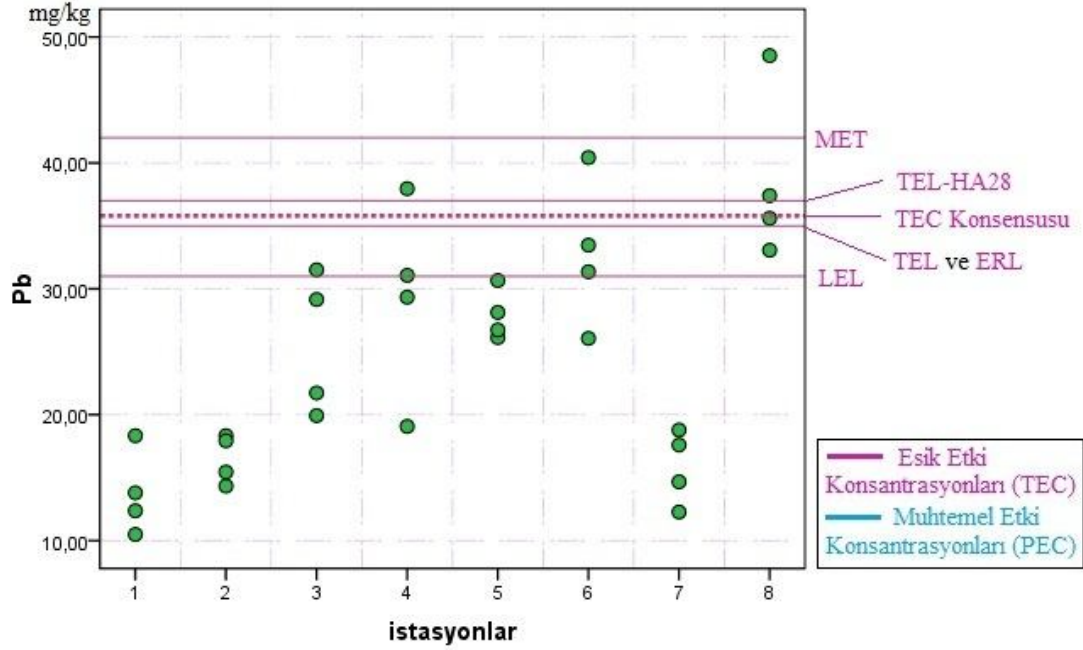
2011). Bölgede önemli tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü ve buna bağlı aşırı pestisit kullanımı, tarımsal kaynaklı deşarjların sudaki azotlu bileşik seviyelerini arttırdığı ve amonyumun önemli bir azot bileşiği, ayrıca azot döngüsünde ara ürün olduğu ve sudaki arsenik verileri ile amonyum verileri arasında tespit edilen anlamlı pozitif korelasyon ($p<0,01$) göz önüne alındığında, havzada tespit edilen yüksek As akümülyasyonlarında tarımsal faaliyetlerin, dolayısıyla pestisitlerinde önemli bir yer teşkil ettiği anlaşılmaktadır. Ancak havzansın jeolojik yapısının da önemli bir etken olduğu bilinen bölgede tespit edilen ekstrem arsenik değerlerinin en önemli nedeninin, özellikle bor madenleri deşarjından sonra tespit edilen As derişimlerdeki ani artışlar nedeni ile bor madenleri olduğunu düşünülmektedir. Helvacı, Emet bölgesinde bor yataklarını içeren kıltaşı, tuf, tufit ve marnların içinde realgar ve orpiment ile temsil edilen arsenik minerallerinin yatakların bazı düzeylerinde önemli yer kapsadığını ve hatta arseniğin sıkça bor minerallerinin kristal yapısına da girmiş olduğunu bildirmiştir (Helvacı,1984). Yine Helvacı tarafından yapılan başka bir araştırmada Emette'ki bor zonunun bor minerallerinin dışında arsenik minerallerinin de yer aldığını belirtmiştir (Helvacı, C., 2005). Elde edilen verilere uygulanan Pearson Korelasyon Analizi sonuçlarına göre sudaki ve sedimentteki arsenik ve bor akümülyasyon seviyelerinin yüksek pozitif korelasyon sergilediği tespit edilmiştir ($p<0,01$). Ayrıca bölge açısından önemli ve yüksek korelasyon gösteren element verileri kullanarak, “Madenler Faktörü” başlığı altında uygulanan Faktör Analizi sonuçlarına göre, suda ve sedimentte tespit edilen arsenik ve bor akümülyasyonları aynı faktör altında toplanmış, “Bor Madenleri Faktörü” olarak isimlendirilen bu faktör total varyansın %20,6’sını açıklamış ve sedimentte tespit edilen arsenik verileri hariç tüm bileşenlerin (sudaki arsenik ve bor, sedimentteki bor) faktör yüklerinin 0,8’in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen istatistiki verilerde mevcut literatür bilgileri ile paralellik göstermektedir.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen kurşun birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.30.’da, bölge sularında tespit edilen kurşun seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.31.’de, bölge sedimentlerinde tespit edilen kurşun seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.32.’de verilmiştir.



Şekil 4.30 Su ve sedimentteki kurşun akümülayon seviyeleri.

Kurşun, yerkabuğunda oldukça küçük miktarlarda bulunmaktadır ve yüzey su ve sedimentlerindeki kurşun akümülayonlarının yaklaşık %90'I insan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır (ATSDR, 2007). Emet Çayı Havzası'nda kurşun seviyelerini mevsimsel olarak karşılaştırılacak olursa, hem suda hem sedimentte tespit edilen kurşun akümülayonlarının ilkbahar mevsiminde önemli artışlar sergilediği söylenebilir. Bilindiği gibi havada ve toprakta bulunan kurşun yağışlar vasıtasıyla çevredeki nehir, göl gibi yüzey sularına yada yeraltı sularına kolaylıkla geçebilmektedir (ATSDR, 1990; ATSDR, 2007). İlkbahar mevsiminde havzanın yağış rejimindeki önemli artışların sulardaki ve sedimentlerdeki ani kurşun yükselmelerinin primer nedeni olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.32 Sedimentteki kurşun verileri ve bazı sınır değerler.

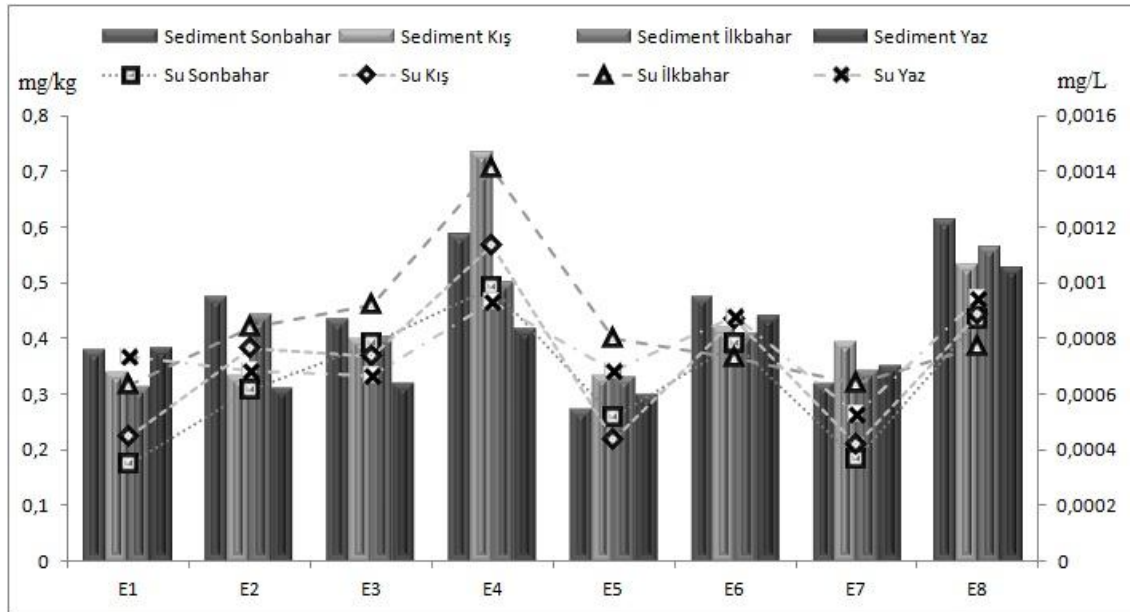
McDonald ve ark tarafından bildirilen sediment kalite kriterlerine göre, E1, E2, E5 ve E7 istasyonlarında tespit edilen kurşun seviyelerinin tüm sınır değerlerden düşük olduğu, E4, E6 ve E8 istasyonları sedimentlerinde tespit edilen kurşun değerlerinin diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden oldukça yüksek olduğu ve özellikle ilkbahar mevsiminde belirlenen değerlerin Eşik Etki Konsantrasyonları Konsensus değerinden (TEC Konsensusu) yüksek olduğu tespit edilmiştir. E8 istasyonunda tüm mevsimlerde sedimentte tespit edilen kurşun değerlerinin En Düşük Etki Seviyesi'nden (LEL) yüksek olduğu, hatta ilkbaharda belirlenen değerlerin Minimal Etki Eşiği (MET) değerinden bile yüksek olduğu kaydedilmiştir. Havza sedimentlerinde tespit edilen kurşun akümülyasyon seviyelerinin Eşik Etki Konsantrasyon (TEC) seviyeleri sınırlarını bazı istasyonlarda aşmış olmasına rağmen, sevindirici olarak Muhtemel Etki Konsantrasyon seviyeleri sınırlarından oldukça düşüktür (PEC Konsensusu: 128 mg/kg) (McDonald ve ark, 2000).

Tarım arazilerinde kullanılan pestisitler önemli miktarlarda kurşun içerebilmektedir ve Kurşun, atmosferden yada direkt olarak toprağa geçtikten sonra toprak partiküllerine kuvvetlice yapışır ve kalıntıları toprağın üst tabakasında uzun süre kalabilir. Buda tarım arazilerine sadece bugünkü değil geçmişteki pestisit uygulamalarının bile, topraktaki kurşun içeriklerinin önemli kısmından sorumlu olabileceği anlamına gelmektedir (ATSDR, 2007). Ayrıca bir saçmanın 32

gr kurşun içerdiği düşünüldüğünde avcılık faaliyetlerinin de kurşun kontaminasyonunda çevre üzerinde önemli etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır (Akman ve ark, 2004). Kurşunlu yakıtların tüketimi de, kurşun emisyonunda ve hava, toprak ve sucul sistemlerdeki kurşun akümülyasyonlarında büyük öneme sahiptir. Emet Çayı Havzası'nda özellikle E3 ve E4 istasyonları çevresinde yürütülen yoğun tarımsal faaliyetler, özellikle E6 istasyonu olmak üzere akarsuyun önemli bir kısmının otoyol çevrelerinde konumlanması ve neredeyse tüm havza çevresindeki bilinçsiz pestisit kullanımı ve avcılık faaliyetleri sularda ve sedimentlerde tespit edilen yüksek kurşun akümülyasyonlarının en önemli nedenleri olduğu düşünülmektedir.

Emet Çayı'nda bugüne kadar kurşun akümülyasyon seviyelerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Uluabat Gölü'nde yapılan bir çalışmada, suda tespit edilen kurşun seviyeleri çalışmamızla benzerlik göstermekte (yıllık ortalama: 0,025 mg/L), fakat sedimentte tespit edilen değerler çalışmamızda belirlenen değerlerden oldukça düşüktür (yıllık ortalama: 13 mg/kg) (Elmacı ve ark, 2007). Çalışmamız sonucu elde edilen veriler mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında, Emet Çayı'nın uluslararası öneme sahip, Ramsar alanı olan Uluabat Gölü için major bir kurşun kaynağı olduğu açıkça anlaşılmaktadır.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen gümüş birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.33.'te, bölge sularında tespit edilen gümüş seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.34.'te verilmiştir.



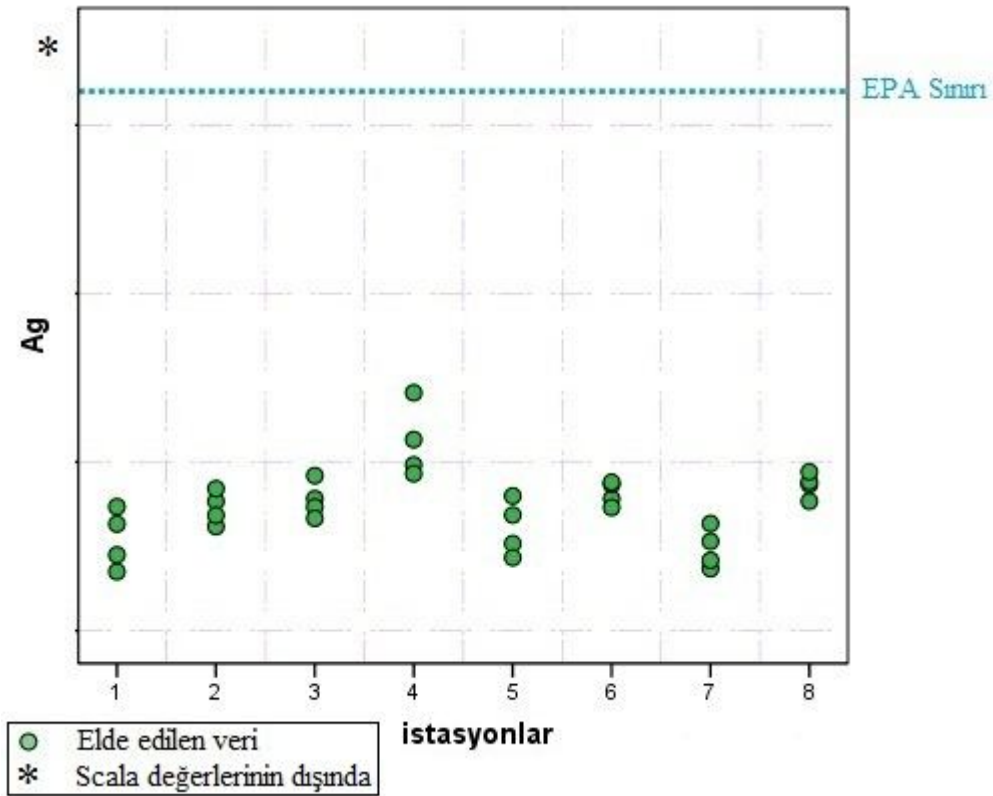
Şekil 4.33 Su ve sedimentteki gümüş akümülyasyon seviyeleri.

Geri kazanılabilir ve ekonomik değeri oldukça yüksek olması nedeni ile gümüşün endüstriyel salınımlar sonucu sucul sistemlere geçişi sık rastlanan bir durum değildir. Ancak özellikle iyonik gümüşün laboratuvar testlerinde kanıtlanan ve sucul canlılar için bilinen en toksik metallerden biri olduğu ve sudaki 0,0012-0,0049 mg/L konsantrasyonlarının sucul sistemdeki hassas canlıları öldürmeye yeterli olduğu da bilinen bir gerçektir (EPA, 1980; Nebeker et al, 1983; Bulh and Hamilton, 1991; Bryan and Langston, 1992). Yerkabuğunda doğal olarak bulunan gümüş, oldukça nadir rastlanan bir metaldir ve genellikle diğer elementlerle bileşikler halinde bulunur. Gümüş içerikli kaya ve toprakların rüzgarlarla ve yağışlarla aşındırılması, sucul sistemlere önemli ölçüde gümüş taşınımından sorumludur. Ayrıca çeşitli endüstri kuruluşlarından kaynaklanan gümüş deşarjları yüzeysel ve yer altı suları ile uzak mesafelere taşınabilmektedir (ATSDR, 1990).

Emet Çayı Havza sularında tespit edilen gümüş akümülyasyonlarının ilkbahar mevsiminde, sedimentlerinde tespit edilen gümüş akümülyasyonlarının ise sonbahar mevsiminde önemli derecede yükseliş kaydettiği belirlenmiştir. Daha önce de bahsedildiği gibi yağmur, topraktan gümüş bileşiklerinin yıkanmasına ve çevresindeki yüzeysel ve yeraltı sularına geçişine neden olabilir (ATSDR, 1990). İlkbahar mevsiminde Emet Çayı Havzası'nda yağış rejimindeki belirgin yükselişler, sudaki ani gümüş artışı açıklayabilir ve sedimentte aynı yükselişin gözlenmeyişi sudaki gümüş içeriğinin sedimentasyona uğrama şansı bulamadan direkt olarak Uluabat Gölü'ne taşındığının kanıtı niteliğindedir. Arslan ve ark, Uluabat Gölü'ndeki gümüş baskısının su kalitesini önemli ölçüde azalttığını ve gelecekte bölgenin su kalitesinin çok daha düşeceğini öngörmektedirler (Arslan ve ark, 2009).

Emet Çayı Havza sularında tüm istasyon ve mevsimlerde tespit edilen gümüş akümülyasyonlarının, Çevre Koruma Ajansı tarafından bildirilen yüzey suları kalite kriterlerindeki 0,0032 mg/L olan sınır değerden oldukça düşüktür (EPA, 2002). Bilindiği gibi yerkabuğunda düşük miktarlarda bulunması ve düşük hareket kabiliyeti nedeni ile gümüş metali doğal sularda ekstrem sayılabilecek seviyelerde nadiren bulunur (EPA, 1980). Tatlı sularda bildirilen en yüksek gümüş konsantrasyonlarından biri, Kolarado Nehri'nde, 0,038 mg/L olarak, kullanılmayan bir altın-bakır-gümüş madeninin aşağı havzasında kaydedilmiştir (EPA, 1980). Emet Çayı Havzası'nda aktif bir gümüş madeni yer almasına rağmen suda tespit edilen gümüş seviyeleri Kolarado Nehri'nde tespit edilen gümüş seviyelerinden oldukça düşüktür. Elde edilen veriler doğrultusunda, Eti Gümüş Madenleri'nin sistemi direkt olarak değil, yeraltı suyu hattı vasıtasıyla indirekt olarak etkilediği düşünülmektedir. Yine Kolarado'dan bildirilen bir çalışmada, 1963-1973 yılları arasında Alpin Gölü çevresinde gerçekleştirilen lokal bulut-tohumlama denemeleri sırasında, 19,7 kg gümüşe eşdeğer, 43 kg gümüş-iyodürün sisteme

salındığı bilinmektedir. 1973 ve 1974 yıllarında, Alpin Gölü'nden alınan yüzeysel ve yeraltı suları gümüş içeriklerinin; 1973 yılında 0,00022 ve 0,00031 mg/L aralığında olduğu, 1974 yılında ise 0,00044 ve 0,00071 mg/L arasında olduğu bildirilmiştir (Freeman, 1979). Emet Çayı Havza verilerimizi kontamine olduğu açıkça bilinen Alpin Gölü ile karşılaştıracak olursak, Emet Çayı Havzası'nda tespit edilen en düşük gümüş konsantrasyonuna sahip kaynak bölgesinin gümüş içeriğinin bile Alpin Gölü gümüş içeriklerinden çok daha fazla olduğu görülmektedir. Emet Çayı Havzası'ndaki jeolojik yapı ile sular arasındaki çevresel etkileşimin gümüş akümülyasyonlarını önemli ölçüde attırdığı tespit edilmiştir.

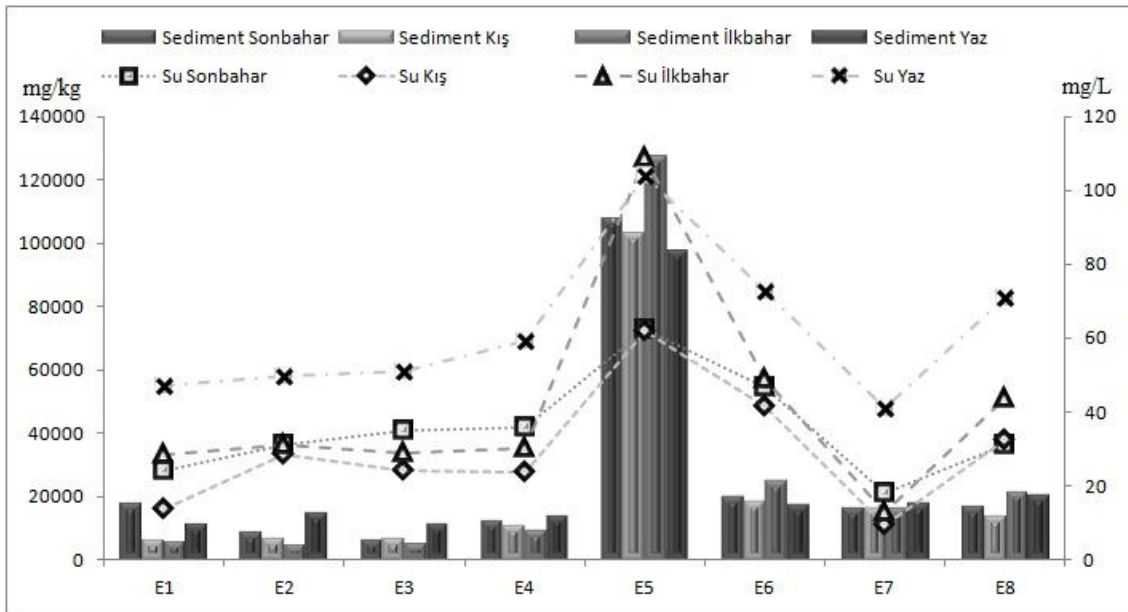


Şekil 4.34 Sudaki gümüş verileri ve bazı sınır değerler.

Brayn ve Langston'un bildirdiği sediment kalite sınıflandırmasına göre, sucul sistemlerde gümüş tarafından kontamine olmuş sedimentler 0,1 mg/kg'dan daha çok gümüş içerirler (Brayn and Langston, 1992). Çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre, Emet Çayı Havza sedimentlerinde belirlenen gümüş değerlerinin belirtilen limitten oldukça yüksek (4-7 kat) olduğu, bu sınıflandırmaya göre bölge sedimentlerinin kontamine olmuş sedimentler sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Gümüş, doğal ortamlarda kurşun gibi başka elementler ile bileşikler halinde bulunabilir (ATSDR, 1990). Çalışmamızda hem suda hem sedimentte tespit edilen gümüş değerleri ile kurşun değerleri arasında kuvvetli pozitif ilişkiler tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca bölge açısından önemli ve yüksek korelasyon gösteren element verileri kullanılarak, “Madenler Faktörü” başlığı altında uygulanan Faktör Analizi sonuçlarına göre suda ve sedimentte tespit edilen kurşun ve gümüş akümülyasyonları aynı faktör altında toplanmış, “Gümüş Madenleri Faktörü” olarak isimlendirilen bu faktör total varyansın %17,6’sını açıklamış ve tüm bileşenlerin (sudaki gümüş ve kurşun, sedimentteki gümüş ve kurşun) faktör yükleri 0,7’nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, bölge kayaçlarındaki gümüş elementinin çoğunlukla kurşun elementi ile bileşikler halinde olduğu fikrini akla getirebilir.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen magnezyum birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.35.’te verilmiştir.



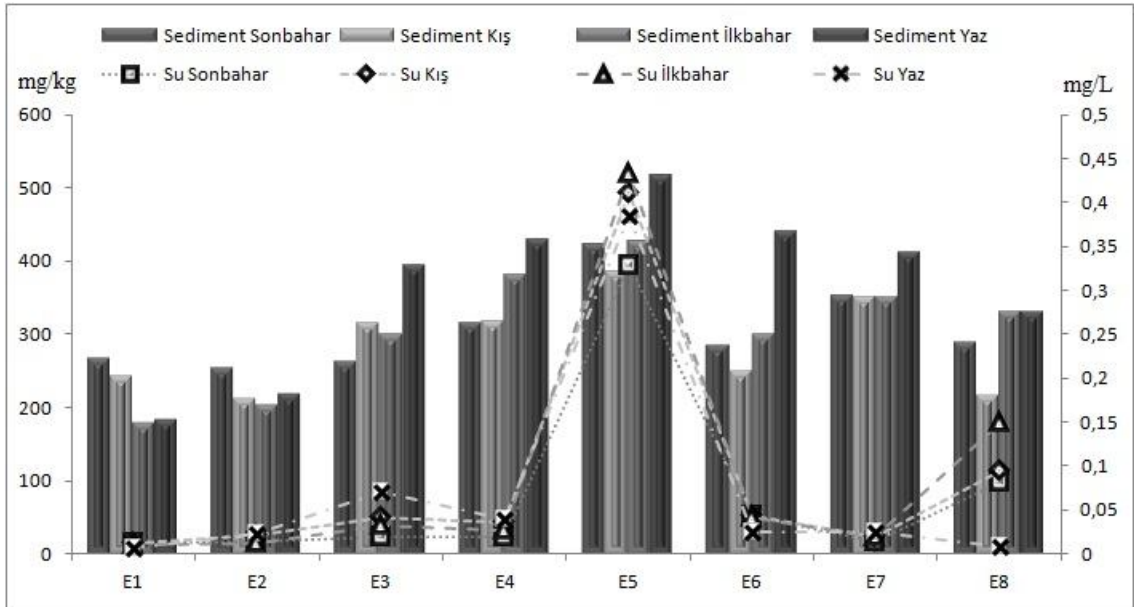
Şekil 4.35 Su ve sedimentteki magnezyum akümülyasyon seviyeleri.

Kınık Çayı üzerinde yer alan E5 istasyonunda tespit edilen magnezyum akümülyasyonları diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerin çok üzerindedir. Kınık Çayı Havzasında yer alan Harmancık Krom Madenleri’nin bu istasyonda tespit edilen yüksek magnezyum içeriklerinin nedeni olduğu düşünülmektedir. Suda ve sedimentte tespit edilen magnezyum değerlerinin nikel, mangan ve krom akümülyasyonları ile gösterdiği anlamlı pozitif

korelasyonlar ($p<0,01$) ve sedimentteki magnezyum ile nikel ve krom arasında tespit edilen ve sırasıyla 0,848 ve 0,943 korelasyon katsayısına sahip yüksek anlamlı ilişkiler ($p<0,01$) bu yargıyı desteklemektedir. Bilindiği gibi kromit, spinel bir mineraldir ve “ $X^{+2}, ^{+3}OY_2^{+3}O_3$ ” formülü ile temsil edilir. Formülde “X” ile gösterilen yere genellikle Mg^{+2} , Mn^{+2} yada Ni^{+3} elementlerinden biri, “Y” yerine ise Cr^{+3} elementi geçmektedir (Karşlı, 1994). Bu nedenle krom ile magnezyum, mangan ve nikel arasında yüksek korelasyon katsayısına sahip anlamlı ilişkilerin belirlenmesi beklenen bir durumdur.

Yazın suda tespit edilen magnezyum yükselişlerinin kalsiyum, potasyum ve sodyum elementlerinde olduğu gibi sıcaklığa bağlı kayaç çözünme hızı artışından kaynaklandığı düşünülmektedir. E5 istasyonunda ise noktasal kaynak baskın olduğundan, mevsimsel farkların ve çevresel etkileşimlerin önemi diğer istasyonlardaki kadar belirgin değildir.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyon ve mevsimsel olarak tespit edilen mangan birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.36.’da, bölge sularında tespit edilen mangan seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.37.’de verilmiştir.



Şekil 4.36 Su ve sedimentteki mangan akümülyasyon seviyeleri.

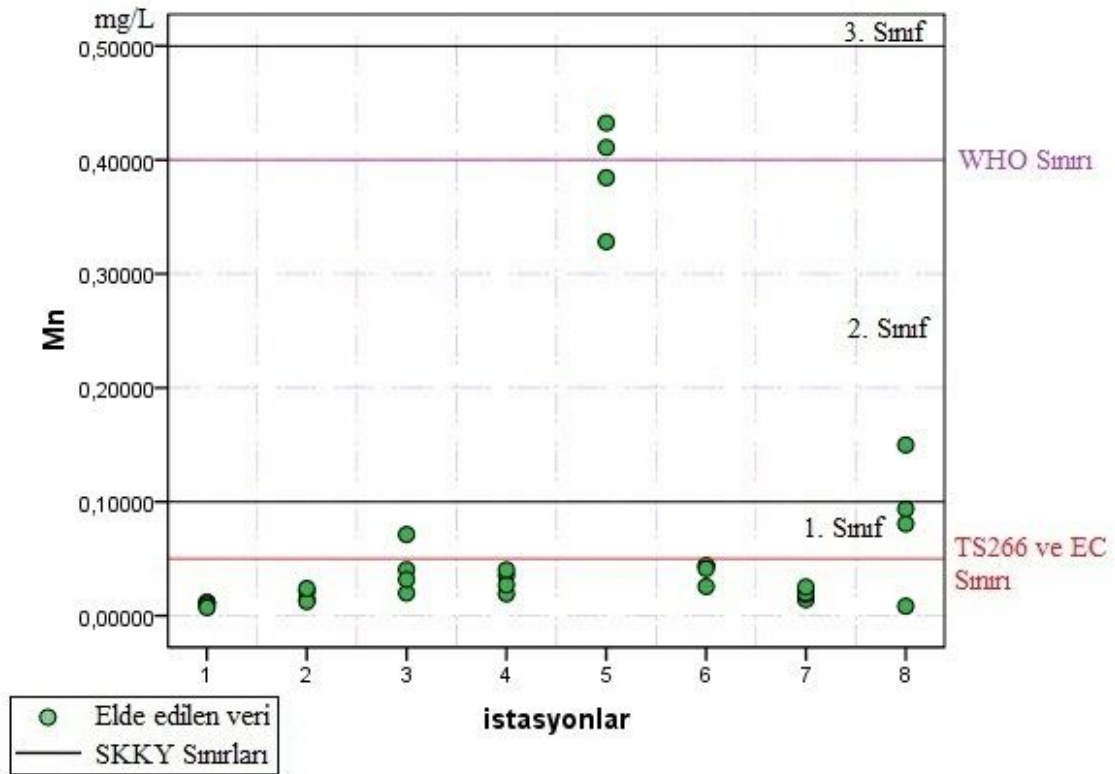
Emet Çayı Havzası su ve sedimentlerinde tespit edilen mangan akümülyasyon seviyelerinde önemli mevsimsel farklar tespit edilememiştir. E5 istasyonu sularında tespit edilen mangan değerlerinin diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden çok daha yüksek olduğu (5-40

kat yüksek), ancak E5 istasyonu sedimentlerinde tespit edilen mangan değerlerinin diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden yüksek olmasına rağmen sulardaki kadar belirgin farklar sergilemediği tespit edilmiştir. E5 istasyonunun Kınık Çayı üzerinde bulunması ve Kınık Çayı Havzası'nda yer alan Krom Madenleri'nin, bu istasyonda özellikle suda tespit edilen yüksek mangan içeriklerinden sorumlu olduğu düşünülmektedir.

Mangan, yerkabuğunun yaklaşık %0,1'lik kısmını oluşturan, yeryüzünde en bol bulunan elementlerden biridir. Ancak mangan yeryüzünde doğal olarak saf element halinde bulunmaz ve neredeyse yüzden fazla element ile bileşikler halinde bulunur (ATSDR, 2000). Daha önce de bahsedildiği gibi havza için büyük önem arz eden kromit mineralinin kimyasal yapısındaki krom elementi genellikle mangan ile birlikte bulunmaktadır (Karslı, 1994). Verilere uygulanan Pearson Korelasyon Analizi sonuçlarına göre, sedimentte tespit edilen mangan ile krom ve nikel akümülyasyonları arasında kuvvetli pozitif ilişkiler tespit edilmiş olması ($p<0,01$) ve suda tespit edilen mangan ile krom ve nikel akümülyasyonları arasında sırasıyla 0,970 ve 0,963 korelasyon katsayısına sahip anlamlı pozitif ilişkiler ($p<0,01$) tespit edilmiş olması bu yargıyı destekler niteliktedir. Sedimentte tespit edilen mangan içeriklerinin neredeyse tüm havzada benzerlikler sergilemesi ve suda olduğu gibi belirgin farkların kaydedilmemesi, E5 istasyonunda belirlenen noktasal kaynaklı mangan deşarjları kadar olmasa bile, havza kayaç yapısının da mangan akümülyasyonları üzerine önemli bir etken olduğu konusunda önemli bir çıkarım sağlayabilir. Ancak unutulmamalıdır ki, endüstriyel ve volkanik emisyon, toprak erozyonu, mangan içerikli pestisit kullanımı ve özellikle oktan artırımı için MMT (Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl) katkılı yakıtların kullanımı mangan bileşiklerinin atmosferde asılı partiküller halinde bulunmasına, dolayısıyla çevredeki sucul sistemlere geçişine neden olabilir (IPCS, 1999). Ancak manganın atmosferdeki yarılanma ömrünün sadece birkaç gün gibi oldukça kısa bir süre olduğu göz önüne alındığında, havzada yer alan endüstriyel kuruluşlar ve karayollarına yakın konumlanan akarsu yataklarından çok bölgede yürütülen tarımsal faaliyetlerin tüm istasyon sedimentlerinde tespit edilen benzer ve yüksek mangan içeriklerinden sorumlu olabileceği düşünülebilir (ATSDR, 2000). Ayrıca sedimentte tespit edilen mangan içeriklerinin diğer istasyonlara oranla sudaki kadar yüksek olmayışı, tüm mevsimlerde Kınık Çayı'nda tespit edilen yüksek mangan içeriğinin direkt olarak Uluabat Gölü'ne taşındığını göstermektedir.

SKKY'ne göre, Emet Çayı Havza sularında tespit edilen mangan akümülyasyon seviyeleri açısından, E1, E2, E3, E4, E6, E7 ve E8 (ilkbahar mevsimi hariç, bu mevsim 2. sınıf) istasyonları 1. Sınıf ($<0,1$ mg/L), E5 istasyonu ise 2. Sınıf (0,1-0,5 mg/L) su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). E5 istasyonunda kış ve ilkbahar mevsimlerinde suda tespit edilen mangan

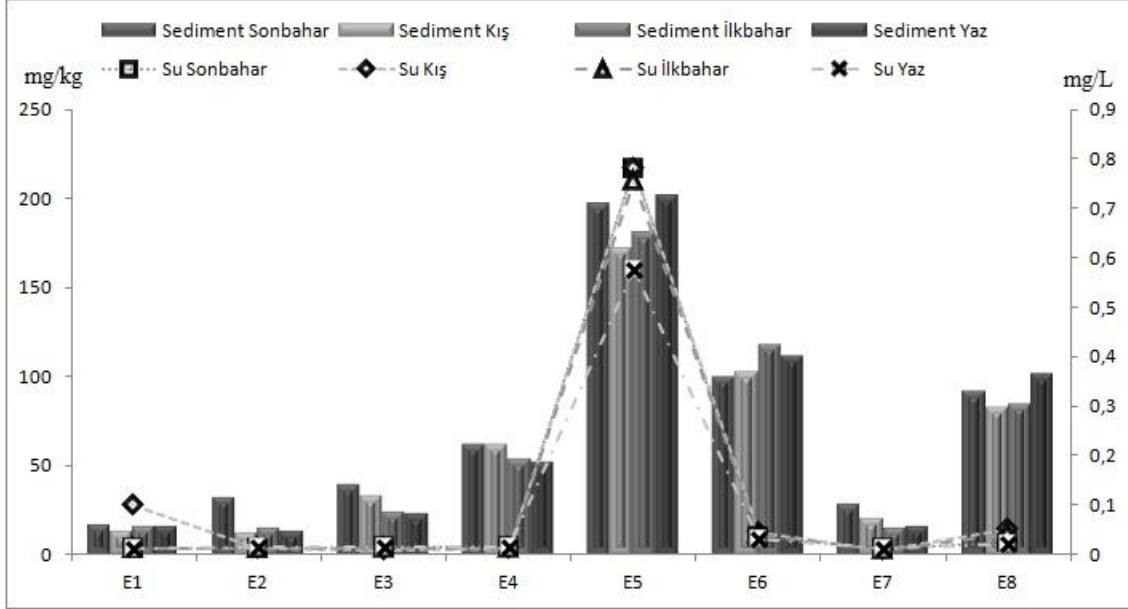
değerleri WHO içme suyu kriterlerinde bildirilen 0,4 mg/L sınırından yüksektir (WHO, 2011). Ayrıca E5 istasyonunda tüm mevsimlerde, E8 istasyonunda yaz hariç tüm mevsimlerde ve E3 istasyonunda yaz mevsiminde suda tespit edilen mangan değerlerinin, TS 266 ve Avrupa birliği içme suyu tebliğinde bildirilen sınır değerin (0,05 mg/L) üzerinde olduğu tespit edilmiştir (TS 266, 2005; EC, 2007). Mangan birçok yüzey ve yeraltı sularında doğal olarak bulunmasına rağmen, insan aktiviteleri doğal ortamlardaki mangan kontaminasyonundan sorumlu en önemli faktördür (EPA, 2004). 1984 ve 1986 yılları arasında, Ulusal İnorganik ve Radyonüklid Araştırması (NIRS) sonuçlarına göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde 989 yeraltı ve yüzey suyu kaynaklı kamusal su sistemi örnekleri toplanmış ve 49 eyaletten alınan yeraltı suyu kaynaklı kamusal suların %68'inin ve yeraltı suyuna ilave olarak yüzey sularının da kullanıldığı 5 eyaletten alınan kamusal suların ortalama 0,01 mg/L mangan içerdiğini bildirmişlerdir (EPA, 2004). Çalışmamız sonucu suda elde edilen mangan verilerinin çoğu bu ortalamanın çok üzerindedir.



Şekil 4.37 Sudaki mangan verileri ve bazı sınır değerler.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen nikel birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.38.'de, bölge

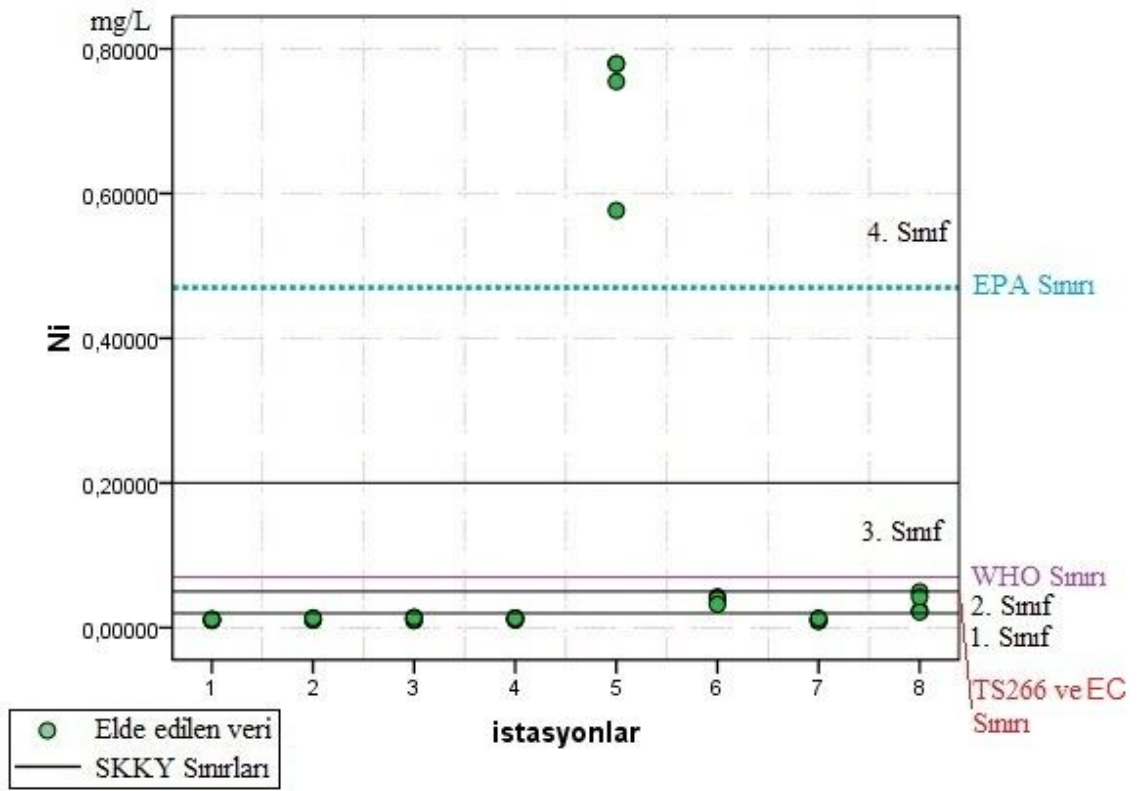
sularında tespit edilen nikel seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.39.'da, bölge sedimentlerinde tespit edilen nikel seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.40.'ta verilmiştir.



Şekil 4.38 Su ve sedimentteki nikel akümülayon seviyeleri.

Nikel doğada bulunan en yaygın 24. elementtir ve dünyanın çekirdeğinin yaklaşık %6'lık kısmını nikelin oluşturduğu bilinmektedir. 1983 yılında, akuatik ekosistemlere antropojenik etkiler ile salınan nikel hesaplanmıştır ve ortalaması 113 milyon kg/yıl olmak üzere miktarın 33 ile 194 milyon kg/yıl arasında değiştiği tespit edilmiştir (Nriagu and Pacyna, 1988). Nikel madenleri ve nikel ya da bileşikleri işleyen endüstri kuruluşlarının atıkları hem atmosferdeki hem de sucul sistemlerdeki en önemli nikel kontaminasyon kaynaklarıdır (ATSDR, 2005). Bölge sularında ve sedimentlerinde tespit edilen nikel akümülayon seviyelerine göre, E5 istasyonunda belirlenen nikel içeriklerinin diğer istasyonlardan belirgin biçimde yüksek olduğu ve bu istasyonda suda kaydedilen nikel değerlerinin diğer istasyonlardan 20-75 kat, sedimentte kaydedilen nikel değerlerinin ise diğer istasyonlardan 2-15 kat yüksek olduğu tespit edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi E5 istasyonu havzasında Krom Madenlerinin bulunduğu Kınık Çayı üzerinde yer almaktadır ve hem sudaki hem de sedimentteki ekstrem nikel içeriklerinin sebebinin madenler olduğu düşünülmektedir. Krom ve nikel metalleri doğada bileşikler halinde bulunur. Kromun bileşik oluşturduğu en önemli metallerden biri nikeldir ve nikelin de özellikle krom gibi metallerle bileşik yapma eğiliminde olduğu, bu bileşiklerinde suda kolaylıkla çözünmediği bilinmektedir (Karşı, 1994; ATSDR,

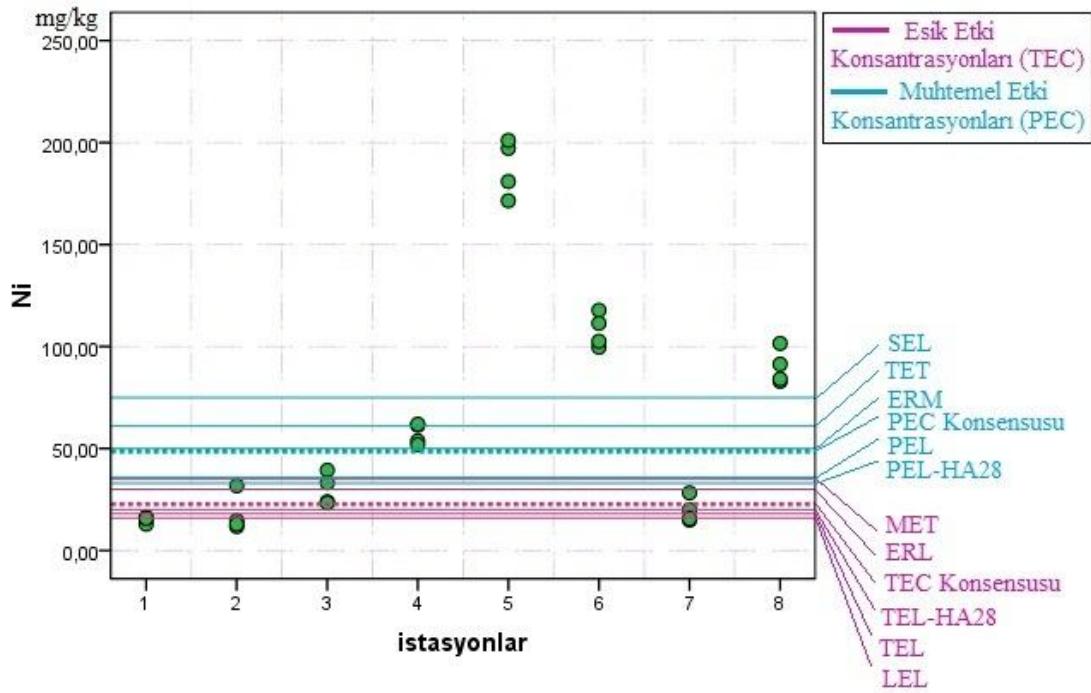
2000; ATSDR, 2005). Nikel ile krom akümülayonları arasında suda tespit edilen 0,982 ve sedimentte tespit edilen 0,949 korelasyon katsayısına sahip anlamlı yüksek ilişkiler ($p < 0,01$) bu yargıyı ve havzadaki nikel akümülayon kaynağı tahminini doğrular niteliktedir. Maden ya da endüstri kuruluşlarından kaynaklanan nikel içerikli atık su deşerjları sonucu sedimentlere akümüle olan nikel bileşikleri, özellikle demir ve mangan içeren partiküllere çok sıkı şekilde bağlanır (ATSDR, 2005). Sedimentteki nikel ve mangan akümülayonları arasında tespit edilen kuvvetli pozitif korelasyonlar mevcut literatür bilgisi ile paralellik göstermektedir ($p < 0,01$).



Şekil 4.39 Sudaki nikel verileri ve bazı sınır değerler.

Havza sularında tespit edilen nikel akümülayonları açısından SKKY'ne göre, E1, E2, E3, E4 ve E7 istasyonları 1. Sınıf ($< 0,02$ mg/L), E6 ve E8 istasyonları 2. Sınıf (0,02-0,05 mg/L), E5 istasyonu ise 4. Sınıf ($> 0,2$ mg/L) su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). E5 istasyonu sularında tespit edilen nikel değerlerinin Çevre Koruma Ajansı tarafından bildirilen yüzey sularında bulunabilecek azami nikel sınırından (0,47 mg/L) bile daha yüksek olduğu belirlenmiştir (EPA, 2002). Ayrıca E5 istasyonu hariç diğer istasyonların sularında tespit edilen nikel konsantrasyonlarının, WHO içme suyu standartlarında (0,07 mg/L), TS 266 ve EC standartlarında bildirilen (0,02 mg/L) sınır değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir (TS 266,

2005; EC, 2007; WHO, 2011). Evsel atık suların antropojenik nikel kontaminasyonunda major etkili bir faktör olduğu bilinmektedir (Nriagu and Pacyna, 1988). Yapılan bir çalışmada 203 Belediye atık su arıtma tesisinden alınan su örnekleri nikel içeriklerinin 0,002-111,4 mg/L arasında değişim gösterdiği ve ortalama 0,3 mg/L olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Minear et al, 1981). Kınık Çayı çevresinde, sudaki nikel seviyelerinin bu kadar yüksek çıkmasına neden olacak önemli yerleşimin bulunmayışı, bölgedeki nikel baskısının madenlerden kaynaklandığı tespitimizi doğrular niteliktedir. Ayrıca bu istasyonda tespit edilen nikel içeriklerinin belediyelere ait atık su arıtım teslerinde, ortalama 0,3 mg/L olarak tespit edilen değerlerden bile yaklaşık iki kat yüksek bulunması durumun ciddiyetini özetlemektedir.

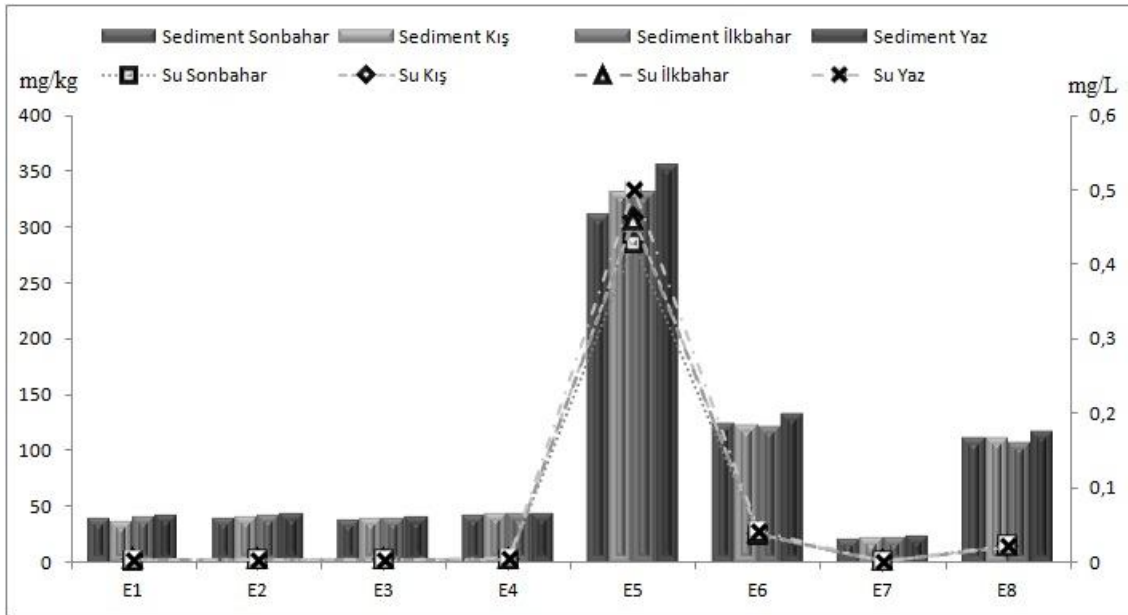


Şekil 4.40 Sedimentteki nikel verileri ve bazı sınır değerler.

E1, E2, E3 ve E7 istasyonlarında sedimentte tespit edilen nikel seviyelerinin genel olarak Muhtemel Etki Konsantrasyonlarından (PEC) düşük olduğu ve bu istasyonlarda tüm mevsimlerde tespit edilen değerlerin PEC Konsensusu sınır değerinden (48,6 mg/kg) düşük olduğu tespit edilmiştir. E4 istasyonunun konumu Kınık Çayı deşarj noktasından önce olmasına rağmen sedimentlerinde tüm mevsimlerde tespit edilen nikel akümülyasyonlarının PEC Konsensusu sınırından, hatta sonbahar ve kış mevsimlerinde tespit edilen nikel seviyelerinin ise Toksik Etki Eşiği (TET, 61 mg/kg) sınırından bile yüksek olduğu tespit edilmiştir. E6 ve E8 istasyonları konum olarak Kınık Çayı deşarj noktasından sonar yer almaktadır ve beklendiği

gibi sedimentlerinde tespit edilen nikel konsantrasyonları Şiddetli Etki Seviyesi sınırının bile oldukça üzerindedir (SEL, 75 mg/L). Kınık Çayı üzerinde yer alan E5 istasyonunda tespit edilen nikel konsantrasyonları ise SEL sınırından yaklaşık 2,5 kat daha yüksektir (McDonald et al, 2000).

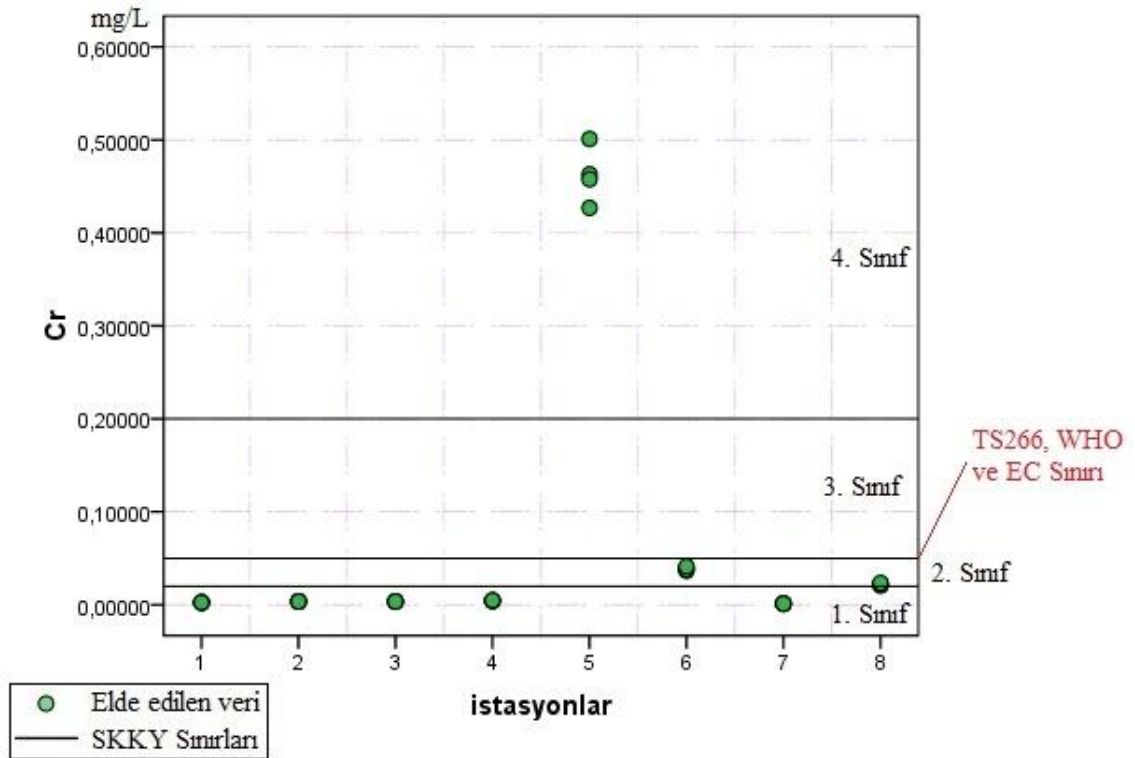
Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonel ve mevsimsel olarak tespit edilen krom birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.41.'de, bölge sularında tespit edilen krom seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.42.'de, bölge sedimentlerinde tespit edilen krom seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.43.'te verilmiştir.



Şekil 4.41 Su ve sedimentteki krom akümülyasyon seviyeleri.

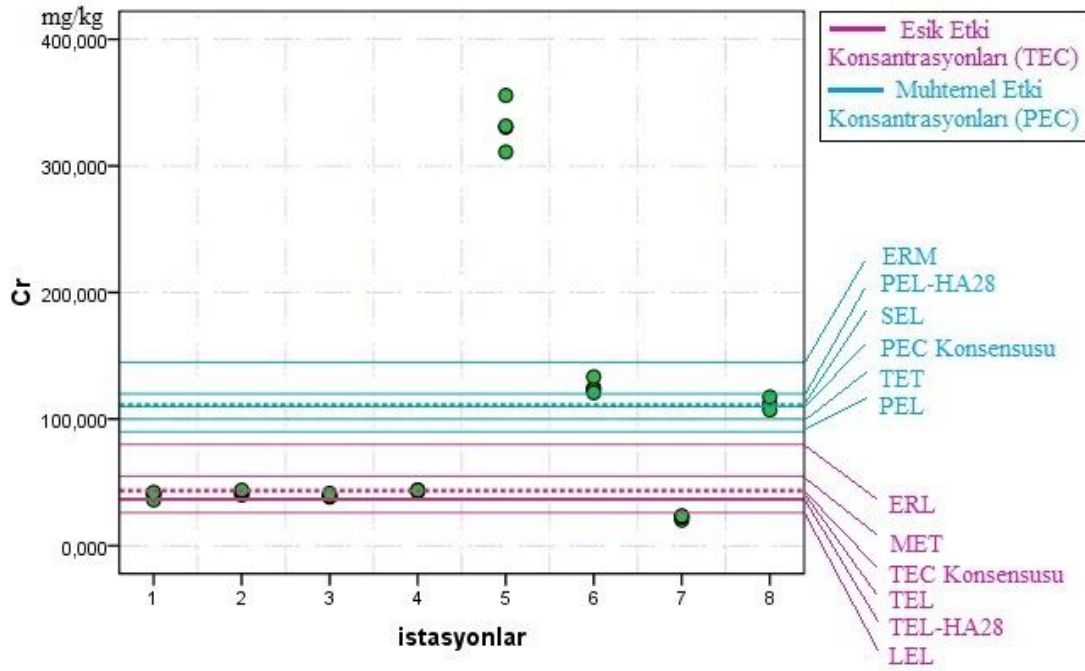
Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde tespit edilen krom akümülyasyonları E1, E2, E3 ve E4 istasyonlarında benzer seviyelerde ve düşük, E7 istasyonunda oldukça düşük, E5 istasyonunda ve bu istasyonun baskısı altında bulunan (Kınık Çayı deşarjından sonraki) E6 ve E8 istasyonlarında ise ekstrem seviyelerde yüksek bulunmuştur. Kınık Çayı Havzası'nda yer alan Harmancık Krom Madenlerinin sistem üzerindeki baskısı ve olumsuz etkileri net olarak görülebilmektedir. E5 istasyonunda suda tespit edilen krom seviyeleri diğer istasyonlardan 15-460 kat, sedimentte tespit edilen krom seviyeleri ise 3-15 kat yüksek bulunmuştur. Krom doğal olarak yerkabuğunda bazı elementler ile bileşikler halinde bulunmaktadır ve yağmur atmosferden ve topraktan krom bileşiklerinin yıkanmasına, böylece çevrelerindeki yüzeysel ve

yeraltı sularına geçişine neden olur (Fishbein, 1981; ATSDR, 2000). Verilere uygulanan Pearson Korelasyon Analizi sonuçlarına göre suda, ve sedimentte tespit edilen krom ile magnezyum, mangan ve nikel seviyeleri arasında kuvvetli pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir ($p<0,01$). İlkbahar ve sonbahar gibi yağışlı sezonlarda krom seviyelerinde ve daha önce de bahsedildiği gibi bileşik oluşturduğu magnezyum, mangan ve nikel seviyelerinde önemli artışların kaydedilmemiş olması, çevresel etkileşimin krom ve krom bileşiklerinin sistemde akümüle olmasında Harmancık Krom Madenleri noktasal kaynağı kadar etkili olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bölge açısından önemli ve yüksek korelasyon gösteren element verileri kullanılarak, “Madenler Faktörü” başlığı altında uygulanan Faktör Analizi sonuçlarına göre suda ve sedimentte tespit edilen krom, nikel, mangan ve magnezyum akümülyasyonları aynı faktör altında toplanmıştır. “Krom Madenleri Faktörü” olarak isimlendirilen bu faktör total varyansın %42,98’ini açıklamış ve sediment mangan hariç tüm bileşenlerin (sudaki krom, nikel, mangan ve magnezyum; sedimentteki krom, nikel ve magnezyum) faktör yüklerinin 0,8’in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen faktör analizi sonuçlarına göre, havzadaki krom bileşiklerinin genellikle nikel, mangan ve magnezyum içerdiği sonucuna varılabilir.



Şekil 4.42 Sudaki krom verileri ve bazı sınır değerler.

SKKY'ne göre, nikel sınıflandırması ile yüksek paralellik göstererek, sularda tespit edilen krom konsantrasyonları açısından E1, E2, E3, E4 ve E7 istasyonları 1. Sınıf ($<0,02$ mg/L), E6 ve E8 istasyonları 2. Sınıf ($0,02-0,05$ mg/L), E5 istasyonu ise 4. Sınıf ($>0,2$ mg/L) su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). Ayrıca E5 istasyonunda tüm mevsimlerde tespit edilen krom değerlerinin TS 266, WHO ve EC içme suyu direktiflerinde bildirilen maksimum sınır değerden ($0,02$ mg/L) yaklaşık 25 kat yüksek olduğu belirlenmiştir (TS 266, 2005; EC, 2007; WHO, 2011). Krom seviyelerinin doğal sulardaki miktarlarının oldukça düşük olduğu ve kontamine olmamış sularda krom konsantrasyonlarının $0,001-0,002$ mg/L aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Moore and Ramamoorthy, 1984). Çalışmamızda tüm havza sularında tespit edilen krom seviyelerinin bildirilen aralıktan yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere ve mevcut literatür bilgisine göre, Harmancık Krom Madenleri baskısının yanında, Emet Çayı Havzası'nın jeolojik yapısının da sulardaki yüksek krom içeriklerinde önemli bir faktör olduğu anlaşılabılır.



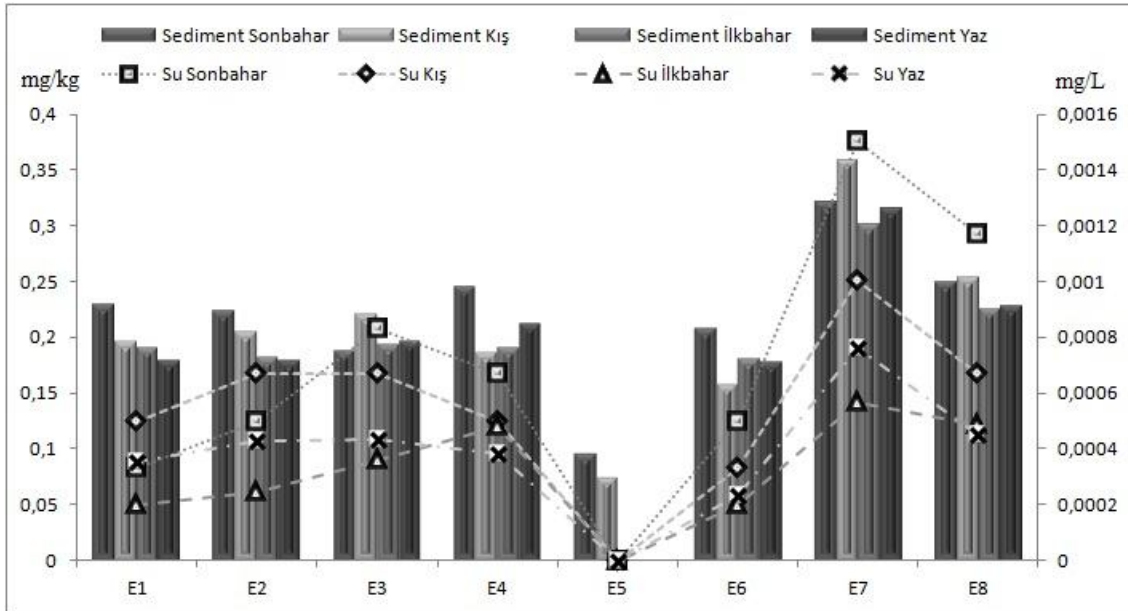
Şekil 4.43 Sedimentteki krom verileri ve bazı sınır değerler.

Yine sedimentte tespit edilen nikel seviyelerine paralel olarak E1, E2, E3, E4 ve E7 istasyonlarında tespit edilen krom seviyelerinin Muhtemel Etki Konsantrasyonlarına (PEC) ait sınırlardan PEC Konsensusu sınır değerinden (111 mg/kg) düşük olduğu, diğer istasyonlardan belirgin biçimde yüksek krom içeriklerine sahip ve Kınık Çayı baskısı altındaki E6 ve E8

istasyonlarında tespit edilen krom değerlerinin Toksik Etki Eşiği (TET) sınırından (100 mg/kg) yüksek olduğu, E5 istasyonunda tespit edilen krom konsantrasyonlarının ise mevcut sınıflandırma için maksimum sınır olan Etki Aralığı-Median (ERM, 145 mg/kg) sınırından bile yaklaşık 2,5 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (McDonald et al, 2000).

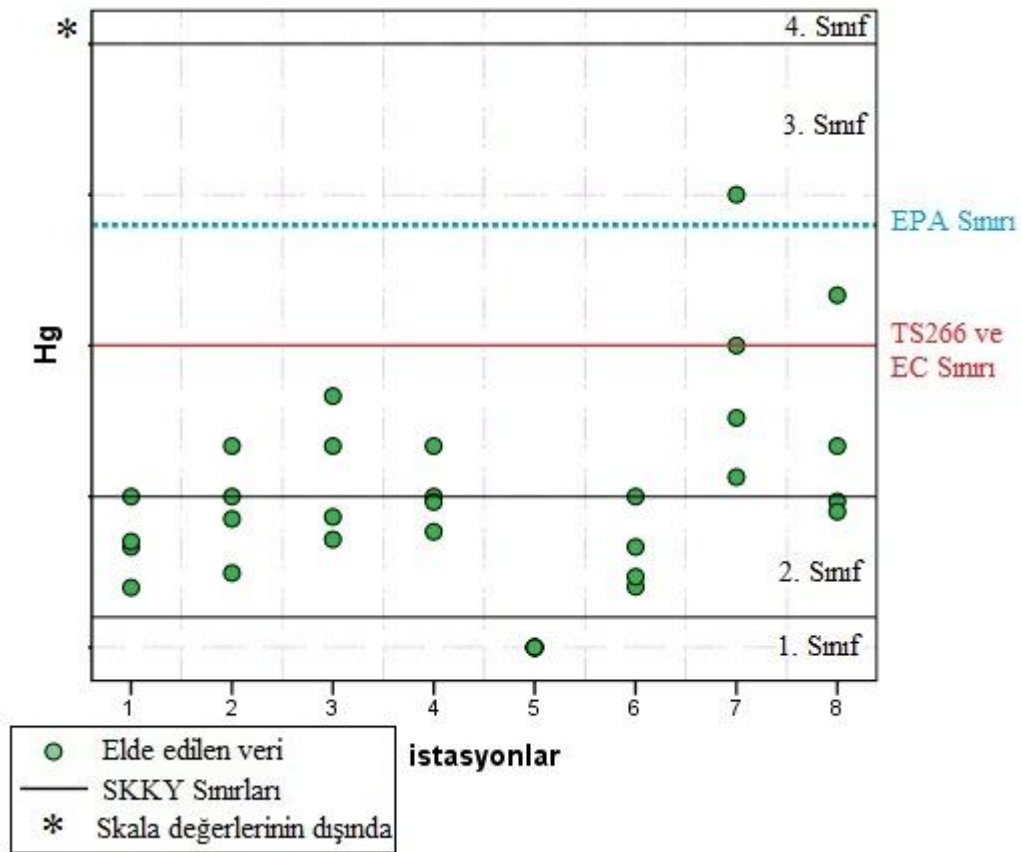
E5 istasyonunda tespit edilen krom seviyeleri kontamine olmamış istasyonlardan (E1, E2, E3, E4 ve E7) suda ortalama 150 kat, sedimentte ise ortalama 10 kat yüksek bulunmuştur. Elde edilen veriler göre, Kınık Çayı akış hızının fazlalığı, yatağının yüksek eğimi ve alkali su karakteri faktörlerinin de etkileri ile kromun taşınım hızının sedimentasyon hızından çok daha fazla olduğu sonucuna varılabilir. Buna göre, krom yeterli sedimentasyon şansı ve zamanı bulamadan Kınık Çayı vasıtası ile Emet Çayı'na buradan da direkt olarak Uluabat Gölüne taşınmaktadır.

Emet Çayı Havzası sularında ve sedimentlerinde, istasyonal ve mevsimsel olarak tespit edilen cıva birikim seviyelerinin ifade edildiği iki değişkenli grafik Şekil 4.44.'te, bölge sularında tespit edilen cıva seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği Şekil 4.45.'te, bölge sedimentlerinde tespit edilen cıva seviyelerinin ifade edildiği ve bazı limit değerler ile karşılaştırıldığı noktalama grafiği ise Şekil 4.46.'da verilmiştir.



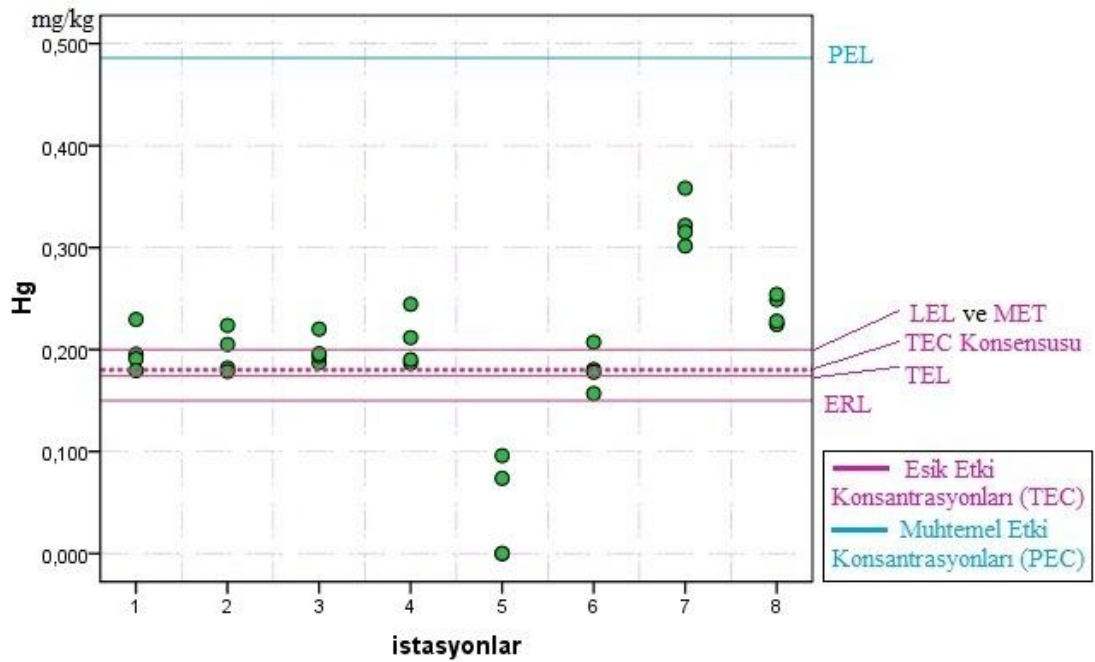
Şekil 4.44 Su ve sedimentteki cıva akümülyasyon seviyeleri.

Cıva doğal olarak çeşitli formlar halinde doğada bulunmaktadır ve kayalarındaki minerallerin rüzgar ve su yardımıyla aşınması sonucu sucul sistemlere geçebilmektedir. Fakat özellikle sanayi devriminden sonra ve fosil yakıtların kullanımının artışıyla birlikte, çevreye cıva salınımında antropojenik etkiler önemli bir etken haline almıştır. İnsan aktiviteleri sonucu çevreye salınan cıvanın yaklaşık %80'ini fosil yakıt yakılması, madencilik ve katı atıkların yakılması, %15'ini gübrelerin, fungusidlerin ve evsel katı atıkların, %5'ini ise endüstriyel atık sularından kaynaklandığı belirtilmiştir (ATSDR, 1999). Sedimentte önemli mevsimsel farkların tespit edilmediği, genel olarak sonbahar ve kış mevsimlerinde sudaki akümülyasyonlarının önemli artışlar sergilediği havza cıva akümülyasyonlarından, en yüksek değerler E7 istasyonunda kaydedilmiştir. E5 istasyonu suyunda tespit edilen cıva seviyeleri tüm mevsimlerde, sedimentinde tespit edilen cıva seviyeleri ise ilkbahar ve yaz mevsimlerinde dedeksiyon limitlerinin altındadır.



Şekil 4.45 Sudaki cıva verileri ve bazı sınır değerler.

SKKY'ne göre suda tespit edilen yıllık ortalama cıva içerikleri açısından E5 istasyonu 1. Sınıf ($<0,0001$ mg/L), E1, E2, E4 ve E6 istasyonları 2. Sınıf ($0,0001-0,0005$ mg/L), E7 ve E8 istasyonları ise 3. Sınıf ($0,0005-0,002$ mg/L) su kalitesine sahiptir (SKKY, 2004). Sonbahar mevsiminde E7 istasyonunda suda tespit edilen cıva değeri hariç tüm veriler EPA tarafından bildirilen yüzey sularında azami cıva sınırından ($0,0014$ mg/L) ve yine sonbahar mevsiminde E7 ve E8 istasyonlarında suda tespit edilen cıva değerleri hariç tüm veriler TS 266 ve EC içme suyu direktiflerinde bildirilen sınır değerden düşüktür (EPA, 2002; TS 266, 2005; EC, 2007).



Şekil 4.46 Sedimentteki cıva verileri ve bazı sınır değerler.

E5 istasyonu sedimentlerinde tespit edilen cıva akümülyasyonları Eşik Etki Konsantrasyonları sınırlarından (TEC) bile daha düşüktür. E7 ve E8 istasyonları sedimentlerinde tespit edilen cıva seviyeleri her ne kadar Eşik Etki Konsantrasyonları (TEC) sınırlarından yüksek olsa da, Muhtemel Etki Konsantrasyonları sınırlarından oldukça düşüktür (PEC) (McDonald et al, 2000).

Yukarıda da bildirildiği gibi metaller arasındaki anlamlı pozitif korelasyonlar, bunların benzer kaynaklardan deşarj edildiğini anlamına gelmektedir (Hakanson and Jansson, 1983; Li et al, 2009). Çalışmamızda suda ve sedimentte tespit edilen Hg verileri ile diğer metaller arasında anlamlı pozitif bir ilişki belirlenmemiştir. Hatta, Kınık Çayı vasıtası ile havzada önemli baskı

oluşturduğu belirlenen Mg, Mn, Ni ve Cr elementleri ile önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir. Önemli inorganik kirlilik baskısına maruz kalmadığı belirlenen, yerleşimin daha çok kırsal olduğu ve yoğun tarım arazilerinin bulunduğu E7 istasyonu çevresinde, ısınma amaçlı genellikle kömür kullanımı, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve fungusidler ve bu istasyonun Dursunbey Çayı'nın aşağı havzasında yer alması, bölgede tespit edilen kısmen yüksek cıva içeriklerini açıklamaktadır ve istatistiki analiz sonuçları doğrultusunda, Kınık Çayı'nın cıva açısından sistem için herhangi bir risk teşkil etmediği tespit edilmiştir.

%80'ini arıtılmadan olmak üzere yıllık 25 milyar ton atık suyun deşarj edildiği bilinen, dünyanın üçüncü büyük nehri olan Yangtze Nehri'nde yapılan bir çalışmada, sedimentteki Cu, Zn, Cr, Pb, Cd, As ve Hg araştırılmış ve elde edilen verilere Pearson Korelasyon Analizi ve Temel Bileşen Analizi (PCA) uygulanmıştır. Çalışmada, Cu, Cr, Zn, Pb, Cd ve Hg metallerini içeren, total varyansın %61,3'sini açığa çıkaran ve As metalini içeren, total varyansın %17,1'sini açıklayan toplam iki faktör bildirilmiştir ve aynı faktör elemanlarının aynı kaynaktan sisteme deşarj edilme ihtimalinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca As ile TN arasında anlamlı pozitif bir ilişkinin olduğu ve birinci faktörde yer alan Hg metalinin düşük faktör yüküne sahip olması nedeni ile diğer metallerden farklı şekilde kömür kullanımından kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir (Li et al, 2011). Emet Çayı Havzası'nda suda ve sedimentte tespit edilen ağır metallere uygulanan Faktör Analizi (FA) sonuçlarına göre, Cr, Ni, Mn ve Mg elementlerini içeren ve total varyansın %42,9'unu açıklayan, As ve B elementlerini içeren ve total varyansın %20,6'sını açıklayan ve Ag ve Pb elementlerini içeren ve total varyansın %17,6'sını açıklayan toplam üç faktör tespit edilmiştir. Mevcut çalışma ile benzer olarak, aynı faktörde yer alan elementlerin benzer noktasal kaynaklardan deşarj edildiği, ancak mevcut çalışmadan farklı olarak, Emet Çayı Havzası'ndaki element akümüasyonlarında daha çok kirlilik kaynağının etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma verilerimizi önemli kirliliğe maruz kaldığı açıkça bilinen Yangtze Nehri ile karşılaştıracak olursak, sedimentte tespit edilen Cu, Zn ve Pb birikimlerinin, Emet Çayı Havza'sında oldukça yüksek olduğu, çalışma alanımızın önemli As-B ve Cr-Ni baskısı altında olmasına rağmen sedimentteki As, Cr (E5 hariç) ve Hg birikimlerinin Yangtze Nehri ile benzer olduğu, ancak çalışmamızda sedimentte tespit edilen Cd birikimlerinin Yangtze Nehri'nden oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Li et al, 2011).

4.2.2 Balık dokularında tespit edilen elementler

Emet Çayı Havzası'ndan temin edilen *S. cii*, *C. tinca* ve *B. oligolepis* türlerinin kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında bazı makro ve mikro element biyoakümülyasyonları tespit edilmiştir ve elde edilen veriler hem balık sağlığı açısından hem de kaslarda kaydedilen bazı toksik element seviyelerinin Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen limit değerler ile karşılaştırılması suretiyle (TGK, 2002) insan sağlığı açısından değerlendirilmiştir. Çalışmamızda balık kaslarında tespit edilen element analiz sonuçlarının, sınır değerler açısından durumunun daha anlaşılır ve görsel olarak ifade edilebilmesi amacıyla, TGK'da belirtilen limit değere sahip her bir element için ayrı ayrı Scatter Dot Noktalama Diyagramları kullanılmıştır.

Balıkların kas dokularında tespit edilen element seviyelerinin istasyonlara göre ifade edildiği ve TGK limit değerleri ile karşılaştırıldığı noktalama grafikleri Şekil 4.47.'de verilmiştir.

Balıklarda yenebilen doku kas olduğu için kaslarda biriken metaller kolayca insana geçebilmektedir. Bu yüzden çeşitli kuruluşlar (FAO, WHO, EPA gibi) ve ülkelerin gıda işlerinden sorumlu kuruluşları (TGK gibi) metallerin bazılarının balık kaslarında bulunması gereken limit değerleri belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalara ve mevcut literatür bilgilerine göre, kas dokusunun metalleri bağlamada aktif bir yapısının olmadığı bilinmektedir (Kayhan ve ark, 2009). Bu nedenle ekosistem kirliliği belirleme çalışmalarında bu dokunun tek başına kullanılması yanıltıcı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir. Ancak balıkların kas dokusunun insanlar tarafından tüketilen doku olması, balıkların sucul sistemlerde besin zincirinin en üst basamağında yer alması nedeni ile sudaki ve sedimentteki element miktarının balık dokularında giderek artması ve yine besin zinciri yoluyla bunların insana kadar taşınabilmesi, kas dokusunu insan sağlığı açısından en önemli doku haline getirmektedir.

Türk Gıda Kodeksinin gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkındaki tebliğine göre, Emet Çayı Havzası'ndan tüm mevsimlerde temin edilen üç tür balığında kas dokularında tespit edilen bakır seviyelerinin sınır değerden düşük olduğu (20 mg/kg); çinko seviyelerinin ise sonbahar mevsiminde E2, E7 ve E8 istasyonlarından temin edilen *C. tinca* türleri ve kış mevsiminde E4 ve E8 istasyonlarından temin edilen *S. cii* türleri hariç bu türler için sınır değerden (50 mg/kg) düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *B. oligolepis* türleri kas dokularındaki çinko derişimlerinin, yaz mevsiminde sınır değeri aşmamış olmasına rağmen kış mevsiminde tüm istasyonlarda aştığı tespit edilmiştir. Üç tür balığın da kas dokularında tespit edilen arsenik, kurşun ve kadmiyum konsantrasyonları oldukça yüksektir. Yıllık ortalama arsenik, kurşun ve kadmiyum derişimleri açısından, E7 istasyonu *S. cii* ve *B.*

oligolepis türleri arsenik biyoakümülyasyonları ve E2 istasyonu *B. oligolepis* türleri kurşun biyoakümülyasyonları hariç, tüm bölge balıklarının kas dokularında tespit edilen arsenik, kurşun ve kadmiyum seviyelerinin sınır değerlerin oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir (As: 1 mg/kg, Pb: 0,3 mg/kg; Cd: 0,05 mg/kg) (TGK, 2002; TGK, 2008). Ayrıca Emet Çayı Havzası'nda belirlenen tüm istasyonlardan temin edilen *S. cii* ve *C. tinca* türlerinin ve E8 istasyonundan temin edilen *B. oligolepis* türlerinin kas dokularında tespit edilen kadmiyum biyoakümülyasyonlarının; tüm istasyonlardan temin edilen *S. cii* ve *C. tinca* türlerinin ve E4, E7 ve E8 istasyonlarından temin edilen *B. oligolepis* türlerinin kas dokularında tespit edilen kurşun biyoakümülyasyonlarının; tüm istasyonlardan temin edilen üç balık türünün de kas dokularında tespit edilen krom ve nikel biyoakümülyasyonlarının FAO tarafından bildirilen sınır değerlerden yüksek olduğu (Cd: 0,1 mg/kg; Pb:0,5 mg/kg; Cr: 0,15 mg/kg; Ni: 0,4 mg/kg) belirlenmiştir (FAO, 1983). Elde edilen verilere göre, balık kaslarında tespit edilen özellikle arsenik, kurşun, kadmiyum, krom ve nikel seviyelerinin limit değerlerin oldukça üzerinde olduğu ve diyetlerinde balığın önemli yere sahip olduğu yöre halkı sağlığı açısından önemli bir risk faktörü oluşturduğu tespit edilmiştir.

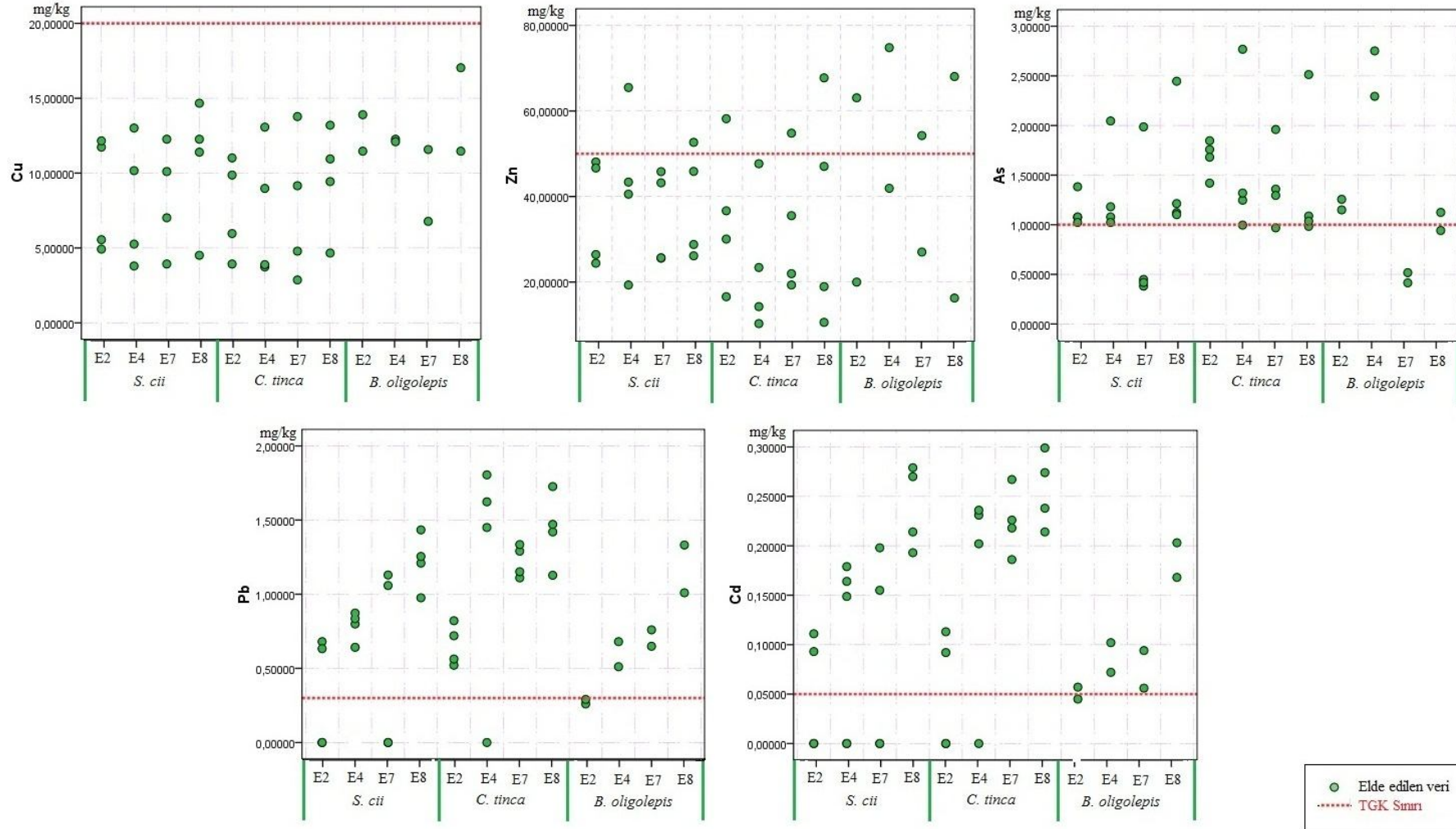
Arseniğin özellikle üç değerlikli bileşikleri oldukça toksiktir ve 70 kg'lık bir insan için Minimal Letal Dozu 100-200 mg/kg kadardır. Ancak hassas kişilerde 1 mg/kg arsenik bile zehirlenme belirtilerinin gözlenmesi için yeterlidir (Erkan, 1984; Nishida and Miyai, 1984). İnsanlar tarafında alınan 70-180 mg arsenik öldürücü etki yapabilir ve akut zehirlenmelerinde ağız kuruluğu, ishal, yutkunma güçlüğü, kusma, abdominal ağrı, kan basıncında düşme, ekstremitelerde soğuma ve göz kapağı ödemi görülür (Cheville, 1983). Kronik olaylarda ise karaciğer tahribatı karakteristiktir ve başlangıçta sarılık, sonraki aşamalarda ise siroz ve asites gözlenir (Classen et al, 1986; Mertz, 1986).

1946'da Japonya'da "İtai-İtai" hastalığı olarak belirtilen epidemik olayın kadmiyumdan kaynaklandığı anlaşılmıştır. Hastalığın görüldüğü bölgede bulunan Jintzu nehrinin, çinko, kurşun ve kadmiyum filizlerinin çıkarıldığı maden ocaklarının atık suları ile kirlendiği belirlenmiştir. Bölge halkının bu suları sulama ve günlük ihtiyaçlarında kullanması ve bölge balıklarının tüketilmesi sonucu şiddetli romatizmal ağrılarla karakterize olan İtai-itai hastalığına maruz kaldığı kaydedilmektedir (Castaing et al, 1986). Gıdalarla birlikte yüksek düzeylerde kadmiyum alınması akut toksikasyonlara neden olabilir ve 16 mg/L kadmiyum içeren suların içilmesi halinde abdominal ağrı, kusma ve bulantı gibi semptomların gözlemlendiği bildirilmiştir. Kadmiyum toksisitesi sonucu en fazla kalsiyum metabolizması etkilenmektedir. Özellikle kronik maruziyette idrardaki kalsiyum seviyesi normalden daha az olabilmesine, iskelet

sistemindeki bozuklukların osteoperozis ve osteomalasi ile neticelenmesine neden olablmektedir (Baş ve Demet, 1992).

Kurşunun, merkezi sinir sistemi üzerine olan etkileri, eritrositlerin ömrünü kısılması suretiyle anemi olarak bilinen hematolojik bozukluklar ve bazı kaynaklarda bildirilen dişi ve erkeklerdeki gametotoksik etkileri insan sağlığı açısından oluşturduğu en önemli etkileridir (Classen et al, 1986; Mertz, 1986).

Bölge balıklarının kas dokularında tespit edilen, TGK limitlerinden oldukça yüksek olan As, Cd ve Pb konsantrasyonlarının yöre halkı sağlığı üzerine akut etkiler oluşturması pek muhtemel görünmemesine rağmen, insanların sürekli bu toksik metallere maruz kaldığı göz önüne alındığında kronik etkilerinin muhtemel olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.47 Balık kaslarındaki element biyoakümülayonları ve TGK sınır değeri.

Su ile tam temas halinde olan solungaçlar, balıkların gaz değişim organlarıdır ve bu değişim sırasında solungaç filamentleri ağır metaller ile etkileşim haline geçerler. Bu nedenle, suda ve solungaç dokularında tespit edilen ağır metal konsantrasyonları arasında yakın bir ilişki vardır ve solungaçlar ekotoksikoloji çalışmalarında yaygın olarak kullanılırlar (Amundsen et al, 1997; Canlı and Atlı, 2003; Altındağ and Yiğit, 2005). Çalışmamızda tespit edilen magnezyum (*B. oligolepis* türleri hariç) kalsiyum, sodyum ve mangan elementlerinin, üç balık türünde de en fazla solungaç dokusunda birikim gösterdiği belirlenmiştir.

Metaller (letal olmayan konsantrasyonlarda) özellikle de balıklar ağır metallere uzun süre maruz kaldıklarında metabolik olarak aktif dokularda akümüle olurlar. Detoksifikasyon mekanizmaları genel olarak balıklarda aynıdır ve metaller vücuda girdiğinde, öncelikle ağır metal iyonları ile kompleksler meydana getiren metallothionein proteinlerine bağlanır. Balıkların detoksifikasyon organları olan karaciğer, çok sayıda metallothionein proteini içermektedir. Bu nedenle karaciğer dokusu özellikle toksik metalleri diğer dokulardan çok daha fazla akümüle eder. Böbrekler, ağır metal detoksifikasyonunda ikinci çıkış yoludur ve metallerin toksik etkilerini azaltırlar (Kargın ve Erdem, 1992; Kalay ve Erdem, 1995; Ünlü et al, 1996; Vinodhini and Narayanan, 2008). Fakat birçok çalışmada görüldüğü gibi, farklı balık türleri, farklı fizyolojik yapıları ve ağır metallere maruz kalma sürelerindeki farklılıklar, ağır metallerin farklı dokularda farklı miktarlarda akümüle olmalarına neden olabilir (Canlı et al, 1998; Cid et al., 2001; Karadede et al., 2004; Mendil and Uluözlü, 2007; Al-Weher, 2008; Sen et al., 2011). Çalışmamız sonucu elde edilen verilere göre, yüksek toksisiteleri nedeniyle kurşun ve krom metallerinin üç balık türünde de en fazla karaciğer dokularında birikim gösterdiği; nikel, arsenik, kadmiyum, gümüş ve cıva metallerinin ise balık türleri arasında farklılıklar sergilemesine rağmen en fazla karaciğer ve böbrek dokularında birikim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen yüksek toksik metal biyoakümülyasyonları, bu dokulardaki bazı hayati önem taşıyan biyokimyasal parametrelerin düşüşüne neden olabilir. Buda, önemli karaciğer ve böbrek hasarlarına ve dolayısıyla balık sağlığının olumsuz etkilenmesine neden olabilir (Mayers and Hendricks, 1984; Ferguson, 1989). E7 (Dursunbey Çayı) istasyonunda suda ve sedimentte tespit edilen çoğu toksik element seviyeleri, sistemin biyotik öğelerine benzer olarak diğer istasyonlarda tespit edilen değerlerden önemli ölçüde düşüktür. Dursunbey Çayı'ndan temin edilen balıkların özellikle karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen bor, arsenik, gümüş, nikel ve krom birikimlerinin, Emet Çayı'ndan temin edilen balıklarda tespit edilen birikim seviyelerinden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler, sucul sistemlerin biyotik ve abiyotik bileşenlerinin toksik

element akümülayon seviyelerinin yakın bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir. Balık sağlığı açısından veriler değerlendirildiğinde ise, bor, arsenik, gümüş, nikel ve krom metallerinin Emet Çayı balıklarının populasyon yoğunlukları üzerine önemli sınırlayıcı faktörler olduğu anlaşılmaktadır.

Balık dokularında tespit edilen element biyoakümülayonlarına uygulanan Box Plot Sapma diyagramlarına göre, *S. cii* türlerinin karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen krom, nikel, gümüş, kurşun ve kadmiyum değerlerinin, *C. tinca* ve *B. oligolepis* türlerinde tespit edilen değerlerden; *C. tinca* ve *B. oligolepis* türlerinin dokularında tespit edilen arsenik ve bor değerlerinin ise *S. cii* türlerinde tespit edilen değerlerden mevsimsel ve istasyonel olarak çok daha fazla sapmalar sergilediği belirlenmiştir. Tespit edilen yüksek sapmalar, noktasal kirleticilerin sistem üzerindeki baskısının yoğunluğunu ve balıkların bu kirleticilere olan hassasiyetlerini yansıtmaktadır. “Madenler Faktörü” başlığı altında açıklanan ve etkileşimli bileşenlerin sınıflandırıldığı faktör analizi sonuçlarımızla da desteklenen, havza için önemli baskı kaynaklarından olan krom ve gümüş madenleri noktasal kirleticilerinin *S. cii* türlerini *C. tinca* ve *B. oligolepis* türlerinden; bor madenleri noktasal kirleticilerinin ise *C. tinca* ve *B. oligolepis* türlerini *S. cii* türlerinden daha fazla etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca yine korelasyon analizi sonuçlarımızla da desteklenen (Cd-BOİ ilişkisi) kadmiyum içerikli tarımsal gübre kullanımının *S. cii* türlerini *C. tinca* ve *B. oligolepis* türlerinden daha fazla etkilediği tespit edilmiştir. Eğer bir balık türü aynı miktarda toksik metale maruz kalmasına yani aynı akuasistemde bulunmasına rağmen, özellikle karaciğer ve böbrek dokularında bu metali diğer balık türlerinden daha fazla biriktiriyorsa, bu balığın bu metale karşı diğer balık türlerinden daha hassas olduğu anlaşılır. Kas ve solungaç dokularındaki metal akümülayonları balık fizyolojisinden çok sudaki metal seviyeleri ile ilişkilidir. Ancak balık fizyolojisinin karaciğer ve böbrek dokularındaki metal akümülayonlarına olan etkisi sudaki metal seviyelerinin etkilerinden çok daha fazladır. İnorganik kirliliğe çok hassas olduğu bilinen *Oncorhynchus clarki* türünde gümüş biyoakümülayonlarının araştırıldığı bir çalışmada, karaciğer dokusunda tespit edilen gümüş birikiminin (2,3 mg/kg) ekstrem biçimde kas dokusunda tespit edilen gümüş birikiminden (0,1 mg/kg) yüksek olduğu tespit edilmiştir (NRCS, 2007; Freeman, 1979). Çalışmamız sonucu elde edilen verileri mevcut çalışma ile karşılaştıracak olursak, çok daha düşük gümüşe maruz kalan *O. clarki* türünün karaciğer dokusunda tespit edilen gümüş birikiminin, Emet Çayı Havzası balıklarının (*S. cii*, *C. tinca* ve *B. oligolepis*) karaciğer dokularında tespit edilen gümüş birikiminden ekstrem şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, yukarıda öngörülen yargıyı destekler niteliktedir.

Genel olarak balık dokularında, özellikle de metabolik olarak daha aktif olan ve toksik element bağlamada yüksek öneme sahip karaciğer ve böbrek dokularında metallerin biyoakümülyasyon seviyeleri maruz kalma süreleri ile paralellik göstermektedir. *Cyprinus carpio*'ların kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında krom, nikel, kadmiyum ve kurşun biyoakümülyasyonlarının maruz kalma sürelerine göre değişimlerinin araştırıldığı deneysel bir çalışmada, ağır metal akümülyasyonlarının maruz kalma sürelerine göre kademeli olarak artışlar sergilediği bildirilmiştir (Vinodhini and Narayanan, 2008). Çalışmamızda, sistemin biyotik bileşenleri olarak kullanılan tüm balık türlerinin ağırlıkları ile dokularındaki element biyoakümülyasyon seviyeleri arasında Pearson Korelasyon Analizi kullanılarak anlamlı ilişkiler araştırılmıştır. Elde edilen veriler göre, her birinin korelasyon katsayısı 0,8'den büyük olmakla birlikte *S. cii* türünün ağırlıkları ile tüm dokularında tespit edilen nikel, kadmiyum, gümüş ve krom akümülyasyonları arasında; *C. tinca* türünün ağırlıkları ile solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen kadmiyum ve krom akümülyasyonları ve karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen gümüş akümülyasyonları arasında; *B. oligolepis* türünün ise ağırlıkları ile karaciğer ve böbrek dokularında tespit edilen krom akümülyasyonları arasında anlamlı pozitif ilişkiler kaydedilmiştir ($p<0,01$). Ayrıca yüksek korelasyon katsayısına sahip verilere, bir bağımsız (ağırlık) ve iki bağımlı (karaciğer-böbrek biyoakümülyasyonları) değişken verisi kullanılarak Regresyon Analizi uygulanmıştır. Elde edilen verilere göre, *S. cii* ve *C. tinca* türlerinde belirlenen ağırlık verileri ile karaciğer ve böbrek dokularındaki krom, nikel ve kadmiyum birikimleri arasında ve *S. cii* türünde belirlenen ağırlık verileri ile karaciğer ve böbrek dokularındaki gümüş ve kurşun birikimleri arasında, her birinin regresyon katsayısı 0,8'den büyük olmakla birlikte kuvvetli linear ilişkiler tespit edilmiştir. Bu durum, özellikle toksik metallerin balıklar üzerinde oluşturduğu stresin, Emet Çayı Havza balıklarının yaşlarına paralel olarak artış gösterdiği ve insani tüketim amacıyla genellikle daha büyük balıklar tercih edildiğinden havza balıklarının yöre halkı sağlığı açısından önemli bir risk faktörü oluşturduğu fikrini akla getirebilir.

Yapılan çalışmalarda, çalışmamız verilerine benzer olarak, *Mugil cephalus* ve *Tilapia zilli* türlerinde solungaç dokularındaki kadmiyum biyoakümülyasyonlarının kas dokularından yüksek olduğu bildirilmiştir (Kargın, 1996). Ayrıca, tarımsal alanlara yakın yerlerden alınan balıkların özellikle karaciğer dokularında kadmiyum biyoakümülyasyonlarının çok daha fazla olduğu belirtilmiştir (Jent et al, 1998) ve dünyanın en büyük yapay göllerinden olan Nasser Gölü (Mısır) balıklarında da benzer sonuçlar tespit edilmiştir (Rashed, 2001). Emet Çayı Havzası'nın önemli bir tarımsal baskıya maruz kaldığı bilinmektedir ve çalışmamız sonucu elde edilen veriler de bu durumu destekle niteliktedir. Özellikle aşağı havzadan temin edilen *S. cii* ve

C. tinca türlerinin karaciğer dokularında tespit edilen yüksek Cd seviyelerinin primer nedeninin mevcut çalışma ile benzer şekilde tarımsal kirleticiler olduğu düşünülmektedir.

Krom akümülyasyonlarında en aktif dokunun böbrek olduğu bildirilmiştir (Malik et al, 2010). Ancak çalışmamız sonuçlarına göre, böbrek dokularında tespit edilen krom ve kurşun seviyelerinin oldukça yüksek ve kas, solungaç dokularından daha fazla olmasına rağmen, Emet Çayı Havzası'nda krom birikiminde en aktif dokunun karaciğer olduğu tespit edilmiştir.

İran'ın önemli sucul sistemlerinden olan Shagedan Sulak Alanı'nda *Barbus grypus*, *Barbus luteus*, *Barbus sharpeyi*, *Cyprinus carpio*, *Liza abu* ve *Silurius trisostegus* türlerinin kas, solungaç, karaciğer, böbrek ve gonadlarında bazı element biyoakümülyasyonları araştırılmıştır ve çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer olarak, mangan biyoakümülyasyonlarının tüm balık türlerinin solungaç dokularında diğer dokulardan çok daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Alhashemi et al, 2012). Balıkların solungaç dokularından önemli miktar suyun geçmesi, bu dokuyu önemli bir metal akümülyasyon organı haline getirmektedir (Jayakumar and Paul, 2006). Mevcut literatür bilgileri ve çalışmamız sonuçlarına göre, manganın esansiyel bir element olması ve fazla toksik olmaması nedeni ile bu elementin hedef dokusunun solungaç olduğu anlaşılmaktadır.

Hanife Vadisi'nde (Suudi Arabistan) yapılan bir çalışmada su, sediment ve tilapia balıklarında Pb, Cd, Hg, Cu ve Cr akümülyasyonları araştırılmış ve balık dokularında en fazla bakırın en düşük ise cıvanın birikim gösterdiği tespit edilmiştir ve balık dokularındaki biyoakümülyasyon sıralamasının $Cu > Cr > Pb > Cd > Hg$ şeklinde olduğu bildirilmiştir (Abdel-Baki et al, 2011). Mevcut çalışma verileri ile paralel olarak Emet Çayı Havza balıklarında en düşük element biyoakümülyasyonların cıva için kaydedilmiştir. Bilindiği gibi, insan diyetindeki en önemli cıva kaynağı balıktır (Malik et al, 2010). Çalışmamızda araştırılan üç balık türünün de kas dokularında Hg biyoakümülyasyonuna rastlanmamış olması sevindirici bir durumdur ve suda ve sedimentte tespit edilen cıva içerikleri de göz önüne alındığında, bölgenin cıva açısından önemli bir kontaminasyona maruz kalmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca Emet Çayı Havza sularında krom madenlerinin etkisi ile sularda tespit edilen ekstrem krom seviyelerine rağmen, mevcut çalışmadan farklı olarak kurşunun transfer faktörü (TF) kromdan çok daha yüksektir ve balıklardaki kurşun biyoakümülyasyonları krom biyoakümülyasyonlarından çok daha fazladır. Buna göre, Kınık Çayı deşarjından sonraki Emet Çayı aşağı havzalarının etkilendiği noktasal krom deşarjlarının biyotik öğeler açısından kurşun kadar ciddi bir tehdit oluşturmadığı, balık popülasyonları açısından kurşunun daha etkili bir sınırlayıcı faktör olduğu anlaşılmaktadır.

Atatürk Baraj Gölü'nde yapılan bir çalışmada, su, sediment ve bölgede besin olarak tüketilen balık türlerinde bazı ağır metal birikimleri araştırılmıştır. Çalışmada, suda, sedimentte ve balık dokularında Cd, Hg ve, Pb metallerine rastlanmamış ve bölgede önemli bir metal kirliliği tespit edilmemiştir. Sistemin biyotik ve abiyotik öğelerinde tespit edilen düşük metal içeriklerinin ise jeolojik yapıdan kaynaklandığı bildirilmiştir (Karadede and Ünlü, 2000). Atatürk Baraj Gölü'nün aksine, Emet Çayı Havzası'nın jeolojik yapısına ek olarak bölgenin önemli antropojenik deşarjlara maruz kaldığı ve hem abiyotik hem biyotik öğelerinde kirlilik baskısı oldukça belirgin seviyelerdedir.

Organik içeriğinin (total azot ve fosfor) günden güne hızla arttığı bilinen (Jiao and Li, 2005), Çin'in üçüncü büyük tatlısu gölü olan Taihu Gölü'nde yapılan bir çalışmada, bazı balık türlerinde ağır metal biyoakümülyasyonları araştırılmış ve Zn birikimlerinin sınır değerleri aşmasına rağmen, Cr, Cu, Pb ve Cd birikimlerinin insan sağlığı açısından herhangi bir risk teşkil etmediği bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada, genel olarak en yüksek metal akümülyasyonu karaciğer, en düşük metal akümülyasyonları ise kas dokusunda tespit edilmiştir (Quiao-qiao et al, 2007). Mevcut çalışma ile benzer olarak çalışmamızda özellikle toksik metallerin karaciğer dokusunda daha fazla birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak önemli tarımsal kirliliğe maruz kalan ve toplam azot ve fosfor gibi organik içeriklerinin oldukça yüksek olduğu bilinen Taihu gölü balıklarında tespit edilen Cd seviyelerinin, Emet Çayı Havza balıklarından çok daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun en önemli nedeninin havzada bilinçsizce kullanılan Cd içerikli gübreler olduğu düşünülmektedir. Gübrelerde Cd içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, altı gübre fabrikasından alınan toplam on dört gübre numunesinin onunda kadmiyumun sınır değerin üzerinde olduğu (8 mg/kg) tespit etmişlerdir. Fosfatlı gübrelerin ana maddesi olan fosfat kayası, ülkemize yurt dışından ithal edilmekte, hem ithal edilen hem burada üretilen fosfat kayalarının bileşiminde olması gerekenden çok daha fazla kadmiyum yer almaktadır (Köleli ve Kantar, 2005).

Önemli kirlilik baskısına maruz kalan, dünyanın üçüncü büyük nehri olan, Çin'in Yangtze Nehir Havzası'nda yapılan bir çalışmada birçok pelajik ve bentik yaşayan balık türünün kas dokularında Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Hg ve As konsantrasyonları araştırılmıştır (Li et al, 2011). Yagtze Nehri Havza balıkları kas dokularında genel olarak tespit edilen Cu, Zn ve Cr seviyelerinin Emet Çayı Havza balıklarından düşük olduğu (dipte yaşayan *Eriocheir sinensis* hariç), Pb ve Cd seviyelerinin Emet Çayı Havza balıkları ile benzer olduğu, Hg seviyelerinin ise Emet Çayı Havza balıklarından yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Emet Çayı Havza balıkları kas dokularında tespit edilen ortalama As seviyelerinin Yangtze Nehri Havza balıklarından 34-133 kat yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı bölgenin sedimentlerinde tespit

edilen As seviyeleri benzerlik göstermesine rağmen balık kaslarında tespit edilen bu yüksek fark, Emet Çayı Havza'nda arseniğin balık kaslarındaki transfer faktörünün (TF) Yangtze Nehri'nden çok daha yüksek olduğunu göstermektedir. Önemli endüstriyel kirlilik baskısı altındaki İskenderun Körfezi'nde yapılan başka bir çalışmada, ticari önem arz eden balık kaslarında tespit edilen Pb (1,8-3,4 mg/kg), Cd (0,8-1,3 mg/kg) ve Cr (1,3-2,7 mg/kg) biyoakümülyasyonlarının Emet Çayı Havza balıklarından çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Türkmen et al, 2005). Antropojenin baskının minimum olduğu, dünyanın en temiz bölgelerinden olan, Hint Okyanusunun güneyinde yer alan Kerguelen Adaları'nda yapılan bir çalışmada, balık kaslarında tespit edilen Cd (0,01-0,08 mg/kg) biyoakümülyasyonlarının Emet Çayı Havza balıklarından çok daha düşük olduğu, Hg (0,04-1,1 mg/kg) biyoakümülyasyonlarının ise Emet Çayı Havza balıklarından yüksek olduğu tespit edilmiştir (Bustamante et al, 2003). Mevcut verilerden de anlaşılacağı gibi, ağır sanayi ve endüstriyel atıklar sucul sistemleri madenlerin, tarımsal faaliyetlerin ve evsel atıkların oluşturduğu baskıdan çok daha fazla etkilemekte, çevresel etkileşimler ise bazen ekosistemleri noktasal deşarjlardan daha çok etkileyebilmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Emet Çayı Havzası etrafındaki yöresel ve ulusal öneme sahip birçok tarım arazisi, özellikle Emet Çayı'nın etrafında bulunan birçok yerleşim yeri ve karayolu ve sadece ulusal değil uluslararası öneme sahip birçok madenin havzadaki varlığı, sistemin hem abiyotik hem de biyotik bileşenleri üzerinde önemli baskılar meydana getirmektedir. Emet Çayı Havzası'nda 2010 Kasım-2011 Ağustos tarihleri arasında, mevsimlik periyotlarla yapılan çalışmamızda elde edilen veriler, tüm bu kirlilik baskılarını açıkça göstermektedir. Yapılan istatistiki analizler yardımıyla benzer kaynaklı noktasal kirlleticiler sınıflandırılmış ve jeolojik yapının, çevresel etkileşimlerin, havzanın yağış rejiminin, araçlarda kullanılan kurşunlu ve MMT (Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl) katkılı yakıtlar ve kömür gibi fosil yakıtların kullanımının, tarımsal faaliyetlerde bilinçsiz kullanılan gübre ve pestisitlerin, yeterince artıma tabi tutulmayan evsel atıkların, bor madenlerinin, krom madenlerinin ve gümüş madenlerinin havzanın en önemli stres kaynakları olduğu tespit edilmiştir.

Kınık Çayı'nda önemli bir organik kirlilik tespit edilmemesine rağmen yukarı havzasında yer alan krom madenleri nedeni ile özellikle krom, nikel ve mangan metalleri açısından Emet Çayı'nın su ve sediment kalitesini büyük oranda düşürdüğü, sistemin en önemli biyotik öğelerinden olan ve akuasistem besin zincirindeki en üst basamaktaki balıkların dokularında belirlenen biyoakümülyasyon seviyelerinde de bu baskının açıkça yansıdığı ve bu kirliliğin Uluabat Gölü'ne taşındığı tespit edilmiştir. Dursunbey Çayı'nın havza için birçok inorganik parametre açısından herhangi bir risk teşkil etmediği, aksine döküldükten sonra Emet Çayı'nın su ve sediment kalitesini belirgin biçimde arttırdığı tespit edilmiştir. Kırsal yerleşimin fazlalığı neticesinde kömür kullanımındaki fazlalıktan kaynaklandığı düşünülen, su ve sedimentte tespit edilen havza için nispeten yüksek ancak limit değerlerden düşük cıva konsantrasyonları dışında bölgede önemli bir kontaminasyona rastlanmamıştır.

Emet Çayı'nın kaynağında tespit edilen su ve sediment içeriklerinin bile oldukça yüksek oluşu, havzanın jeolojik yapısında sistemdeki bor ve arsenik akümülyasyonlarında önemli bir etken olduğunu göstermektedir. Ancak bor madenlerine oldukça yakın olan E3 ve E4 istasyonlarında tespit edilen ekstrem konsantrasyonlar, hem yeraltı suları hem de direkt deşarjlar vasıtasıyla bor madenlerinin sistemi önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Sucul sistemin, gümüş madenlerine oldukça uzak oluşu ve direkt deşarja maruz kalmaması nedeniyle su ve sedimentlerde aşırı gümüş birikimlerine rastlanmamıştır. Jeolojik yapının da akümülyasyon seviyeleri üzerine önemli bir faktör olarak belirlendiği Emet Çayı'nda, özellikle E4 ve E8 istasyonları yakınlarından yeraltı suyu vasıtasıyla gümüş kontaminasyonu tespit edilmiştir.

Gümüş madenlerinin ve kontaminasyon bölgelerinin konumu göz önüne alındığında yüksek gümüş içerikli yeraltı su akışlarının kuzeybatı yönünde olduğu tahmin edilmektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda havzanın önemli bir tarımsal faaliyet ve evsel atık baskısına maruz kaldığı tespit edilmiştir. Özellikle sonbahar ve ilkbahar gibi yağışların artış gösterdiği mevsimlerde toprakların yıkanması ve yerleşim yerlerindeki atıksu tahliye kanallarının taşması sonucu havza sularının organik içeriklerinde önemli artışlar tespit edilmiştir.

Balık dokularında tespit edilen özellikle toksik elementler değerlendirildiğinde, tespit edilen As, Cd, Pb, Cr ve Ni biyoakümülyasyon seviyelerinin hem balık sağlığı açısından hem de insan sağlığı açısından oldukça riskli olduğu ve limit değerlerin oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Havzada tespit edilen yüksek ağır metal akümülyasyonlarının, diyetlerinde balığın önemli bir yere sahip olduğu ve tarımsal sulamada önemli oranda havza sularını kullanılan yöre halkı sağlığı üzerine akut etkiler oluşturması düşük bir ihtimal olarak değerlendirilmesine rağmen, insanların sürekli bu toksik metallere maruz kaldığı göz önüne alınacak olursa, ağır metallerin kronik etkilerinin havzada görülmesi oldukça yüksek bir ihtimaldir.

Emet Çayı Havzası'nın ekosistem kalitesini arttırmak, sucul canlılar üzerindeki stres ve baskıyı azaltmak ve yöre halkı sağlığını kronik etkilerden korumak için; özellikle bölge halkına gerekli eğitimler verilerek bilinçsiz kimyasal gübre, tarımsal ilaç ve pestisitlerin kullanımı engellenmelidir. Havzada yapılan çalışmaların sonuçları ve oluşabilecek muhtemel olumsuz senaryolar sadece tezlerde ve bilimsel yayınlarda kalmayıp yerel yönetimler ve yöre halkı ile de paylaşılmalı, bu şekilde idarecilerin ve bölge sakinlerinin bilinçlenmeleri, tarımsal faaliyetlerinde sürdürülebilirliği korumak için sadece kendilerini değil çevrelerini de düşünmeleri gerektiği bilinci yerleştirilmelidir. Havzada bulunan yerleşim bölgelerinin evsel ve kanalizasyon atıklarının arıtıma tabi tutulmadan sisteme deşarjı mutlaka engellenmeli, yağmursuyu ve foseptik suyu çıkışları kesinlikle ayrı yada aşırı yağışlarda bile foseptik arıtım tesislerinin hacmini aşmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Madenlerin atık havuzlarının yağışlarda taşması engellenmeli ve gerekli önlemler alınmalı, tabanlarına yeraltı sularına geçişleri tamamen engellemek için mutlaka membran filtreler serilmelidir. Üst düzey yöneticiler de dahil olmak üzere tüm maden çalışanlarına çevre eğitimi verilmeli, uzman denetçiler tarafından tesisler periyodik olarak denetlenmelidir. Anlık deşarjların izlenmesi için havzanın su kalitesi kısa periyotlarda, uzun süreli etkilerin izlenmesi için sediment kalitesi ve canlılardaki ağır metal biyoakümülyasyonları daha uzun periyotlarda sürekli olarak takip edilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Abdel-Baki, A. S., Dkhil, M. A. and Al-Quraishy, S., 2011, Bioaccumulation of some heavy metals in tilapia fish relevant to their concentration in water and sediment of Wadi Hanifah, Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(13), pp. 2541-2547, 28
- [2] Akbulut, A., Yıldız, K., 2001. Mogan Gölü (Ankara) Planktonik Bacillariophyta Üyeleri ve Dağılımları. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 14, 4, 1081-1093.
- [3] Akgündüz, A., Öztürk S., 1999. Bilinmeyen Osmanlı. Osmanlı Araştırmaları Vakfı, İstanbul. ISBN: 975-7268-28-3
- [4] Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney, K. ve Kurt, F., 2004. Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi). Palme Yayıncılık, Ankara, 299 syf.
- [5] Alhashemi, A. H., Sekhavatjou, M. S., Kiabi, B. H., Karbassi, A. R., 2012. Bioaccumulation of trace elements in water, sediment, and six fish species from a freshwater wetland, Iran. *Microchemical Journal*, MICROC-01510; No of Pages 6.
- [6] Altındağ, A. and Yiğit, S., 2005. Assessment of Heavy Metal Concentrations in the Food Web of Lake Beyşehir, Turkey. *Chemosphere* 60, 552–556.
- [7] Altınaçlı, S., Griffiths, H. I., 2001. Ostracoda (Crustacea) of Lake Uluabat (Apolyont Gölü) (Bursa Province, Turkey). *Limnologica* 31, 109-117.
- [8] Al-Weher, S. M., 2008. Levels of Heavy Metal Cd, Cu and Zn in Three Fish Species Collected from the Northern Jordan Valley, Jordan. *Jordan Journal of Biological Sciences*, Volume 1, Number 1, Pages 41-46.
- [9] Amundsen, P. A., Staldevik, F. J., Lukin, A. A., Kashulin, N. A., Popova, O. A. and Reshetnikov, Y. S., 1997. Heavy Metal Contamination in Freshwater Fish From the Border Region Between Norway and Russia. *Science of The Total Environment*, Volume 201, Issue 3, Pages 211-224.
- [10] Anonim, 1999. Uluabat gölü ve havzasında çevre etkileri, projelerimiz ve Ramsar uygulamaları. DSİ. 1. Bölge Müdürlüğü Çalışma Raporu, Bursa, 1-7.
- [11] APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. In A.E. Greenberg, L.S.Clesceri, A.D. Eato (eds.), American Public Health Association, 18th ed., Washington, U.S.A.
- [12] Arslan, N., Koç, B., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö. and Malkoç, S., 2009. Uluabat Gölü Bazı Biyotik ve Abiyotik Ögelerinde Gümüş Birikimi. *Türkiye Sulak Alanlar Kongresi*, Eski Karaağaç Köyü, Bursa, 22-23 Mayıs 2009.
- [13] ASTM, 1985. Preparation of Biological Samples for Inorganik Chemical Analysis 1. *Annual Book of ASTM Standards*, D-19, pp. 740- 747
- [14] Atakuru, İ., 2009. Emet ve Hisarcık Bölgesi Sularında Arsenik ve Bor Tayini. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü Yüksek Lisans Tezi*, 58 s.
- [15] Atalık, A., 2006. “Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri”. *Bilim ve Ütopya*, 139: 18-21.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [16] Atıcı, T., Ahiska, S., Altındağ, S. and Aydın, D., 2008. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sarıyar Dam Reservoir in Turkey. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (12), pp. 1972-1977
- [17] Atıcı, T., Obalı, O., 1999. Susuz Göleti (Ankara) Algleri ve Su Kalite Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 19, 3, 99-104.
- [18] Atıcı, T., Obalı, O., Altındağ, A., Ahiska, S. and Aydın, D., 2010. The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beyşehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology* Vol. 9 (4), pp. 475-487, 25
- [19] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1990. *Public Health Statement for Lead*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [20] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1990. Toxicological Profile for Silver. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [21] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1999. Toxicological Profile for Mercury. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [22] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2000. Toxicological Profile for Manganese. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, GA.
- [23] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2000. Toxicological Profile for Chromium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [24] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2004. Toxicological profile for Copper. U.S. Department of Health and Human Services.
- [25] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2005. Toxicological Profile for Arsenic. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [26] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2005. Toxicological profile for Nickel. U.S. Department of Health and Human Services.
- [27] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2005. Toxicological profile for Zinc. U.S. Department of Health and Human Services.
- [28] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007. Toxicological Profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [29] ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2008. Toxicological Profile for Cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- [30] Ayaş, Z., Kolonkaya, D., 1996. Accumulation of some heavy metals in various environments and organisms at Göksu Delta, Türkiye, 1991–1993. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56, 65–72.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [31] Ayık, Ö., 2006. Uluabat (Apolyont) Gölü Chironomidae (Diptera) Limnofaunası. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- [32] Barlas, M., 1995. Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Doğu Anadolu Bölgesi I. ve II. Su Ürünleri Sempozyumu Kitabı, 465-479, Erzurum.
- [33] Barlas, M., 2002. Su Kalitesi Tayin Yöntemleri. Yüksek Lisans Ders Notları, Muğla, 37 s.
- [34] Barlas, N., 1999. A pilot study of heavy metal concentration in various environments and fishes in the Upper Sakarya River Basin, Turkey. Environ. Toxicol. 14 (3), 367-373.
- [35] Barlas, N., Akbulut, N., Aydoğan, M., 2005. Assessment of heavy metal residues in the sediment and water samples of Uluabat Lake, Turkey. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 74: 286-293.
- [36] Barlas, N., Çok, İ., Akbulut, N., 2006. The contamination levels of organochlorine pesticides in water and sediment samples in Uluabat Lake, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 118: 383-391.
- [37] Baş, L. A., Demet, Ö., 1992, Çevresel toksikoloji yönünden bazı metaller. Ekoloji, Ekim-Kasım-Aralık, Sayı: 5, 42 - 46
- [38] Bebek, M. T., 2001, Uluabat Gölü ve Gölü besleyen su kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- [39] Berg, L.S., 1964. Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. volume 2, 4th edition. Israel Program for Scientific Translations Ltd, Jerusalem. (Russian version published 1949).
- [40] Boyacıoğlu, H., 2006. Surface water quality assessment using factor analysis. Water S.A., 32(3), 389-393.
- [41] Bryan, G. W. and Langston, W. J., 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environmental Pollution 76:89-131.
- [42] Budavari, S., O'Neil, M.J., Smith, A., 2001. The Merck index an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 13th ed. Whitehouse Station, NJ: Merck & Co., Inc., 440, 462.
- [43] Buhl, K. J. and Hamilton, S. J., 1991. Relative sensitivity of early life stages of Arctic grayling, coho salmon, and rainbow trout to nine inorganics. Ecotoxicology and Environmental Safety 22:184-197.
- [44] Bustamante, P., Bocher, P., Cherel, Y., Miramand, P., Caurant, F., 2003. Distribution of trace elements in the tissues of benthic and pelagic fish from the Kerguelen Islands. The Science of the Total Environment 313, 25e39.
- [45] Canbek, M., Demir, T. A., Uyanoglu, M., Bayramoglu, G., Emiroglu, Ö., Arslan, N., 2007. Preliminary assessment of heavy metals in water and some Cyprinidae species from the Porsuk River, Turkey. *Journal of Applied Biological Sciences*, 1, 89-93.
- [46] Canli, M. and Atli, 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.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [47] Canli, M., Ay, Ö. and Kalay, M., 1998. Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissues of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan River, Turkey. *Turkish J. Zoology* 22: 149-157.
- [48] Carapella, S.C., 1992. Arsenic and arsenic alloys. In: Kroschwitz JI, Howe-Grant M, eds. *Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*. New York, NY: John Wiley and Sons, 3:624-633.
- [49] Castaing, P., Assor, R., Jouanneau, J.M., Weber, O., 1986. Heavy metal origin and concentration in the sediments of the pointe a pitre bay (Guadeloupe-Lesser Antilles). *Environ. Geol. Water Sci.* 8, (4), 175-184.
- [50] Celikkale, M.S., 1994. İçsu Balıkları Yetitiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- [51] Cheville, N.F., 1983. Celi pathology. The Iowa State University, Ames, Iowa, USA.
- [52] Cid, B. P., Boia, C., Pombo, L. and Rebelo, E., 2001. Determination of Trace Metals in fish Species of the Ria de Aveiro (Portugal) by electrothermal atomic absorption spectrometry. *Food Chem.* 75, 93–100.
- [53] Cirik, S., Cirik, Ş., 1995. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:21. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 166s.
- [54] Cirik, S., Cirik, Ş., 1999. Limnoloji. III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- [55] Cole, R.H., Frederick, R.E., Healy, R.P., 1984. Preliminary findings of the priority pollutant monitoring project of the National Urban Runoff Program. *J Water Pollut Control Fed* 56:898-908.
- [56] Crawford, D.W., Bonnevie, N.L., Wenning, R.J., 1995. Sources of pollution and sediment contamination in Newark Bay, New Jersey. *Ecotoxicol Environ Saf* 30:85-100.
- [57] Çöl, M., Çöl, C., 2003. Environmental boron concentration inwaters of Hisarcık area in theKutahya Province of Turkey. *Food Chem. Toxicol.*, 41, 1417.
- [58] Dağlı, H., 2005. “İçmesuyu kalitesi ve insan sağlığına etkileri” *Bizim İller*. İller Bankası Aylık Yayın Organı. Sayı 3: 16-21.
- [59] Dalkıran, N., 2006. Orhaneli Çayı’nın epilitik diyatomeleleri ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- [60] Dalman, Ö., Demirak, A. ve Balcı A., 2006, Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry, *Food Chemistry* 95, 157-162 p.
- [61] Değirmenci, H., Alp, A., Büyükcangaz, H., 2006. Diagnostic analysis of the Lake Uluabat in Turkey. *J. Environ. Biol.* 27(2)06.
- [62] Del Valls, T. A., Blasco, J., Sarasquete, M. C., Forja, J. M. ve Gomez-Parra, A., 1998. Evaluation of heavy metal sediment toxicity in littoral ecosystems using juveniles of the fish *Sparus aurata*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 41: 157-167.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [63] Demir, A. O., Aksoy, E., Torunlu, T., 1998. The environmental problems and solution suggestions of Lake Uluabat. p. 25. T.C. Bursa Büyükşehir, Yerel Gündem 21 Genel Sekreterliği, Uluabat Çalışma Grubu, Türkiye.
- [64] DIN 38405 D9-2. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; anions (group D); determination of nitrate (D9-2)
- [65] DIN 38405-D5. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; anions (group D); determination of sulfate (D5)
- [66] DIN 38406-E6. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; anions (group E); determination of ammonium (E6)
- [67] DIN 38409 H41-H44. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; anions (group H); determination of chemical oxygen demand (H41-H44)
- [68] EC (European Communities), 2006. EC of the European Parliament and of the council of 6 September 2006 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. Directive 2006/44.
- [69] EC (European Communities), 2007. European Communities (drinking water) (no. 2), Regulations 2007, S.I. No. 278 of 2007.
- [70] ECMENVIQ (Environment Canada and Ministère de l'Environnement du Québec), 1992. Interim criteria for quality assessment of St. Lawrence River sediment. Environment Canada, Ottawa.
- [71] Ediz, N. ve Özday, H., 2001, Bor Mineralleri ve Ekonomisi, DPÜ Fen Bilimler Dergisi, Sayı: 2, 133-152 s.
- [72] Egemen, Ö. ve Sunlu, U., 1996. Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14. Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR, 153s
- [73] Elmacı, A., Teksoy, A., Topaç, F. O., Özengin, N., Kurtoğlu, S., and Başkaya, H. S., 2007. Assessment of heavy metals in Lake Uluabat, Turkey. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (19), pp. 2236-2244.
- [74] EN ISO 10304-1. Water quality "Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions": Determination of chloride and nitrate
- [75] EN ISO 10304-2. Water quality "Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions": Determination of sulfate
- [76] EN ISO 26777. Water quality "Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions": Determination of nitrite
- [77] EPA (United States Environmental Protection Agency), 1979. A Review of the Epa Red Book Quality Criteria for Water. Environmental Protection Agency, USA. 311s.
- [78] EPA (United States Environmental Protection Agency), 1980. Ambient water quality criteria for silver. U.S. Environmental Protection Agency Report 440/5-80-071. 212 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [79] EPA (United States Environmental Protection Agency), 1996. Calculation and evaluation of sediment effect concentrations for the amphipod *Hyalella azteca* and the midge *Chironomus riparius*. EPA 905-R96-008, Great Lakes National Program Office, Region V, Chicago, IL.
- [80] EPA (United States Environmental Protection Agency), 2002. National Recommended Water Quality Criteria: 2002. Environmental Protection Agency 822-R-02-047.
- [81] EPA (United States Environmental Protection Agency), 2004. Drinking Water Health Advisory for Manganese. EPA-822-R-04-003.
- [82] EPA METHOD 200.7. 2001. Determination Of Metals And Trace Elements In Water And Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.
- [83] EPA METHOD 3051. 1998. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils.
- [84] Erkan, C., 1984. İş sağlığı ve meslek hastalıkları. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları No: 441.
- [85] FAO, 1983. Compilation of Legal Limits For Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. FAO Fish Circ., 464, 5-100.
- [86] Ferguson, H. W., 1989. Systematic Pathology of Fish. Ames. IA: Iowa State University, Press.
- [87] Fishbein L., 1981. Sources, Transport and Alterations of Metal Compounds: An overview. I. Arsenic, Beryllium, Cadmium, Chromium and Nickel. Environ Health Perspect 40:43-64.
- [88] Freeman, R. A., 1979. Ecological kinetics of silver in an alpine lake ecosystem. Pages 342-358 in L. L. Marking and R. A. Kimerle, editors. Aquatic toxicology. Proceedings of the second annual symposium on aquatic toxicology. ASTM Special Technical Publication 667. American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- [89] Freyhof, J. and Kottelat, M., 2008. *Squalius cii*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 18 May 2012.
- [90] Georgopoulos, A.R., Yonone-Lioy, M.J., Opiekun, R.E., 2001. Environmental copper: Its dynamics and human exposure issues. J Toxicol Environ Health Part B Crit Rev 4(4):341-394.
- [91] Güven, K., 1999. Biyokimyasal ve Moleküler Toksikoloji. Dicle Üniversitesi Basımevi, 200s. Diyarbakır.
- [92] Hakanson, L., Jansson, M., 1983. Principles of Lake Sedimentology. SpringerVerlag, Berlin.
- [93] Harrison, F.L. and Bishop, D.J., 1984. A Review of the Impact of Copper Released into Freshwater Environments. Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA. NUREG/CR-3478 UCRL-53488 RE.
- [94] Haviland, W.A., 2002. *Kültürel Antropoloji* (Çev: Hüsamettin İnaç, Seda Çiftçi). No: 143. Sosyoloji Serisi: 3. İstanbul: Kaktüs Yayınları.
- [95] Helvacı, C., 1984. Occurrence of rare borate minerals: veatchite-A, tunellite, teruggite and cahnite in the Emet borate deposit, Turkey. *Mineral Deposita*, Vol. 19, 217-226.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [96] Helvacı, C., 2005, Batı Anadolu'da arsenik ve bor mineralleri ilişkisi ve insan sağlığına etkileri. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı, MTA Kültür Sitesi, Ankara, 74-92 s.
- [97] Hilmy, A.M., Shabana, M.B., Daabees, A.Y., 1985. Effects of cadmium toxicity upon the in vivo and in vitro activity of proteins and five enzymes in blood serum and tissue homogenates of *Mugil cephalus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 81 (1C), 145–153.
- [98] Hongyi, N, Wenjing, D, Qunhe, W. ve Xingeng, C., 2009, Potential toxic risk of heavy metals from sediment of the Pearl River in South China, *Journal of Environmental Sciences* 21(2009) 1053–1058.
- [99] Höll, K., 1979. *Wasser (Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie)*, 6. Auflage, de Gruyter, Berlin. 586 pp.
- [100] <http://www.etigumus.com.tr/>
- [101] <http://www.etimaden.gov.tr>
- [102] <http://www.fishbase.org>
- [103] <http://www.iucnredlist.org>
- [104] <http://www.lenntech.com>
- [105] <http://www.mta.gov.tr/>
- [106] IPCS, 1999. Manganese and its Compounds. Concise International Chemical Assessment Document 12, International Programme on Chemical Safety, World Health Organization.
- [107] Iscen, C.F., Emiroglu, Ö., Ilhan, S., Arslan, N., Yılmaz, V. And Ahiska, S., 2007. Application of multivariate statistical techniques in the assessment of surface water quality in Uluabat Lake, Turkey. *Environ Monit Assess* DOI 10.1007/s10661-007-9989-3
- [108] Jayakumar, P.V., Paul, V.I., 2006. Patterns of cadmium accumulation in selected tissues of the catfish *Clarias batrachus* (Linn.) exposed to sub lethal concentration of cadmium chloride, *Vet. Arhiv.* 76 167–177.
- [109] Jiao F, Li X, 2005. The relative discussion on eutrophication in Meiliang Bay of Lake Taihu. *Environment Pollution and Prevention*, 27: 214–217.
- [110] Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2003. Metallerin çevresel etkileri-I. *Metalurji Dergisi*, 136: 47-53.
- [111] Kalay, M. ve Erdem, C., 1995. Bakırın *Tilapia nilotica*'da Karaciğer, Böbrek, Solungaç, Kas, Beyin ve Kan Dokularındaki Birikimi ile Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri. *Tr. J. Zoology*, 19, 27-33.
- [112] Karacaoğlu, D., 2006. Emet Çayı'nın epipelik diyatomeleri ve bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi ile kirlilik düzeyinin saptanması. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.
- [113] Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Dalkıran, N., 2004. A Taxonomic Study on the Phytoplankton of Lake Uluabat (Bursa). *Turkish Journal of Botany*, 28, 473-485.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [114] Karacaoğlu, D., Dere, Ş., Dalkıran, N., 2006. Factors Affecting the Phytoplankton Diversity and Richness in a Shallow Eutrophic Lake in Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, Volume 21, Number 4, 575-581.
- [115] Karadede, H. and Ünlü, E., 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere* 41 (2000) 1371±1376
- [116] 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. *Environ. Int.*, 183–188.
- [117] Kargın, E. ve Erdem, C., 1992. Bakır-Çinko Etkileşiminde *Tilapia nilotica*'nın Karaciğer, Kas ve Solungaç Dokularındaki Metal Birikimi. *Doğa Tr. J. of Zoology*. 16, 343-348.
- [118] Kargın, F., 1996. Effects of EDTA on accumulation of cadmium in *Tilapia zilli*. *Tr. J. Zool.* 20, 419 –421.
- [119] Kargın, F., Erdem, C., 1991, Accumulation of copper in liver, spleen, stomach, intestine, gill and muscle of *Cyprinus carpio*, *Doğa Tr. J. of Zoology*, 15, 306-314 p.
- [120] Karpuzcu, M., 1996. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Ders Kitabı Kubbealtı Neşriyatı, 28 ISBN-975-7663-10-7 (5. Baskı).
- [121] Karşı, S. G., 1994. Düşük Tenörlü Kromit Konsantresinin Karbonla Katı Halde Redüksiyon Davranışı. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [122] Kayhan, F.E., Muşlu, M.N., Koç, N.D., 2009. Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Tarattığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar. *J. Fish. Sci.*, 3(2): 153-162.
- [123] Kazancı, N., Leroy, S., Ileri, Ö., Emre, Ö., Kibar, M., Öncel, S., 2004. Late Holocene erosion in NW Anatolia from sediments of Lake Manyas, Lake Ulubat and the southern shelf of the Marmara Sea, Turkey. *Catena* 57, 277–308.
- [124] Kazancı, N., Toprak, Ö., Leroy, S. A. G., Öncel, S., Ileri, Ö., Emre, Ö., Costa, P., Erturaç, K., McGee, E., 2006. Boron content of Lake Ulubat sediment: A key to interpret the morphological history of NW Anatolia, Turkey. *Applied Geochemistry* 21, 134-151.
- [125] Klassen, C.D., Amdur, M.O., Doull, J., 1986. *Toxicology*. 3th Ed. Macmillan Publishing Company, Nevyork, USA.
- [126] Kocataş, A., 1996. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Yayınları No: 51, Ege Üniv. Basımevi, İzmir. 564 s.
- [127] Kökmen, S., 2006. Uluabat (apolyont) gölü Oligochaeta (annelida) Limnofaunası. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- [128] Kökmen, S., Arslan, N., Filik, C., Yılmaz, V., 2007. Zoobenthos of Lake Uluabat, A Ramsar Site in Turkey, and Their Relationship with Enviromental Variables. *CLEAN-Soil, Air, Water*, Volume 35, Issue 3, p 266-274.
- [129] Köleli, N., Kantar, Ç., 2005. Fosfat Kayası, Fosforik Asit ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu, *Ekoloji* 14, 55, 1-5.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [130] Köse, E., 2007. Enne Barajı'nda Yaşayan Balıklarda Ağır Metal Birikiminin Araştırılması, Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi Biyoloji Bölümü, 58 s.
- [131] Li, F.Y., Fan, Z.P., Xiao, P.F., Oh, K., Ma, X.P., Hou, W., 2009. Contamination, chemical speciation and vertical distribution of heavy metals in soils of an old and large industrial zone in Northeast China. *Environmental Geology* 54, 1815e1823.
- [132] Liu, C. W., Lin, K. H., & Kuo, Y. M., 2003. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. *Science of the Total Environment*, 313, 77–89.
- [133] Long, E.R., Morgan, L.G., 1991. The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, WA, 175 pp 1 appendices.
- [134] MacDonald, D.D., Carr, R., S., Calder, F.,D., Long, E.,R., Ingersoll, C.,G., 1996. Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology* 5:253–278.
- [135] MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G. and Berger, T.A., 2000. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 20–31.
- [136] Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001. Metal Madenler Alt Komisyonu Krom Çalışma Grubu Raporu. DPT: 2626-ÖİK: 637, Ankara.
- [137] Magnin, G., Yazar, M., 1997. Im portant bird breeding areas in Turkey. DHKD Anabasıım AŞ., İstanbul, Türkiye, 50-52.
- [138] Mayers, T. R. and Hendricks, J. D., 1984. Histopathology. In GM Rand, S.R. Petrocelli, Eds. *Fundamental of aquatic toxicology*, Washington DC. Hemisphere.
- [139] McIntosh, R., 1985. *The Background of Ecology. Concept and Theory*. New York: Cambridge University Press
- [140] Mendil, D. and Uluözlü, Ö. D., 2007. Determination of Heavy Metals in Sediment and Fish Species From Lakes in Tokat, Turkey. *Food Chem.* 101, 739–745.
- [141] Mendil, D., Ünal, F. O., Tüzen, F. ve Soylak, M., 2010, Determination of trace metals in different fish species and sediments from the River Yes_ılrnak in Tokat, Turkey. *Food and Chemical Toxicology* 48 (2010) 1383–1392
- [142] Mertz, W., 1986. *Trace elements in human and animal nutrition*. 5th Ed. Vol. II. Academic press, Inc, USA.
- [143] Minear, R. A., Ball, R. O. and Church, R., 1981. *Data Bases for Influent Heavy Metals in Publicly Owned Treatment Works*. EPA-660/2-81-220. U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.
- [144] Moore, J. W. and Ramamoorthy, S., 1984. *Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment*. Springer-Verlag, New York, USA. 268.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [145] Morrow H. 2001. Cadmium and cadmium alloys. In: Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology. John Wiley & Sons, Inc., 471-507.
- [146] National Research Council (U.S.), 1974. Committee on Biologic Effects of Atmospheric Pollutants, Chromium. National Academy of Sciences. pp. 155.
- [147] National Research Council (U.S.), 1977. Drinking water and health. Washington, DC, National Academy of Sciences.
- [148] Nebeker, A. V., McAuliffe, C. K., Mshar, R. and Stevens, D. G., 1983. Toxicity of silver to steelhead and rainbow trout, fathead minnows and *Daphnia magna*. Environmental Toxicology and Chemistry 2:95-104.
- [149] Nishida, H., Miyai, M., 1984. Distribution function of heavy metals in river sediment. Bull. Environ. Toxicol. 32, 212-219.
- [150] NRCS, 2007. Cutthroat Trout (*Oncorhynchus clarki*). Natural Resource Conservation Service, Fish and Wildlife Habitat Management Leaflet, Number 47.
- [151] Nriagu, J.O., Pacyna, J.M., 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature 333:134-139
- [152] Onur, A. K., Celtemen, S. P., 2004. Susurluk Havzasında Su Kalitesinin Korunmasına İlişkin Temel Sorunlar, Darboğazlar, Çözüm Önerileri. Su Çalıştay, Ankara.
- [153] Oruç, N., 2004. “Emet-Kütahya içme sularında arsenik düzeyi, önemi ve bor yatakları ile ilişkisi” II. Uluslararası Bor Sempozyumu, Eskişehir.
- [154] Ouyang, Y., Nkedi-Kizza, P., Wu, Q. T., Shinde, D., & Huang, C. H., 2006. Assessment of seasonal variations in surface water quality. Water Research, 40, 3800–3810.
- [155] Önel, A., 1981. The Boron Pollution of Simav Stream, M. Kemalpaşa Stream, Lake Apolyont and Agricultural Sites around This Irrigation Sources (in Turkish). *Doğa Bilim Derg.* Atatürk Özel Sayısı, 51-60.
- [156] Özesmi, U., Özesmi, S., 2003. A Participatory Approach to Ecosystem Conservation: Fuzzy Cognitive Maps and Stakeholder Group Analysis in Uluabat Lake, Turkey. Environmental Management Vol. 31, No. 4, pp. 518-531.
- [157] Özmen, H., Külahçı, F., Çukurovalı, A. ve Doğru, M., 2004. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey) Chemosphere 55, 401–408
- [158] Perez, A., Balcazar, M., Zarazua-Ortega, G., Barcelo -Quintal, I., Diaz-Delgado, C., 1999. Heavy metal concentrations in water and bottom sediments of a Mexican reservoir. Sci. Total Environ. 234, 185–196.
- [159] Persaud, D., Jaagumagi, R., Hayton, A., 1993. Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario. Water Resources Branch, Ontario Ministry of the Environment, Toronto, 27 pp.
- [160] Qiao-qiao, C., Guang-wei, Z., Langdon, A., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. Journal of Environmental Sciences 19(2007) 1500–1504

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [161] Reed, J. M., Leng, M. J., Ryana, S., Black, S., Altınsacılı, S., Griffith, H. U., 2008. Recent habitat degradation in karstic Lake Uluabat, western Turkey: A coupled limnological-palaeolimnological approach. *Biological Conservation*, p 2765-2783.
- [162] Roskill, 2010. Boron: Global industry markets and Outlook. Roskill Information Services Ltd. ISBN 978 0 86214 561 3., Twelfth Edition.
- [163] Salihoğlu, G., Karaer, F., 2004. Ecological Risk Assessment and Problem Formulation for Lake Uluabat, a Ramsar State in Turkey. *Environmental Management* Vol. 33, No. 6, pp. 899-910.
- [164] Salihoğlu, G., Karaer, F., 2005. Uluabat gölü için ekolojik risk değerlendirmesi. *İtüdergisi/e, su kirlenmesi kontrolü*, Cilt:15, Sayı:1-3, 17-28.
- [165] Schwörbel, J., 1987. *Einführung in die Limnologie*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- [166] Sen, I., Shandil, A. and Shrivastava, V. S., 2011. Study for Determination of Heavy Metals in Fish Species of the River Yamuna (Delhi) by Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). *Advances in Applied Science Research*, 2 (2): 161-166.
- [167] Shrestha, S., & Kazama, F., 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin; Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22, 464–475.
- [168] Shrivastava, P., Saxena, A., Swarup, A., 2003. Heavy metal pollution in a sewage-fed lake of Bhopal. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 8:1-4.
- [169] SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmi Gazete :Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687.
- [170] Smith, S., L., MacDonald, D., D., Keenleyside, K., A., Ingersoll, C., G., Field, J., 1996. A preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems. *J Great Lakes Res* 22:624–638.
- [171] Spear, P.A. and Pierce, R.C., 1979. *Copper in the Aquatic Environment: Chemistry, Distribution and Toxicology*. NRCC Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, National Research Council of Canada. 227p.
- [172] Swartz, R., C., 1999. Consensus sediment quality guidelines for PAH mixtures. *Environ Toxicol Chem* 18:780–787.
- [173] Şentürk, E., 2003. Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarının Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi*.
- [174] Tanatmış, M., 2002. The Ephemeroptera Fauna of Lake Uluabat Basin. *Turkish Journal of Zoology* 26, 53-61.
- [175] Tanyolaç, J., 2009. *Limnoloji*. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 294 syf.
- [176] Taş, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Ekoloji*. 15, 61, 6-15
- [177] Taş, B., 2003. Derbent Baraj Gölü (Bafra-Samsun) Fitoplanktonu ve Mevsimsel Değişimi Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun*.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [178] Temponeras, M., Kristiansen, J., Moustaka-Gouni, M., 2000. Seasonal Variation in Phytoplankton Composition and Physical-Chemical Features of the Shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424, 109-122.
- [179] TKG, 2002. Türk Gıda Kodeksi - Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Tebliğ No:2002/63.
- [180] TKG, 2008. Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. No: 2008/26.
- [181] TS 266, 2005. Sular-İnsani tüketim amaçlı sular. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 13.060.20.
- [182] Turan, D., Kottelat M. and Ekmekçi F. G., 2009. *Barbus niluferensis*, a new species of barbel (Teleostei: Cyprinidae) from Nilüfer River, Turkey, with re-description of *B. oligolepis*. *Zootaxa* 1981:15-28.
- [183] Turan, D., Kottelat, M., Ekmekçi, F. G. and Imamoglu, H. O., 2006. A revirew of *Capoeta tinca*, with descriptions of two new species from Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Rev. Suisse de Zoologie* 113(2):421-436.
- [184] Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Akyurt, I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from _Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea. *Turkey Food Chemistry* 91, 167e172.
- [185] Türkmen, M. and C. Ciminli. 2007. Determintion of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Food Chemistry*, 103: 670-675.
- [186] Türkoğlu, M., 2008. Van Gölü’nden alınan su, sediment ve inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*, PALLAS 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. T.C. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- [187] Ulukütük, S., 2009. Uluabat Gölü Havzası Potamofaunası (Chironomidae-Oligochaeta)-Su Kalitesi İle İlişkisinin Belirlenmesi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi.
- [188] Uslu, O., Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi I, Ankara.
- [189] Uysal, K., Köse E., Bülbül, M., Dönmez, M., Erdoğan, Y., Koyun, M., Ömeroğlu, Ç. ve Özmal, F., 2009. The comparison of heavy metal accumulation ratios of some fish species in Enne Dame Lake (Kütahya/Turkey), *Environ Monit Assess Environ Monit Assess* 157:355–362
- [190] Ünlü, A., Uslu, G., 1999. Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Ekoloji* 8, 32, 7-13.
- [191] Ünlü, E., Akba, O., Sevim, S. and Gümgüm, B., 1996. Heavy Metal Levels in Mullet, (*Liza abu*, Heckel, 1843) (Mugilidae) from the Tigris River. Turkey. *Fresenius Environmental Bulltein*, 5, 107-112.
- [192] Ünlü, E., Cengiz, İ. E., Akba, O. ve Gümgüm, B., 1995, Dicle Nehrin’deki *Capoeta trutta* Heckel, 1843’da Ağır metal birikimi, II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri, 639-649
- [193] Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008. Bioaccumulation of Heavy Metals in Organs of Fresh Water Fish *Cyprinus carpio* (Common carp). *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 5 (2), 179-182.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [194] Wedepohl, K.H., 1991. The composition of the upper earth's crust and the natural cycles of selected metals. Metals in natural raw materials. Natural resources. In: Merian E, ed. Metals and their compounds in the environment. Occurrence, analysis, and biological relevance. New York, NY: VCH, 3-17.
- [195] WHO (World Health Organization), 2011. Guidelines for Drinking-water Quality. World Health Organization Library Cataloguing-in-Publication Data, NLM classification: WA 675.
- [196] Wildi, W., Domink, J., Thomas, R. L., Favarger, P., Haller, L., Perroud, A. ve Peytremann, C., 2004. River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 9: 75-87.
- [197] Xiaobo, L., Linzhi, J., Yunlong, Z., Wang, Q. and Yongxu, C., 2009, Seasonal bioconcentration of heavy metals in *Onchidium struma* (Gastropoda: Pulmonata) from Chongming Island, the Yangtze Estuary, China. Journal of Environmental Sciences 21, 255–262
- [198] Yi, Y., Yang, Z., Zhang, S., 2011. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. Environmental Pollution 159 (2011) 2575-2585

ÖZGEÇMİŞ

1. Kişisel Bilgiler

Doğum Tarihi: 03.08.1984

Doğum Yeri: İstanbul

Uyruğu : T.C.

Medeni Hali: Evli

E-mail: tokatlicem@gmail.com

ÜDS sonucu: 65

2. Eğitim Durumu

2008 - 2012

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı Zooloji Bilim Dalı “DOKTORA”

2006 - 2008

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilimdalı Zooloji Bilim Dalı

“TEZLİ YÜKSEK LİSANS” (Yüksek Lisans Tezi; Murat Çayı (Kütahya)’nın Epilistik Diyatome Florası)

2002 - 2006

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

“LİSANS”

1998 - 2002

İstanbul Orhan Cemal Fersoy Lisesi

“SÜPER LİSE”

3. Akademik Çalışmalar

3.1. Ulusal bilimsel toplantılarda özet metni olarak basılan bildiri ve posterler

1. Solak, C. N., Şenyüz, Y., **Tokatlı, C.**, Atalay., M. A., 2007. EPI-D İNDEKSİNE GÖRE YUKARI PORSUK NEHRİ (KÜTAHYA) SU KALİTESİNİN DURUMU. XIV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 4-7 Eylül 2007, Muğla.

2. Solak, C. N., Pabuccu, K., **Tokatlı, C.**, 2007. TDI (TROFİK DİYATOME İNDEKSİ) İNDEKSİNE GÖRE YUKARI PORSUK NEHRİ (KÜTAHYA) SU KALİTESİNİN DURUMU. VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 10-13 Eylül 2007, Malatya.

3. Arslan, N., **Tokatlı, C.**, Köse, E., Çiçek, A., 2010. YEDİGÖLLER (KÜTAHYA) BÖLGESİNDE SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ. I. Ulusal Ekoloji Sempozyumu, 5-7 Mayıs, Aksaray.

4. Çiçek, A., Köse, E., **Tokatlı, C.**, Arslan, N., 2010. FELENT ÇAYI (KÜTAHYA) SU, SEDİMENT VE GASTROPODA ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ. I. Ulusal Ekoloji Sempozyumu, 5-7 Mayıs, Aksaray.

5. Çiçek, A., Köse, E., **Tokath, C.**, Uysal, K., Arslan, N., 2010. PORSUK BARAJ GÖLÜ DİYATOMELERİNDE MAKRO VE MİKRO ELEMENT KONSANTRASYONLARI. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran, Denizli.
6. Eroğlu, S., Solak, C. N., **Tokath, C.**, 2010. DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNDE BULUNAN SU KAYNAKLARININ KALİTESİNİN TESPİTİNDE %NT:NV:SR İNDEKSİNİN UYGULANMASI. 17. Ulusal Biyoloji Öğrenci Kongresi, 14-17 Temmuz, Ankara.
7. **Tokath, C.**, Solak, C. N., Dayıoğlu, H., 2010. MURAT ÇAYI (KÜTAHYA) EPİLİTİK DİYATOMELERİ VE BAZI DİYATOME İNDEKSLERİ KULLANILARAK SU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ. 4. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 4-6 Ağustos, Bolu.
8. Köse, E., **Tokath, C.**, Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Arslan, N., 2010. GÜRLEYİK ÇAYI (ESKİŞEHİR) SU VE SEDİMENTİNDE AĞIR METAL DERİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ. 4. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 4-6 Ağustos, Bolu.
9. Arslan, N., Çiçek, A., **Tokath, C.**, Köse, E., 2011. FELENT ÇAYI (KÜTAHYA) BİYOTİK VE ABİYOTİK ÖĞELERİNDE İZ ELEMENT SEVİYELERİNİN TESPİTİ. Ekoloji 2011 Sempozyumu, 5-7 Mayıs, Düzce.
10. Çiçek, A., Arslan, N., Emiroğlu, E., Köse, E., **Tokath, C.**, 2011. KATI ATIK DEPOLAMA SAHALARININ SUCUL SİSTEMLERE EKOTOKSİKOLOJİK ETKİLERİ: YEDİGÖLLER, KÜTAHYA ÖRNEĞİ. Ekoloji 2011 Sempozyumu, 5-7 Mayıs, Düzce.
11. Köse, E., Uysal, K., **Tokath, C.**, Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., 2012. PORSUK ÇAYI BİYOTİK VE ABİYOTİK ÖĞELERİNDE BOR SEVİYELERİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.
12. **Tokath, C.**, Köse, E., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Dayıoğlu, H., 2012. EMET ÇAYI (ULUBAT GÖLÜ HAVZASI, TÜRKİYE) SU, SEDİMENT VE BALIK DOKULARINDA KURŞUN AKÜMÜLASYONLARI. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.
13. Çiçek, A., Bakış, R., Sarıoğlu, B., Köse, E., **Tokath, C.**, 2012. BOR MADEN YATAKLARI ÇEVRESİNDEKİ YER ALTI SULARINDA ARSENİK SEVİYELERİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.
14. Çiçek, A., **Tokath, C.**, Köse, E., Çiftçi, M., 2012. TARIMSAL KAYNAKLI BAZI KİRLETİCİLERİN MONİTORLANMASI : SEYDİSUYU (ESKİŞEHİR) ÖRNEĞİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.
15. Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Çınar, Ş., Küçük kara, R., Savaşer, S., **Tokath, C.**, Öztürk, G. N., Köse, E., 2012. BURDUR KESTEL ÇAYI'NIN SU KALİTESİ ÜZERİNE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI İŞLETMELERİNİN FİZİKOKİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ETKİLERİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.

16. Çiçek,A., **Tokatlı,C.**, Köse,E., 2012 TÜRKMEN DAĞI (KÜTAHYA-ESKİŞEHİR, TÜRKİYE) YEALTISUYU KALİTESİ VE İÇME SUYU OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.

17. Acar,G., **Tokatlı,C.**, Köse,E., Çiçek,A., Dayıoğlu,H.,2012 BAZI FİZİKOKİMYASAL, İNORGANİK VE MİKROBİYOLOJİK GÖZLEMLER YAPARAK EMET-HİSARCIK BÖLGESİ (KÜTAHYA) YERALTI SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.

18. Bulut,C., Akçimen,U., Uysal,K., Küçükkara,R., Savaşer,S., Köse,E., **Tokatlı,C.**, 2012 ALABALIK ÜRETİMİ YAPILAN AKPINAR DERESİ (DENİZLİ) SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs, Kilis.

3.2. Ulusal bilimsel toplantılarda tam metin olarak basılan bildiri ve posterler

1. Eroğlu, S., **Tokatlı, C.**, Solak, C. N., 2008. DİYATOMELERİN KİRLİLİK AÇISINDAN ÖNEMİNE GENEL BİR BAKIŞ. Üniversite Öğrencileri III. Çevre Sorunları Kongresi, 15-16 Mayıs 2008, İstanbul.

3.3. Ulusal hakemli dergilerde basılan makaleler

1. **Tokatlı, C.**, Köse, E., Arslan, N., Çiçek, A., Uysal, K., 2011. PORSUK BARAJ GÖLÜ EPİPELİK DİYATOME FRUSTULLERİNDE MAKRO VE MİKRO ELEMENT KONSANTRASYONLARI. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (2): 1-6.

2. **Tokatlı, C.**, Dayıoğlu, H., 2011. MURAT ÇAYI (KÜTAHYA) EPİLİTİK DİYATOMELERİ. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 25: 1-12.

3. Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükkara, R., Savaşer, S., Köse, E., **Tokatlı, C.**, 2011. ALABALIK ÜRETİMİ YAPAN AKPINAR DERESİ (DENİZLİ) SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, BASIMDA

4. Acar, G., **Tokatlı, C.**, Köse, E., Çiçek, A., Dayıoğlu, H., 2012. EMET VE HİSARCIK BÖLGESİ (KÜTAHYA) YERALTISUYU KALİTESİNİN İNCELENMESİ. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, BASIMDA

5. Arslan, N., Köse, E., **Tokatlı, C.**, Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., 2012. KATI ATIK DEPOLAMA SAHALARININ SUCUL SİSTEMLERRE ETKİLERİ: YEDİGÖLLER-KÜTAHYA ÖRNEĞİ. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, Sayı 2: 20-26.

3.4. Uluslararası bilimsel toplantılarda tam metin olarak basılan bildiri ve posterler

1. Dayıoğlu, H., Çaycı, M. K., Atalay, A., **Tokath, C.**, 2011. NATIVE BREED RESOURCES AND THEIR LOCAL DISTRIBUTION IN KUTAHYA REGION. 8. Global Conference on the Conservation of Animal Genetic Resources, Tekirdağ, Türkiye, 4-8 October 2011, 303-310.
2. Çiçek, A., Uylas, M., Köse, E., **Tokath, C.**, Bakış, R., 2012. BORON LEVELS IN DRINKING WATER AROUND BORATE DEPOSITS (KIRKA-TURKEY). International Conference on Social Sciences, Management, Biotechnology & Environment Engineering, Dubai, UAE, 7-8 January 2012, 354-358.

3.5. Uluslararası hakemli dergilerde basılan makaleler

1. **Tokath, C.**, Dayıoğlu, H., 2011. USE OF EPİLITHİC DIATOMS TO EVALUATE WATER QUALITY OF MURAT STREAM (SAKARYA RİVER BASİN, KÜTAHYA): DİFFERENT SAPROBİTY LEVELS AND PH STATUS. Journal of Applied Biological Sciences 5 (2): 55-60.
2. Arslan, N., **Tokath, C.**, Çiçek, A., Köse, E., 2011. YEDİGÖLLER (KÜTAHYA) BÖLGESİNDE SU VE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE BAZI METAL SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ. Review of Hydrobiology 4,1: 17-28.
3. **Tokath, C.**, Köse, E., Çiçek, A., Uysal, K., 2012. COPPER, ZINC AND LEAD CONCENTRATIONS OF EPIPELIC DIATOM FRUSTULES IN PORSUK STREAM (SAKARYA RIVER BASIN, KUTAHYA). Russian Journal of Ecology (as short commutation), BASIMDA

4. Danışmanlar

-Prof. Dr. Hayri DAYIOĞLU,
Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü Zooloji Bilim Dalı Başkanı

-Doç. Dr. Naime ARSLAN,
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Bilim Dalı Başkanı