

Büyük Akgöl (Adapazarı) Makrozoobentik Limnofaunası
(Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) ve Makro ve Mikro Elementlerin Biyotik ve
Abiyotik Ögelerde Birikimlerinin Araştırılması

Seval Aras

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Eylül 2011

Büyük Akgöl (Adapazarı) Makrozoobentik Limnofaunası
(Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) and the Macro and Micro Elements
Investigation of Biotic and Abiotic Items in Savings

Seval Aras

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Eylül 2011

Büyük Akgöl (Adapazarı) Makrozoobentik Limnofaunası (Gastropoda, Oligochaeta,
Chironomidae) ve Makro ve Mikro Elementlerin Biyotik ve Abiyotik Ögelerde
Birikimlerinin Araştırılması

Seval Aras

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalı
Hidrobiyoloji Bilim Dalında
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç.Dr.Naime Arslan

Eylül 2011

ONAY

Biyoloji Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Seval Aras'ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı “*Büyük Akgöl (Adapazarı) Makrozoobentik Limnofaunası (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) ve Makro ve Mikro Elementlerin Biyotik ve Abiyotik Öğelerde Birikimlerinin Araştırılması*” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr.Naime Arslan

İkinci Danışman : Doç.Dr.Arzu Çiçek

Doktora Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç.Dr.Naime Arslan

Üye : Prof.Dr.M.Zeki Yıldırım

Üye : Prof.Dr.Yavuz Kılıç

Üye : Doç.Dr.Arzu Çiçek

Üye : Yrd.Doç.Dr.Ünal Özelmas

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada Büyük Akgöl limnofaunası (Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae) tür ve/veya cins düzeyinde teşhis edilmiş, metallerin suda, sedimentte, Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae üyelerinde ve *Esox lucius*' un ve dokularındaki birikim düzeyleri belirlenmiştir. Büyük Akgöl'den 5 istasyondan toplanan zoobentik örneklerin incelenmesi sonucunda, 10 Gastropoda, 1 Bivalvia, 9 Oligochaeta ve 9 Chironomidae türü olmak üzere toplam 29 tür tespit edilmiştir.

Yıllık ortalama değerlere göre sudaki metal derişimleri incelendiğinde en yüksek değerler B, Al, Cr, K; sedimentteki metal derişimleri incelendiğinde Fe, Al, ve Mn; Gastropoda (*Lymnaea stagnalis*) bireylerinde kabukta ve iç organlarda Fe, Mn, Al; Oligochaeta bireylerinde Fe, Cu, Zn ve Cr; Chironomidae bireylerinde ise Mn, Al, Fe ve B olarak tespit edilmiştir. En yüksek metal değerleri *Esox lucius* bireylerinde ise kasta Fe, Zn ve Ni; Solungaçta Fe, Zn ve Mn; Karaciğerde Fe, Mn, Zn ve Hg; Kafada Hg olarak tespit edilmiştir.

Sonuçlarımız Büyük akgöl suyu, sedimenti, bentik omurgasızları ve *Esox lucius*' un farklı dokularında metal birikiminin yüksek olduğunu göstermektedir. Büyük Akgöl'deki sonuçlarımıza göre Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae üyeleri ile *E. lucius* yaşadıkları habitattan daha yüksek düzeyde metalleri biriktirmektedirler. Bu yüzden Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae üyeleri ile *E. lucius* bireyleri Büyük Akgöl'ün biomonitörleme çalışmalarında kullanıma aday canlılardır.

Anahtar Kelime: Büyük Akgöl, Chironomidae, Oligochaeta, Gastropoda, *Esox lucius*, Ağır metal, Su Kalitesi

SUMMARY

In this study, Büyük Akgöl lake zoobenthic fauna; species belonging to Gastropoda, Oligochaeta and Chironomidae were determined. This study revealed that accumulation levels of heavy metals in water, sediment and members of Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae as well as in the tissues of *Esox lucius*. Examining zoobenthic samples collected from five station in Mogan lake, a total of 29 species including 10 from Gastropoda, 1 Bivalvia, 9 Oligochaeta and 9 Chironomidae were identified.

When concentrations of metal according to average value in the water were examined, it was observed that concentrations of B, Al, Cr, K; in the sediment Fe, Al, ve Mn; in Gastropoda samples (*Lymnaea stagnalis*) both shell and soft tissue Fe, Mn, Al; in Oligochaeta samples Fe, Cu, Zn ve Cr; in Chironomidae samples Mn, Al, Fe and B attained high level. The highest metal concentrations found in the muscle of the *Esox lucius* as Fe, Zn ve Ni; in giils Fe, Zn ve Mn; in liver Fe, Mn and Zn.

Our results showed that the occurrence of metals in water, sediment, and the three zoobenthic taxa and different tissue of *Esox lucius* are relatively high. The opinion that supports the results of Lake Büyük Akgöl shows that gastropods, oligochaetes, chironomids member's and *E. lucius* accumulate examined metals several times over compared to their surroundings. Therefore, it is concluded that the gastropods, oligochaetes, chironomids and the fish are suitable candidates to be used in biomonitoring surveys of Lake Büyük Akgöl.

Key words: Lake Büyük Akgöl, Chironomidae, Oligochaeta, Gastropoda, *Esox lucius*, metal, water quality.

TEŞEKKÜR

Çalışma boyunca bilgi ve tecrübesiyle yanımda olan, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan, güleryüzünü hiç eksik etmeyen değerli danışman hocam Doç.Dr.Naime ARSLAN'a teşekkür ediyorum.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarımda her zaman yanımda olan Yrd.Doç.Dr.Özgür EMİROĞLU'na ve sonsuz yardımlarını sunan sevgili arkadaşlarım Melih RÜZGAR'a, Serdar AKSAN'a, Sercan BAŞKURT'a ve Esengül KÖSE'ye teşekkür ediyorum.

Tüm çalışma boyunca destek olan ve tezimin yazım aşamasında katkılarını sunan eşim Ertan ARAS'a ve moral kaynağım olan minik kızım Ela Duru'ya teşekkür ediyorum.

Ayrıca hayatım boyunca ve eğitim yaşamımda desteğini hep arkamda hissettiğim kıymetli aileme sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	8
2.1. Çalışma Alanı Tanımı	8
2.2. Literatür Bilgisi	9
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	10
3.1 Arazi Çalışmaları	10
3.1.1. Zoobentoz Örneklerinin Toplanması	11
3.1.2. Su Parametrelerinin Ölçülmesi ve Kimyasal Analizler için Su ve Sediment Örneklerinin Alınması.....	12
3.1.3. <i>Esox lucius</i> Örneklerinin Temini	12
3.2. Laboratuvar Çalışmaları	13
3.2.1. Zoobentik Grupların Ayrılması, Saklanması ve Teşhisi	13
3.2.2. Balıklarda Yaş, Boy ve Ağırlık Tayinleri.....	13
3.2.3. Kimyasal Analizler.....	14
3.2.3.1. Göl suyunda yapılan analizler ve standart metotları	14

3.2.3.2. Sedimentte Metal Analizleri	15
3.2.3.3. Biyolojik Materyallerde Metal Analizleri	15
3.3. Elde Edilen Tüm Bulguların İstatistikî Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar	16
4. BULGULAR.....	17
4.1. Zoobentik Bulgular	17
4.2. Su Parametreleri, Biyotik ve Abiyotik Öğelerde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Bulguları.....	31
4.2.1. Su ve Sedimentte Yapılan Analizler	31
4.2.2. Biyotik öğelerde (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae ve <i>Esox lucius</i>) Metal Konsantrasyonu Belirlenmesi Analizleri	49
5. TARTIŞMA/SONUÇ	82
5.1. Zoobentik Bulgular	82
5.2. Su Parametreleri, Biyotik ve Abiyotik Öğelerde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Değerleri.....	88
5.2.1.Su Parametreleri	88
5.2.2. Biyotik ve Abiyotik Öğelerde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Değerleri..	98
5.2.2.1. Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae Bireylerinde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Değerleri.....	98
5.2.2.2. <i>Esox lucius</i> bireylerinin kas, karaciğer ve solungaç dokularında tespit edilen metal konsantrasyon değerleri.....	100
Öneriler	120
KAYNAKÇA.....	121

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Çalışma alanında istasyonlarda tespit edilen zoonbentik taksonlar, birey sayıları, mevsimlere göre ve genel % dominansi değerleri	19
Tablo 1a: 1.istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılışları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri	19
Tablo 1b: 2. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılışları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri	20
Tablo 1c: 3. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılışları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri	21
Tablo 1d: 4. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılışları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri	22
Tablo 1e: 5. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılışları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri	23
Tablo 2a: Taksonların dağılışlarına göre istasyonların Bray-Curtis benzerlik yüzdeleri	27
Tablo 2b: İstasyonlarda tespit edilen türler ve dağılımlarına göre Taxa sayısı, Ortalama birey sayısı, Dominansi, Shannon İndex, Simpson index, Evenness, Menhinick index, Margalef index, Fisher alpha index, Berger-Parker index ve Equitability sonuçları	27
Tablo 3: Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait Fiziksel-inorganik kimyasal ve Organik Su Kalite Parametre değerleri	32
Tablo 3 a- Yaz örneklemeine ait bulgular	32
Tablo 3 b- Sonbahar örneklemeine ait bulgular	33
Tablo 3 c- Kış örneklemeine ait bulgular	34
Tablo 3 d- İlkbahar örneklemeine ait bulgular	35
Tablo 3e- Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait Fiziksel-inorganik kimyasal ve Organik Su Kalite Parametre değerlerinin minimum-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve limit değerleri	36
Tablo 3f- Büyük Akgöl'de Fiziksel-inorganik kimyasal ve Organik Su Kalite Parametre değerlerinin mevsimsel olarak minimum-maksimum, ortalama ve	37

standart sapma değerleri ve limit değerleri	
Tablo 4- Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait suda ölçülen metal konsantrasyon Değerleri	38
Tablo 4 a- Yaz örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri	38
Tablo 4 b- Sonbahar örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon Değerleri...	39
Tablo 4 c- Kış örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri	40
Tablo 4 d- İlkbahar örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri.....	41
Tablo 4 e- Büyük Akgöl'de suda ölçülen metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ile standart limitleri değerleri	42
Tablo 5- Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait sedimentte ölçülen metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.	43
Tablo 5a- Yaz örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri....	43
Tablo 5b- Sonbahar örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon Değerleri	44
Tablo 5c- Kış örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri	45
Tablo 5d- İlkbahar örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri	46
Tablo 5e- Büyük Akgöl'de sedimentte ölçülen metal konsantrasyonlarının mevsimsel ve yıllık minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ile standart limitleri değerleri	47
Tablo 6: <i>L. stagnalis</i> iç, organ ve kabukta ölçülen ağır metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri	51
Tablo 6a: <i>L. stagnalis</i> iç, organ ve kabukta ölçülen ağır metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri	52
Tablo 7: Büyük Akgöl'de Oligochaeta örneklerinde ölçülen metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri	53
Tablo 8: Büyük Akgöl'de Chironomidae örneklerinde metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri	54
Tablo 9: Büyük Akgöl'den elde edilen <i>Esox lucius</i> örneklerinin ağırlık, Standart boy, Çatal boy, Total boy, Cinsiyet ve Yaş Değerleri	57
Tablo 10: Büyük Akgöl'den elde edilen <i>Esox lucius</i> dokularında metal analiz	58

değerleri	
Tablo 10a: Yaz örnekleme <i>Esox lucius</i> dokularında metal analiz sonuçları	58
Tablo 10b: Sonbahar örnekleme <i>Esox lucius</i> dokularında metal analiz sonuçları ...	60
Tablo 10c: Kış örnekleme <i>Esox lucius</i> dokularında metal analiz sonuçları	62
Tablo 10d: İlkbahar örnekleme <i>Esox lucius</i> dokularında metal analiz sonuçları ...	64
Tablo 10e: Araştırılan metallerin <i>E. lucius</i> dokularındaki yıllık ortalama seviyeleri, Türk Gıda Koteksi ve FAO'nun kabul edilebilir olarak öngördüğü limit değerler.	66
Tablo 10f: Araştırılan metallerin <i>E. lucius</i> dokularındaki yıllık ortalama seviyeleri, Türk Gıda Koteksi ve FAO'nun kabul edilebilir olarak öngördüğü limit değerler	67
Tablo 11: Büyük Akgöl sonuçları ile Türkiye'deki diğer ağır metal çalışmalarının karşılaştırılması	68
Tablo 12: Metallerin <i>Esox lucius</i> kas, karaciğer, solungaç, sediment ve su ile olan korelasyonu	69
Tablo 13: Büyük Akgöl suda fiziksel, inorganik ve organik kimyasal parametrelerin Korelasyonu	70
Tablo 14: Faktör Analizi	72

ŞEKİLER DİZİNİ

Şekil 1: Büyük Akgöl’de örnek alınan istasyonlar	11
Şekil 2a: Büyük Akgöl’de tespit edilen taksonların göl genelindeki % dağılımları.	24
Şekil 2b: Büyük Akgöl’de tespit edilen taksonların çalışılan istasyonlara göre % dağılımları.....	24
Şekil 3: Taksonların dağılışlarına göre istasyonların Bray-Curtis benzerlikleri Analiz Diyagramı.....	26
Şekil 4: Çift yönlü Bray-Curtis Analiz Diyagramı	28
Şekil 5: Büyük Akgöl’de tespit edilen türlerin dağılış ve abundanslarına etki eden parametreler arasındaki ilişkişel CANOCA grafiğı.....	30
Şekil 6: <i>L. stagnalis</i> örneklerinin iç organ ve kabukta tespit edilen metal seviyeleri. ..	55
Şekil 7: Gastropoda (<i>L. stagnalis</i>), Oligochaeta ve Chironomidae örneklerinde tespit edilen metal seviyeleri.	56
Şekil 8: Faktör Analizi	72
Şekil 9: Büyük Akgöl’ de Chironomidae türlerinin dağılışlarına etki eden Çözünmüş Oksijen ve Nitrit parametrelerinin ilişkişel CANOCA grafiğı	73
Şekil 10: Büyük Akgöl’ de Oligochaetae türlerinin dağılışlarına etki eden Çözünmüş Oksijen ve Nitrit parametrelerinin ilişkişel CANOCA grafiğı	74
Şekil 11: Büyük Akgöl’ de Oligochaetae türlerinin dağılışlarına etki eden BOI ve KOI parametrelerinin ilişkişel CANOCA grafiğı	75
Şekil 12: Büyük Akgöl’ de Chironomidae türlerinin dağılışlarına etki eden BOI ve KOI parametrelerinin ilişkişel CANOCA grafiğı	76
Şekil 13: Büyük Akgöl’ de Chironomidae türlerinin dağılışlarına etki eden metallerin ilişkişel CANOCA grafiğı.....	77
Şekil 14: Büyük Akgöl’ de Oligochaetae türlerinin dağılışlarına etki eden metallerin ilişkişel CANOCA grafiğı.....	78
Şekil 15: Büyük Akgöl sudaki metaller bakımından mevsim ve istasyonların benzerlik ilişkişisini gösteren Kümeleme Analizi.....	79
Şekil 16: Büyük Akgöl sudaki Çözünmüş Oksijen ve Nitrit bakımından mevsim ve istasyonların benzerlik ilişkişisini gösteren Kümeleme Analizi.....	80

Şekil 17: Büyük Akgöl sudaki BOI ve KOI bakımından mevsim ve istasyonların benzerlik ilişkisini gösteren Kümeleme Analizi.....	81
---	----

1. GİRİŞ

Son zamanlarda, teknolojinin gelişmesiyle beraber endüstri, sanayi ve kentsel atıkların bulunduğu kanalizasyon atıkları, döküldükleri nehir ve gölleri kirletmekte ve bu da sucul yaşamı tehdit etmektedir. Özellikle atık sulardaki eser elementler, atık suların sulamada kullanılması, nedeniyle halk sağlığı açısından da önemlidir. Daha da önemlisi, bu toksik organik atıklar metallerle birleşerek veya başka bileşiklere dönüşerek daha da toksik hale geçebilmekte ve daha ciddi sorunları beraberinde getirmektedir (SARIEYYÜPOĞLU ve SAY, 1991). Göller de bu kirlilikten oldukça yoğun olarak etkilenen yüzeysel su kaynaklarıdır. Göl ortamında dengeyi bozan kirletici unsurlar şu şekilde gruplandırılabilir; organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisidler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı v.b. Ağır metaller bu sınıflandırmaya göre, endüstriyel atıklar ve bazı pestisidler içinde yer alıp ekolojik dengeyi tehdit eder düzeye ulaşmaktadır (YARSAN et al., 1999).

Ülkemizde hızlı nüfus artışıyla kişi başına düşen alanın azalması başta olmak üzere sanayinin yaygınlaşması, tarımın makineleşmesi, çevrenin dolayısıyla suların kirlenmesinde önde gelen etmenlerdir. Bunların hepsinden önemlisi ise insanların genelde çevre koşullarının yaşam için taşıdığı önemi yeterince algılamamalarından kaynaklanmaktadır. Ülkemizde birçok nedenden dolayı kontrol altında tutulamayan evsel, endüstriyel ve tarımsal etkinlikler sonucu, günümüzde pek çok su havzasında kirliliğin önemli boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Nüfusun az, sanayileşmenin olmadığı veya az olduğu yörelerde ise tehlike boyutlarında su kirlenmesi görülmemektedir. Özellikle endüstriyel atık sularının kontrolsüz, bilinçsiz bırakılmalarıyla Porsuk, Simav, Nilüfer, Ankara Çayları ile İznik, Eber, Karamuk, Büyükçekmece ve Burdur Gölleri en çok kirlenmiş yüzey sularıdır. Büyük Menderes, Kızılırmak, Gediz Nehirleri ile Tuz Gölü, Sapanca, Mogan gibi göllere atık ve artık su boşaltılmalarına bağlı olarak su kalitelerinde ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Türkiye’de arıtma tesisi olan sanayi kuruluşlarının oranının az oluşu veya sanayi kuruluşlarının çoğunun arıtma tesislerinin

olmaması ya da varolan arıtma tesislerinin etkin olarak işletilememesi gibi sebeplerle de yüzey sularında kirlenmenin boyutları artmaktadır.

Ülkemiz topoğrafik yapıya bağlı olarak 26 hidrolojik su havzasına ayrılmıştır. Bu havzaların toplam yıllık ortalama akışları 186 milyar m³'tür. Hidrolojik su havzalarının her birinde yıllık yağış miktarı aynı olmadığından, verimleri ve su potansiyelleri de farklıdır. Fırat Havzası 31,61 milyar m³ ile en fazla su verimine sahiptir. Dicle Havzası ise 21,33 milyar m³ ile ikinci sırayı almaktadır. Fırat ve Dicle havzaları toplam ülke su potansiyelinin yaklaşık % 28,5'ini oluşturur. Akarçay Havzası 0,49 milyar m³ ve Burdur Gölü Havzası 0,50 milyar m³ ile su potansiyeli en düşük havzalardır. Türkiye'nin jeolojik yaş olarak oldukça genç ve arazinin fazla eğimli olmasına bağlı olarak oluşan topografyası sonucu akarsuların rejimleri genellikle düzensiz ve vahşi dere (akış) karakterindedir. Bunun için gerekli düzenleme ve önlemler alınmadan doğrudan su kullanımı çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Türkiye'de su fazla gibi gözükse de, havzalara farklı miktarlarda yağış düşmesi ve yılın farklı zamanlarında yağış alması nedenleriyle her zaman ihtiyaç karşılanamaz.

Yedi coğrafik bölgeden biri olan Marmara Bölgesi, ülkemizin en yüksek nüfusuna ve nüfus artışına sahip bölgesidir. Bu bölge sanayileşme yönünden gelişmiş olması nedeniyle, özellikle Karadeniz, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nden göç almaktadır. Ayrıca Marmara Bölgesi'nde tarım sektöründe yaygın olarak gübre ve kimyasal ilaç kullanımının artması sonucu yüzey sularının hemen tümünün, NO₂-N parametresi açısından III. ya da IV. sınıf düzeyinde kirli veya çok kirlenmiş olduğu araştırmalarda tespit edilmiştir. Ancak gerek organik madde ve gerekse suda çözünmüş oksijen (DO) derişimleri açısından Büyük Çekmece, İznik Gölü gibi göller hariç Marmara bölgesindeki diğer göller I. veya II. sınıf su durumundadır. Marmara Havzası'nda yer alan Büyük Çekmece ve İznik Göllerinde bilhassa organik madde kirliliği vardır. Öte yandan yüksek krom yüklü su, havzayı tehdit etmektedir. Yine bu havzada bulunan Ömerli Barajı'nda çinko yükü fazladır. Alibeyköy, Elmalı, Küçükçekmece ve Terkos Göllerinde endüstriyel atık, evsel atık ve tarımsal aktiviteler sonucu azot ve fosfor yükleri artmıştır. Marmara Bölgesi'nde yer alan Meriç-Ergene havzasında arıtma tesislerinin yetersizliği ile tarım alanlarında kimyasal ve tabii gübre

kullanımlarından kaynaklanan azot ve fosfor yükleri fazladır. Sanayi atıkları, evsel ve tarımsal artıklar Meriç ve Ergene Nehirlerine ulaşarak kirlenmeye neden olmaktadır. Aynı şekilde Susurluk Havzası da kirlenme yönünden aynı risklerle karşı karşıyadır. Bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Sakarya Havza'sındaki Sakarya Nehri'nin kolları olan Ankara, Karasu, Göksu, Mudurnu, Seydisu, Kızılırmak çaylarında NO₂, O₂ miktarı, Pb ve Cr gibi kirlenici parametreleri yönlerinden III. ve IV. sınıf kirlilik durumları gözlenmektedir. Bu havzada ciddi boyutlarda ağır metal kirliliği tespit edilmiştir (AKIN ve AKIN, 2007).

Kirleticilerin en önemlileri ortamda uzun süre bozunmadan kalan, asimile edilemeyen ve toksik olan maddelerdir. Bu tür maddelerin havaya, suya veya toprağa belirli miktarların üzerinde karışmaları sonucunda ekosistemdeki tüm canlıların yaşamları ve diğer aktiviteleri üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir (TUNÇER ve UYSAL, 1983). Ekosistemdeki bu olumsuz etkiler nedeni ile diğer kirleticilerle birlikte, organizmalar için toksik özellikler taşıyan ağır metallerin, besin zincirine etkilerini konu alan araştırmaların sayısı giderek artmaktadır.

Farklı kaynaklardan gelen kirleticiler su ortamına girdiğinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktivitelere maruz kalır, ayrışabilen kirleticiler zamanla ayrışırken ağır metaller gibi ayrışmayan maddeler ortamın fizikokimyasal yapısına bağlı olarak hidroliz, kolloid oluşumu, adsorbsiyon, organik karmaşık oluşumu, besin zincirine girme ve dip çökeleğinde birikme gibi olaylarla değişime uğrarlar. Bu değişim metallerin ortamdaki yapısı, derişimi ve organizmaların metabolizmaları ile yakından ilgilidir. Organizmadaki ağır metal birikimi canlının bulunduğu ortamdaki derişimden çok daha yüksek bulunabilir. Ayrışmayan kalıcı maddelerin besin zinciri yoluyla daha yüksek organizma ya da hayvanlara geçerek bu şekilde biriktirilmesine “biyolojik birikim” denir. Bu birikimler canlının organ ve dokularına göre farklılıklar gösterirler (TUNÇER ve UYSAL, 1987; MASON, 1996). Vücutta metal düzenlemesi metal alım oranı ile metal atım oranındaki paralel artışla sağlanmaktadır. Kadmiyum ve cıva gibi eser olmayan ağır metallerin vücuttaki metabolizasyonu kontrol edilemez bu nedenle de birikimleri sudaki ağır metal konsantrasyonu ile paralel artış gösterir. Bir metalin

organizmadaki konsantrasyonu, organizmanın o metali biriktirme yeteneğine bağlıdır (RAINBOW ve WHITE, 1990; ÜNLÜ VE GÜMGÜM, 1993).

Yüksek metabolik hıza sahip balıklar, kirleticileri daha hızlı biriktirirler. Ayrıca, yaş, cinsiyet ve sudaki bütünleyici kirleticilerin varlığı da birikim hızlarını etkiler. Çoğu kirleticiler vücuttan atılabilir ve bu basit difüzyon süreçlerinde tamamlanamayan biyokimyasal ve fizyolojik bir süreçtir. Belirli bir zamanda kirletici düzeyinin tayin edildiği bir su örneği analizinde olduğu gibi, biyoakümülatörler, daha uzun sürelerde kirleticilerden etkilenirler. Mikrobiyal aktivite gerçekleşebileceğinden materyal taşınması gibi özel su örneği analizlerinden önce, kuru dokular uzun süre saklanabilir. Organizmalar, materyalin maruz kalma riskini belirlemek üzere izlenebilir. Tatlı sularda balıklar ayrı bir öneme sahiptir. Bir organizmanın önemli bir biyomonitor olduğu düşünülmenden önce, çeşitli kriterler gözden geçirilmelidir. Organizmaların yalnızca lokal kirletici seviyelerinden etkilenebilmeleri için orada yerleşik olmaları gerekir. Ayrıca düşük konsantrasyonlarda kirleticilerin başlangıçta tayin edilebilmesi için yeterli çoklukta olmaları gerekir. Yaşam döngüsü, izleme süresince, populasyondaki yaş grupları arasında iyi bir denge sağlaması için yeterince uzun olmalıdır. Organizmada kirleticilerin konsantrasyonları kirleticinin ve organizmanın türüne bağlı olarak değişir. Toplam kirletici içeriği ve konsantrasyonu organizmanın yaşı, boyu, ağırlığı ve cinsiyeti ile değişebilir. Biyolojik birikim izleme materyali olarak ekonomik önemleri sebebiyle uzun süredir balıklar kullanılmaktadır (MASON, 1996).

Sucul ortamdaki ağır metaller, balıklarda beslenme ve absorpsiyon yolu ile birikir. Bu birikimin oranı balığın yaşı, yaşam ortamı ve beslenme şekline göre değişmektedir. Günümüzde gelişen endüstri ve teknoloji çevre kirliliğini arttırmakta ve ekosistemin yapısını olumsuz olarak etkilemektedir. Sucul ortamdaki bazı ağır metallerin birikimleriyle ilgili yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır.

Çalışma alanımız olan Büyük Akgöl (Adapazarı) Tabiatı Koruma Alanı statüsünde bir göldür. Gölü besleyen bir akarsu olmadığı gibi daha sonradan sulama amaçlı açılan Konacık Kanalı, Sarıboğaz Kanalı ve Adatape Kanal'larının göl suyu seviyesini

düşürdüğü rapor edilmiştir (ANONİM, 2002). Göl etrafında çok sayıda restaurant ve piknik alanı bulunmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığınca sunulan İl Çevre Raporunda (ÇEVRE ve ORMAN BAKANLIĞI, 2004) Sakarya il sınırları içinde 236 adet Sanayi Kuruluşu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, uzun yıllardan beri bu su havzası insan etkisi altında kirletilmekte ve gölün niteliği bozulmaktadır. Bu süre içinde gölün niteliğini oluşturan organizmalar ve fiziksel parametreler de doğal olarak değişmektedir. Bu değişim olumsuz yönde sürmektedir. Bu da etki altında bulunan Büyük Akgöl'de yaşayan organizmaların periyodik olarak araştırılmalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Esox genusu eski dünyadan kalmış nadir balık türlerinden biridir. Dünyada bu genusa ait 4 tür vardır. Bunlar *Esox masquinongy* Mitchell, 1824, *Esox niger* Lesueur, 1818, *Esox americanus* Gmelin, 1789 ve *Esox lucius* Linnaeus, 1758 dur. *E. masquinongy*, *E. niger* ve *E. americanus* sadece kuzey Amerika da Kanada ve ABD devletlerinin soğuk sularında yayılış gösterirler (FISHBASE, 2010). *E. lucius* ise Kuzey Amerika'dan İran'a kadar olan bölgede yayılış göstermektedir. Ancak Türkiye de Anadolu diyagonalinin Kuzey-Batı yönünde bulunması Güney-Doğu kısmında bulunmaması ve eskiden bulunduğu dair hiçbir kaydın olmaması bu türün İran daki yayılışını şüpheli hale getirmektedir. İran iç su sistemlerinde oluşan popülasyonlar muhtemeldir ki aşılama sonucu oluşturulmuşlardır. Bu genusa ait 3 türün sadece Kanada ve ABD de bulunması *E. lucius* un diğer 3 türden daha eski bir tür olduğunu göstermektedir. *E. lucius* kuzey yarım kürenin tek bir parça olduğu ve günümüzden 65 milyon yıl önce Laurasya olarak isimlendirildiği zaman yaşayan aktif bir form olduğu için Kuzey Amerikadan Avrupa ya oradan da Asya ya geçmiştir. Buzul dönemiyle birlikte güneye göç etmiş bu göç sonucu Türkiye ye giriş yapmıştır. Ancak Anadolu'ya geldiğinde Anadolu iç gölü Batı Doğu yönünde Anadolu Diyagonalı ile kesilmiş, dolayısıyla *E. lucius* günümüzde Batı Karadeniz, Marmara, Ege (günümüzde sadece iç Ege) ve Kuzey Anadolu da yayılış göstermektedir.

Esox lucius Holoartik kökenli bir soğuk su balığıdır ama aynı zamanda Avrupa ve Asya sularına da başarıyla uyum sağlamıştır. İdeal habitatını 12 m den daha az derinlikte sığ sucul makrofit yatakları oluşturur. Tüm yaşam basamaklarında

vegetasyonu kullanır ama özellikle yumurta ve juvenil dönemde vegetasyon daha fazla önem taşır. *Esox lucius* rüzgârdan korunan ve fazla akıntısı olmayan alanları tercih eder. Torpido şekilli vücudu, düzleşmiş kafası ve jilet keskinliğinde dişleriyle yüksek bir yırtıcı özelliği gösterir. Kaudal yüzgeç büyüktür, dorsal ve anal yüzgeç vücudun arka tarafına itilmiştir. Bu *Esox lucius*'a avlanmak için pusuya yattığı yerden hızla fırlayıp yüzen avını yakalamasını sağlar (CRAIG, 2008).

E. lucius türü buzul döneminde giriş yaptığı Anadolu tatlı su sistemine uyum yapmış ülkemizin en önemli predatör balık türlerinden biri olmuştur. Seçici pisivorm beslenme özelliğiyle de bulunduğu ortamlarda ki ihtiyofaunanın şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Bulduğu tatlı su sistemlerinde besin zincirinin en üstünde olmasından dolayı sistemin ekolojisi hakkında iyi bir belirteçtir.

E. lucius türünün hayatını sınırlandıran en temel iki şey sıcaklık ve besindir. Bu tür bir soğuk su türüdür ve su sıcaklığı beslenmesi, gelişimi, büyümesi hatta yaşaması için temel bir sınırlayıcıdır. *E. lucius* için optimal sıcaklık 19°C - 21°C, öldürücü sıcaklık ise 29°C olduğu bildirilmiştir (DIANA,1983). Günümüzde küresel ısınmalarının etkisinin hızla arttığı düşünüldüğünde doğal yayılış alanlarında *E. lucius* popülasyonlarının aşırı sıcaklıklarla karşılaşacağı ilk lokaliteler Türkiye'den olacaktır.

E. lucius seçici pisivorm beslenme özelliğinden dolayı ortamda yeterince balık varsa sadece balıklarla beslenmeyi tercih eder (YILMAZ et al, 2010). Juvenil döneminde ise tabanda yaşayan bentik canlıları tercih eder. Yetişkinler ortamda yeterince balık bulamadığında bentik canlıları, kurbağaları, kuşları hatta kendi türdeşlerini (kannibalizm) avlayabilir. Bu karnivor beslenme özelliği nedeniyle suya giren her türlü yabancı madde özellikle ağır metaller besin zinciri yoluyla *E. lucius* bireylerine geçer. Bu yüzden tatlı su sistemlerinde kimyasal kirleticilerin birikimini izlemek için tercih edilebilecek çok iyi bir gösterge türdür.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) ne göre *E. lucius* koruma statüsü LC (düşük riskli) olsa da küresel ısınma, ortamdaki besin miktarının azalması ve insan besini olarak kullanılmasından dolayı aşırı avcılığın yapılması ve

Türkiye deki tatlı su ortamlarının giderek kimyasallarla kirlenmesi sonucu ülkemizde *E. lucius* türünün varlığı tehlike altındadır.

Dünyada özellikle Kanada ve ABD de *E. lucius* bireylerindeki metal birikimleri ile ilgili bir çok çalışma vardır. Bu çalışmaların bazıları doğal ortamda yaşayan *E. lucius* bireylerindeki ağır metal birikimi ile ilgili çalışmalar (BROWN ve CHOW, 1977; HARRISON ve KLAVERKAMP, 1990; JACKSONA et al, 1993), bir kısmı özellikle doğal ortamlarda kurşun birikimi ile ilgili çalışmalar (MOORE AND SUTHERLAND, 1980; MEINELT et al, 1997) diğerleri ise laboratuvar ortamında yapılan deneysel çalışmalardır (HOGSTRAND VE HAUX, 1991; FRIEDMANN et al, 1995). Bunun dışında Avrupa ve Asya daha az sayıda doğal ortamda *E. lucius* bireylerinin farklı dokularında biriken ağır metal miktarlarını gösteren çalışmalar vardır (BADSHA ve GOLDSPINK, 1982; POURANG, 1995; AMUNDSEN et al, 1997; FLEIT VE LAKATOS et al, 2003).

Türkiye de ise TÜİK 2006 Su Ürünleri istatistiklerine göre 2006 yılında 269 ton *E. lucius* avlanmış ve pazara sürülmüştür. Bu üretimin büyük kısmı özellikle sanayinin ve dolayısıyla kirlenmenin yoğun olduğu Marmara bölgesindedir. Türkiye den her yıl ciddi oranlarda avlanmasına ve insan besini olarak kullanılmasına rağmen *E. lucius* bireylerindeki ağır metal birikimini gösteren tek bir çalışma Uluabat Gölü'nde ARSLAN et al (2007) tarafından Uluabat Gölü'nde yapılmıştır.

Bu çalışmada;

i-Büyük Akgöl Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae limnofaunasının belirlenmesi,

ii-Çevresel değişkenlerin Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae limnofaunasının dağılımı üzerine etkisinin istatistiki olarak belirlenmesi,

iii-Kirlilik Parametrelerinden metallerin biyotik (Chironomidae, Oligochaeta, Gastropoda, *Esox lucius* Linnaeus, 1758) ve abiyotik öğelerde (su, sediment) birikimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çalışma Alanı Tanımı

41°01' K, 30°33' D koordinatlarında yer alan, drenaj alanı 47 km², yüzey alanı 3.6 km², maksimum derinliği 6 m olan, Sakarya il sınırları içinde yer alan Büyük Akgöl, Karasu karayolu üzerinde sığ bir göldür. Sakarya İli'ne bağlı Ferizli İlçesi'nin Gökent Beldesi sınırları içinde kalan göl, denize uzaklığı 12 km olup Sakarya Nehri'nin 4 km. batısında kalmaktadır. Adapazarı şehir merkezine 39 km mesafede bulunan Büyük Akgöl (B. Akgöl) Tabiatı Koruma Alanı statüsündedir. Gölün çevresinde Gökent Beldesi, Adatepe Köyü, Kusça Köyü, Konacık Köyü ve Bakırlı Köyü bulunmaktadır (ANONİM, 1993; ANONİM, 2002). Gölün bulunduğu alan Sakarya nehrine uzak kaldığı için alüvyal boğulmadan kurtulmuş ve böylece Akgöl bir kenar gölü olarak meydana gelmiştir (BİLGİN, 1984).

Gölün kıyı şeridi sazlar ve kamışlarla, tabanı ise sucul bitkilerle kaplıdır. Gölü besleyen bir akarsu olmadığı gibi daha sonradan sulama amaçlı açılan Konacık Kanalı, Sarıboğaz Kanalı ve Adatape Kanal'larının göl suyu seviyesini düşürdüğü rapor edilmiştir (ANONİM, 2002). Göl etrafında çok sayıda restaurant ve piknik alanı bulunmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığınca sunulan İl Çevre Raporunda (ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI, 2004) Sakarya il sınırları içinde 236 adet Sanayi Kuruluşu (7 adet Piliç Kesimi ve Rendering Tesisi, 55 adet Süt ve Süt Ürünleri Tesisi, 15 adet Otomotiv Sanayi ve yan ekipmanları Tesisi, 14 adet Un ve Yem İmalat Tesisi, 30 adet Tekstil ve Konfeksiyon dikim tesisi, 5 adet Kauçuk ve Lastik İmalat Tesisi, 2 adet Boya İmalat Tesisi, 7 adet Fındık İşleme Fabrikası, 25 adet Kereste ve Parke Sanayi, 3 adet Bisküvi ve Çikolata İmalat Tesisi, 1 adet İlaç-Sağlık Malzemeleri Üretim Tesisi, 20 adet Saç-Levha Demir İşleme Sanayi, 50 adet Mobilya Sanayi ve 2 adet Çatı Kaplama Sanayi) bulunduğu, ayrıca il sınırları içinde Nehirkent Beldesinde bulunan Ege Kimya San. ve Tic. A.Ş.'de sodyum potasyum silikat ve sodyum alüminyum silikat üretimi yapıldığı, işletmede 3350 ton/ay sodyum silikat ve 584 ton/ay çöktürülmüş silika üretimi yapıldığı, Ferizli İlçesi, Akçukur köyünde ise demir madeni çıkartıldığı belirtilmiştir.

2.2. Literatür Bilgisi

Büyük Akgöl'ün faunistik ve ekolojik özellikleri ile ilgili bugüne kadar yapılan çok az çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda ise Gastropoda ve Oligochaeta faunası tür düzeyinde belirlenmemiş, çevresel parametrelerin tür kompozisyonu ve dağılışı üzerine etkileri ve metallerin biyotik ve abiyotik öğelerdeki birikimleri araştırılmamıştır.

ÖZBEK ve SARI (2007) tarafından, kapsamında Büyük Akgöl'ünde bulunduğu "Batı Karadeniz Bölgesindeki (Türkiye) Bazı Göllerin Hirudinea (Annelida) faunası başlıklı çalışmada, 12-16 Ağustos 2002 ve 23-27 Haziran 2003 tarihlerinde yapılan iki örnekleme verileri değerlendirilmiş ve Büyük Akgöl'den herhangi bir Hirudinae türü tespit edilemediği bildirilmiştir.

TAŞDEMİR et al. (2008) tarafından yapılan, kapsamında Büyük Akgöl'ünde bulunduğu "Batı Karadeniz Bölgesindeki (Türkiye) Bazı Göllerin Diptera ve Ephemeroptera Faunası" başlıklı çalışmada, 12-16 Ağustos 2002 ve 23-27 Haziran 2003 tarihlerinde yapılan iki örnekleme verileri değerlendirilmiş ve Chironomid'den *Procladius (H.)* sp., *Chironomus (C.) plumosus*, *Chironomus (C.) tentans*, *Polypedilum (P.) exsectum*'un göldeki varlığı bildirilmiş, buna ilaveten Ephemeroptera, Chaoboridae, Culicidae, Rhagionidae ve Scatophagidae üyelerine ise rastlanılmadığı belirtilmiştir.

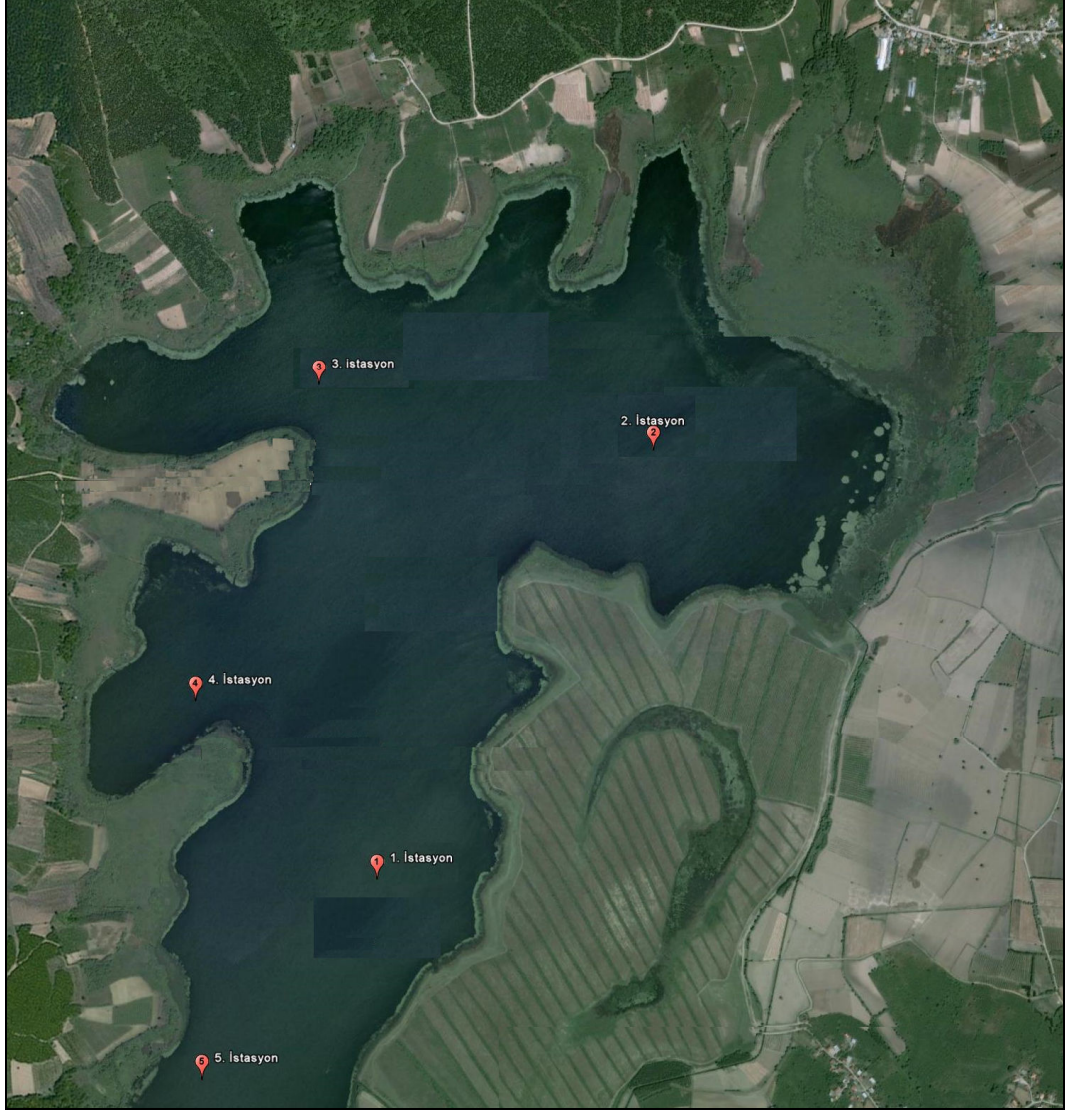
Çevre ve Orman Bakanlığının resmi internet sitesinde yayınlanan "Sakarya İl Çevre Durum Raporu" nda, biyolojik çeşitlilik başlığı altında yer alan fauna kısmında ise sucul fauna ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Arazi Çalışmaları

Büyük Akgöl Makrozoobentik Limnofaunası (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) ve Makro ve Mikro Elementlerin biyotik ve abiyotik öğelerde birikimlerinin araştırılması amacıyla Büyük Akgöl'den 5 istasyondan (Şekil 1) mevsimsel periyotlarla kayıkla dolaşarak örnekler toplanmıştır. Arazi çalışmaları;

- i- Yaz mevsimi örnekleme (31.08.2009),
- ii- Sonbahar mevsimi örnekleme (16.11.2009),
- iii- Kış mevsimi örnekleme (19.02.2010) ve
- iv- İlkbahar mevsimi örnekleme (15.04.2010) olmak üzere yapılmıştır. Bunlara ilaveten 16.11.2009 tarihinde ve 15.04.2010 tarihlerinde yapılan arazi çalışmalarında yeterli balık ve zoobentoz örneği elde edilemediği için arazi çalışması aynı mevsim içinde tekrarlanmış (toplam 6 arazi çalışması yapılmıştır) ve örnekler temin edilmiştir.



Şekil 1: Büyük Akgöl'de örnek alınan istasyonlar.

3.1.1. Zoobentoz Örneklerinin Toplanması

Yukarıda verilen tarihlerde göl sedimentinden taksonomik ve kimyasal incelemeler için yüzey alanı 225 cm² olan sahip Hydrolab marka Ekman-dredge ve el kepçesi yardımı ile iki ayrı örnek alınmıştır. Ayrıca, Gastropoda örnekleri göl içindeki bitkiler ve taşlar üzerinden el ve pens yardımı ile de toplanmıştır.

Taksonomik incelemeler için elde edilen sediment örnekleri 5'li elek sistemi ile *in situ* olarak elenmiş, %4 lük formaldehit ile fikse edilerek etiketli cam kavanozlara alınmıştır.

Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae bireylerinde kimyasal inceleme için alınan zoobentoz örnekleri de 5'li elek sistemi ile *in situ* olarak elenmiş, elekten toplanan örnekler (Gastropoda örnekleri için en az 20 birey; Oligochaeta örnekleri için en az 50 birey; Chironomidae örnekleri için en az 50 birey olacak şekilde) fiksasyon uygulamadan etiketli naylon torbalara alınarak araç tipi buzdolabına yerleştirilmiştir.

3.1.2. Su Parametrelerinin Ölçülmesi ve Kimyasal Analizler için Su ve Sediment Örneklerinin Alınması

Her istasyondan taksonomik ve kimyasal incelemeler için göl sedimentinden örnek alımı esnasında aynı zamanda;

i-Göl suyu bazı limnolojik parametrelerinin ölçümleri de (pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, derinlik) Water Quality Checker (WQC 22A) ile *in situ* olarak ölçülmüş; laboratuvarında yapılacak olan kimyasal analizler için ise su örnekleri ayrı şişelere alınmıştır. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI) ölçümleri laboratuvarında Enotek marka BOI cihazı ile ölçülmüştür,

ii- Kimyasal incelemeler için ise göl suyu örnekleri önceden yıkanmış ve steril edilmiş kahverenkli cam şişelere alınarak araç tipi buzdolabına yerleştirilmiştir,

iii- Kimyasal incelemeler için ise, sediment örneği Ekman-dredge'nin orta kesiminden plastik bir kaşık yardımı ile alınarak etiketli torbalara konulmuş ve araç tipi buzdolabına yerleştirilmiştir.

3.1.3. *Esox lucius* Örneklerinin Temini

Gölden *Esox lucius* örneklerinin temini hizmet alımı yoluyla yapılmıştır. Her mevsim en az 10 en çok 20 birey (çeşitli boylarda, dişi ve erkek olacak şekilde) hizmet alımı şeklinde temin edilmiştir.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.2.1. Zoobentik Grupların Ayrılması, Saklanması ve Teşhisi

Laboratuvara getirilen zoobentik örnekler binoküler altında önce ordo ve familya düzeyine kadar ayrılmış, birey sayımları yapılmış ve içinde %70 lik alkol bulunan etiketli flakonlara alınmıştır. Daha sonra Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae grubu üyelerinin teşhisleri mümkün olan en alt taksonomik kategoriye kadar (cins-tür) yapılmıştır. Genel zoobentik komunitenin taksonomik olarak ayrılmasında MANDAVILLE, 1999; BOUCHARD, 2004; Oligochaeta teşhislerinde: SPERBER, 1950; BRINKHURST, 1971; BRINKHURST ve JAMIESON, 1971; KATHMAN ve BRINKHURST, 1998; TIMM, 1999 ve WETZEL et al., 2000'den; Gastropoda teşhislerinde: ZHADIN, 1965; BİLGİN, 1980; GLÖER, 2002 ve YILDIRIM et al., 2006 a,b' den; Chironomidae teşhislerinde ise: FITTKAU ve ROBACK, 1983; PILLOT, 1984; ŞAHİN, 1991 ve EPLER, 1995'den yararlanılmıştır. Oligochaeta bireylerinin teşhisinde geçici preparatları gliserin+su karışımı ile daimi preparatları ise Polivinil laktofenol CMCP-10 kullanılarak; Chironomidae bireylerinin geçici preparatları Amman's laktofenol ile, daimi preparatları ise Polivinil laktofenol CMCP-9 ve Euparal kullanılarak yapılmıştır.

3.2.2. Balıklarda Yaş, Boy ve Ağırlık Tayinleri

Laboratuvara getirilen balık örneklerinin balık tahtasında standart, çatal ve total boyları ölçülerek, Ohaus marka tartı ile ağırlıkları gr cinsinden belirlenmiştir. Balıklardan yaş tayini için 30 kadar pul alınmış ve LAGNER 1956' ya göre pullardan preperat hazırlanıp yaşları alttan aydınlatmalı Olympus marka sterobinoküler ile okunmuştur.

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Göl suyunda yapılan analizler ve standart metotları

Sülfat iyonu (mg SO₄⁻/L): HACH-Lange LCK 153 Referans: DIN 38405-D5 HACH-Lange LCK 353 Referans: EN ISO 10304-

Amonyum azotu (mg NH₄⁺-N/L): HACH-Lange LCK 302-303-304 Yöntemi Referans: DIN 38406-E5

Nitrit azotu (mg NO₂⁻-N/L): HACH-Lange LCK 341-342 Yöntemi Referans: EN ISO 26777

Nitrat azotu (mg NO₃⁻-N/L): HACH-Lange LCK 339 Yöntemi Referans: DIN 38405 D9-2 HACH-Lange LCK 340 Yöntemi Referans: EN ISO 10304-2

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI) (mg/L): HACH-Lange LCK 114 ve 314 Yöntemi Referans: DIN 38409 H41-H44

Toplam fosfor (mg P/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Kadmiyum (µg Cd/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Kurşun (µg Pb/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Bakır (µg Cu/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Krom (toplam) (µg Cr/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Nikel (µg Ni/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Çinko (µg Zn/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Demir (µg Fe/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Mangan (µg Mn/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Bor (µg B/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Alüminyum (µg Al/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Kalsiyum (µg Ca/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Magnezyum (µg Mg/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Potasyum (µg K/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Sodyum (µg Na/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Fosfor (µg P/L): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Kükürt ($\mu\text{g S/L}$): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Silisyum ($\mu\text{g Si/L}$): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Gümüş ($\mu\text{g Ag/L}$): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Civa ($\mu\text{g Hg/L}$): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

Selenyum ($\mu\text{g Se/L}$): ICP OES Yöntem TS EN ISO 11885: 1998

3.2.3.2. Sedimentte Metal Analizleri

Araziden alınan sediment örnekleri 0,5 mm'lik elekten geçirildikten sonra etüve konarak 105 °C'de 3 saat kurutulmaya bırakılmış, daha sonra etüvde tamamen nemi giderilen örneklerden 0,5 g alınarak mikrodalgada nitrik asit ile sindirme işlemine tabi tutulmuştur. Organik yıkımları biten örnekler soğutulup, santrifüjlendikten sonra filtre kağıdından süzülerek, hacimleri 100 ml'ye tamamlanarak ve Varian marka ICP-OES 720 ES ile metal konsantrasyon değerleri okunmuştur (EPA 3051,1998).

3.2.3.3. Biyolojik Materyallerde Metal Analizleri

Büyük Akgöl'den toplanan Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae ve *Esox lucius* örnekleri fiksasyon işlemine tabi tutulmadan laboratuvara getirilmiş, *E. lucius* örneklerinden paslanmaz çelik bistüri uçları ve pens yardımıyla kas, karaciğer ve solungaç örnekleri alınarak, analiz edilene kadar -20 °C'de buzdolabında koruma altına alınmıştır. Buzdolabından çıkarılan örnekler 105 °C'de kurutularak öğütülmüş, öğütülmüş materyaller kuru ağırlık çalışılması nedeniyle 2 saat kadar tekrar etüvde bekletilmiştir. Nemi tamamen kaybolan örnekden 0,5-1 g alınarak nitrik asit (HNO_3) ilave CEM marka mikrodalga ile digestion (sindirme) işlemine tabi tutulmuştur. Organik yıkımı biten örnekler filtreden süzülüp, hacimleri 100 ml'ye tamamlanarak, metal konsantrasyon değerleri Varian ICP-OES 720 ES ile okunmuştur (ASTM, 1985; APHA, 1992).

3.3. Elde Edilen Tüm Bulguların İstatistikî Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar

Büyük Akgöl'den elde edilen Oligochaeta ve Chironomidae türlerinin dağılımlarına hangi faktörlerin etki ettiğinin saptanmasında Canonical Corresponding Analyses (CANOCA) uygulanmıştır. Tespit edilen taksonların dağılımları açısından istasyonlar arası benzerliklerin ve taksonların habitat tercihlerinin belirlenmesinde ise Bray-Curtis kümeleme analizi uygulanmıştır (TABANICK, 1996; SHARMA, 1996; TER BRAAK ve SCHMILAUER, 2002). Tüm hesaplamalar CSS Statistica 3.1 programı kullanılarak yapılmıştır (STATSOFT. INC., 1993).

4. BULGULAR

4.1. Zoobentik Bulgular

Büyük Akgöl'den Ağustos 2009-Temmuz 2010 tarihleri arasında mevsimsel olarak gerçekleştirilen ve gölden seçilen 5 istasyondan toplanan zoobentik örneklerin incelenmesi sonucunda,

Büyük Akgöl'de Şekil 1'de gösterilen 5 istasyondan dört mevsim boyunca;

1. istasyondan 1499,
2. İstasyondan 2160,
3. İstasyondan 1434,
4. istasyondan 1820 ve
5. İstasyondan 1823 birey olmak üzere toplam 8736 birey toplanmış ve 35 takson tespit edilmiştir.

Tespit edilen taksonlar içinde Gastropoda, Bivalvia, Oligochaeta ve Chironomidae bireylerinin teşhisleri tür düzeyine kadar yapılmış, 10 Gastropoda, 1 Bivalvia, 9 Oligochaeta, 9 Chironomidae türü olmak üzere toplam 29 tür (*Planorbarius corneus* L., 1758, *Lymnea stagnalis* (Linnaeus, 1758), *Viviparus viviparus* (L., 1758), *Theodoxus fluviatilis* (L., 1758), *Bithynia* sp., *Valvata piscinalis* (Müller, 1774), *Borystenia naticina* (Menke, 1845), *Gryallus* sp., *Physa acuta* (Draparnaud, 1805), *Radix labiata* (Rossmässler, 1835), *Dressenia polymorpha* (Pallas, 1771), *Potamothrix hammoniensis* (Michaelsen, 1901), *Tubifex tubifex* (Müller, 1774), *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862, *Potamothrix bedoti* (Piguet, 1913), *Dero digitata* (Müller, 1774), *Nais communis* Piguet, 1906, *Ophidonais serpentina* (Müller, 1773), *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767), *Pristina aeguiseta* Bourne, 1891, *Procladius (Holotanypus) sp.*, *Fleuria lacustris* Kieffer, 1924, *Zalutschia* sp., *Einfeldia pagana* (Meigen, 1838), *Parachironomus swammendami* (Kruseman, 1933), *Chironomus plumosus* (L., 1758), *Chironomus (Camptoch) tentans* (Fabr.), *Monopsectrocladius* sp.,

Dicrotendipes nervosus (Staeger,1839) tespit edilmiştir. Büyük Akgöl'de Şekil 1'de gösterilen 5 istasyondan toplanan zoobentik örneklerin sınıf, ordo, familya düzeyinde yapılan incelemelerine göre elde edilen birey sayıları, mevsimlere göre ve genel % dominansi değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Çalışma alanında istasyonlarda tespit edilen zoonbentik taksonlar, birey sayıları, mevsimlere göre ve genel % dominansi değerleri.

Tablo 1a: 1.istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılımları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri.

		1. istasyon				% Dominansi
	Taxa	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
Gastropoda	<i>Planorbarius corneus</i>	43	54	0	0	6,5
	<i>Lymnea stagnalis</i>	54	37	0	0	6,1
	<i>Viviparus viviparus</i>	54	67	134	43	19,9
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	15	68	0	34	7,8
	<i>Bithynia sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Borystenia naticina</i>	15	97	66	55	15,5
	<i>Gryallus sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Physa acuta</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Radix labiata</i>	0	0	0	0	0,0
Bivalvia	<i>Dressenia polymorpha</i>	16	252	16	64	23,2
Oligochaeta	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	80	22	25	26	10,2
	<i>Tubifex tubifex</i>	7	8	1	10	1,7
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	7	2	2	11	1,5
	<i>Potamotheix bedoti</i>	2	2	1	1	0,4
	<i>Dero digitata</i>	2	2	0	0	0,3
	<i>Nais communis</i>	2	2	3	1	0,5
	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Pristina aeguiseta</i>	0	0	0	0	0,0
(Diptera)						
Chironomidae	<i>Procladius (Holotanytus) sp.</i>	2	8	8	6	1,6
	<i>Fleuria lacustris</i>	3	1	1	0	0,3
	<i>Zalutschia sp.</i>	0	0	0	1	0,1
	<i>Einfeldia pagana</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Parachironomus swammerdami</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Chironomus plumosus</i>	9	7	11	2	1,9
	<i>Chironomus (Camptoch) tentans</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Monopsectrocladius sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	0	0	0	0	0,0
Diğer	Trichoptera	28	0	0	0	1,9
	Ceratopogonidae	1	0	0	1	0,1
	Ephemeroptera	3	0	0	0	0,2
	Odanata	2	0	0	0	0,1
	Chaoboridae	1	0	0	0	0,1
	Hirudinea	0	1	0	0	0,1
Toplam		346	630	268	255	100

Tablo 1b: 2. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılımları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri.

		2.istasyon				% Dominansi	
	Taxa	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar		
Gastropoda	<i>Planorbarius corneus</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Lymnea stagnalis</i>	97	386	217	103	37,2	
	<i>Viviparus viviparus</i>	34	13	39	267	16,3	
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	20	22	27	102	7,9	
	<i>Bithynia sp.</i>	14	30	11	0	2,5	
	<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Borystenia naticina</i>	10	2	56	24	4,3	
	<i>Gryallus sp.</i>	5	0	0	0	0,2	
	<i>Physa acuta</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Radix labiata</i>	0	0	0	0	0,0	
Bivalvia	<i>Dressenia polymorpha</i>	94,0	123	164	55	20,2	
Oligochaeta	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	45	10	18	23	4,4	
	<i>Tubifex tubifex</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Potamothrix bedoti</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Dero digitata</i>	2	0	3	6	0,5	
	<i>Nais communis</i>	2	0	5	11	0,8	
	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	8	19	1,3	
	<i>Stylaria lacustris</i>	1	0	0	0	0,0	
	<i>Pristina aeguiseta</i>	0	0	0	0	0,0	
(Diptera)							
Chironomidae	<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Fleuria lacustris</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Zalutschia sp.</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Einfeldia pagana</i>	6	2	8	4	0,9	
	<i>Parachironomus swammerdami</i>	3	2	0	1	0,3	
	<i>Chironomus plumosus</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Chironomus (Camptoch) tentans</i>	13	21	4	6	2,0	
	<i>Monopsectrocladius sp.</i>	0	0	0	0	0,0	
	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	0	0	0	0	0,0	
	Diğer	Trichoptera	10	0	5	0	0,7
		Ceratopogonidae	1	0	0	0	0,0
Ephemeroptera		1	2	0	0	0,1	
Odanata		0	0	0	0	0,0	
Chaoboridae		2	1	0	0	0,1	
Hirudinea		0	0	0	0	0,0	
Toplam		360	614	565	621	100,0	

Tablo 1c: 3. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılımları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri.

		3.istasyon				
Taxa	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	% Dominansi	
Gastropoda	<i>Planorbarius corneus</i>	32	147	86	125	27,2
	<i>Lymnea stagnalis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Viviparus viviparus</i>	9	34	101	0	10,0
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	4	18	35	76	9,3
	<i>Bithynia sp.</i>	11	1	15	21	3,3
	<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Borystenia naticina</i>	8	3	27	22	4,2
	<i>Gryallus sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Physa acuta</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Radix labiata</i>	0	0	0	0	0,0
Bivalvia	<i>Dressenia polymorpha</i>	15	188	64	58	22,6
Oligochaeta	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	57	23	43	25	10,3
	<i>Tubifex tubifex</i>	1	6	17	7	2,2
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Potamotheix bedoti</i>	0	2	7	18	1,9
	<i>Dero digitata</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Nais communis</i>	1	1	15	16	2,3
	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	4	0	0,3
	<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Pristina aeguiseta</i>	0	0	0	0	0,0
	(Diptera)	<i>Procladius (Holotanypus)</i>				
Chironomidae	sp.	7	18	3	1	2,0
	<i>Fleuria lacustris</i>	9	2	2	1	1,0
	<i>Zalutschia sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Einfeldia pagana</i>	5	3	9	1	1,3
	<i>Parachironomus swammerdami</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Chironomus plumosus</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Chironomus (Camptoch) tentans</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Monopsectrocladius sp.</i>	8	2	3	1	1,0
	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	0	0	0	0	0,0
	Diğer	Trichoptera	1	0	0	0
Ceratopogonidae		0	0	0	0	0,0
Ephemeroptera		13	0	0	0	0,9
Odanata		0	0	0	0	0,0
Chaoboridae		0	2	0	0	0,1
Hirudinea		0	0	0	0	0,0
Toplam	181	450	431	372	100	

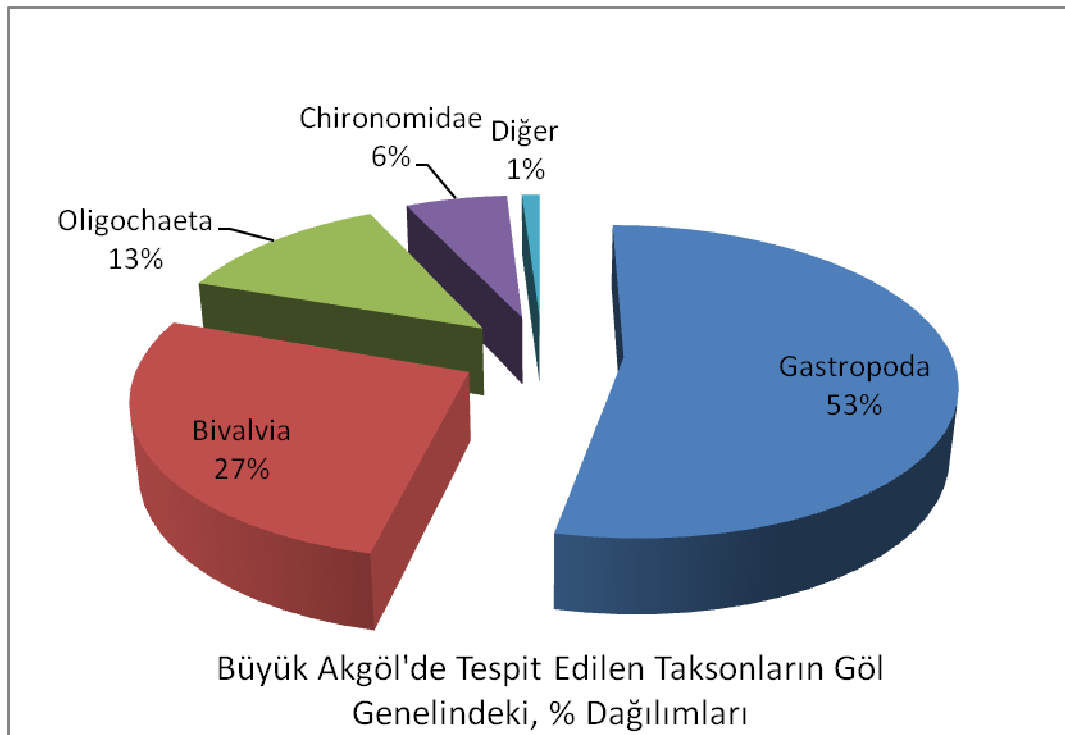
Tablo 1d: 4. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılımları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri.

Taxa		4.istasyon				% Dominansi
		Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
Gastropoda	<i>Planorbarius corneus</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Lymnea stagnalis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Viviparus viviparus</i>	8	54	529	86	37,1
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	2	13	0	17	1,8
	<i>Bithynia sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Valvata piscinalis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Borystenia naticina</i>	1	5	174	60	13,2
	<i>Gryallus sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Physa acuta</i>	1	1	36	0	2,1
	<i>Radix labiata</i>	0	0	0	0	0,0
Bivalvia	<i>Dressenia polymorpha</i>	3	53	364	96	28,4
Oligochaeta	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	13	38	29	19	5,4
	<i>Tubifex tubifex</i>	4	2	17	6	1,6
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Potamotheix bedoti</i>	0	0,0	0	0,0	0,0
	<i>Dero digitata</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Nais communis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Ophidonais serpentina</i>	2	1	16	25	2,4
	<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Pristina aeguiseta</i>	0	0	0	0	0,0
	(Diptera)					
Chironomidae	<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	4	8	3	2	0,9
	<i>Fleuria lacustris</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Zalutschia sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Einfeldia pagana</i>	9	6	3	1	1,0
	<i>Parachironomus swammerdami</i>	27	13	16	8	3,5
	<i>Chironomus plumosus</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Chironomus (Camptoch) tentans</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Monopsectrocladius sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	12	13	6	8	2,1
	Diğer	Trichoptera	0	0	0	0
Ceratopogonidae		0	0	0	0	0,0
Ephemeroptera		0	0	0	0	0,0
Odanata		0	0	0	0	0,0
Chaoboridae		0	6	0	0	0,3
Hirudinea		0	0	0	0	0,0
Toplam		86	213	1193	328	100

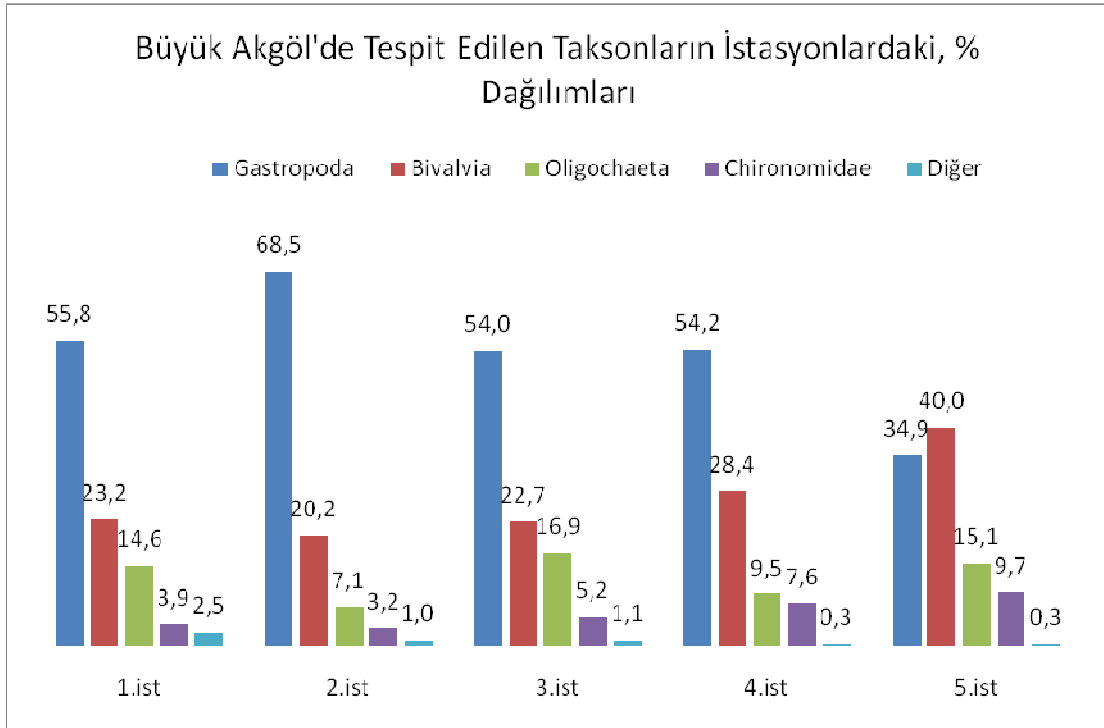
Tablo 1e: 5. istasyonda tespit edilen zoonbentik taksonlar, mevsimsel dağılımları (birey sayıları) ve % dominansi değerleri.

		5.istasyon				
Taxa		Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	% Dominansi
Gastropoda	<i>Planorbarius corneus</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Lymnea stagnalis</i>	44	40	69	71	12,3
	<i>Viviparus viviparus</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Bithynia sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Valvata piscinalis</i>	29	44	0	0	4,0
	<i>Borystenia naticina</i>	8	7	172	102	15,9
	<i>Gryallus sp.</i>	12	15	23	0	2,7
	<i>Physa acuta</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Radix labiata</i>	0	0	0	0	0,0
Bivalvia	<i>Dressenia polymorpha</i>	36	134	483	76	40,0
Oligochaeta	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	55	38	67	75	12,9
	<i>Tubifex tubifex</i>	3	8,0	4	0,0	0,8
	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Potamothrix bedoti</i>	3,0	4,0	2	1	0,5
	<i>Dero digitata</i>	6	3	1	2	0,7
	<i>Nais communis</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0		0,0
	<i>Pristina aeguiseta</i>	2	1	0	1	0,2
(Diptera)						
Chironomidae	<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	14	12	16	9	2,8
	<i>Fleuria lacustris</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Zalutschia sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Einfeldia pagana</i>	4	6	14	1	1,4
	<i>Parachironomus swammerdami</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Chironomus plumosus</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Chironomus (Camptoch) tentans</i>	18	22	8	19	3,7
	<i>Monopsectrocladius sp.</i>	0	0	0	0	0,0
	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	17	8	4	5	1,9
Diğer	Trichoptera	0	0	0	0	0,0
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0,0
	Ephemeroptera	0	0	0	0	0,0
	Odanata	0	0	0	0	0,0
	Chaoboridae	0	0	5	0	0,3
	Hirudinea	0	0	0	0	0,0
Toplam		251	342	868	362	100

Büyük Akgöl'de tespit edilen tüm taksonların çalışılan 5 istasyondaki dağılımları incelenmiş ve elde edilen bulgular Şekil 2a ve b'de verilmiştir. Buna göre Büyük Akgöl zoobentosunun % 57'sini Gastropoda, %27'sini Bivalvia, % 13'ünü Oligochaeta, % 6'sını Chironomidae ve % 1'ini de diğer taksonlar oluşturmaktadır. Tür kategorisinde bakıldığında ise gölün dominant taksonu % 26,94'lük baskınlıkla *D. polymorpha* olarak tespit edilmiştir. Bunu sırayla; % 16,84 oranı ile *V. viviparus*, % 12,79 oranı ile *L. stagnalis*, 10,46 oranı ile *Borysthenia naticina*, % 8,36 oranı ile *P. hammoniensis* ve % oranı ile 5,57 *P. corneus* takip etmektedir (Tablo 1a-e)



Şekil 2a: Büyük Akgöl'de tespit edilen taksonların göl genelindeki % dağılımları.



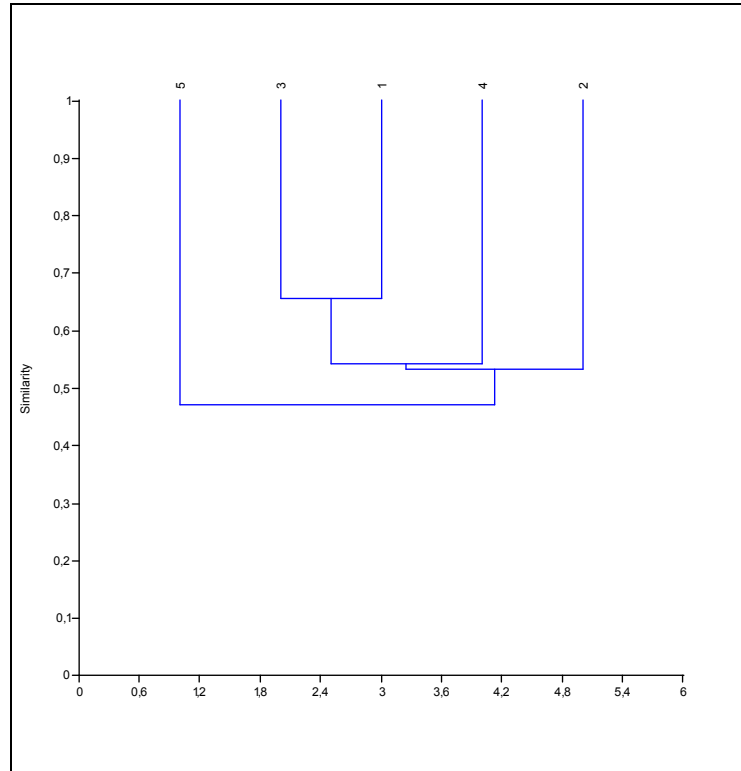
Şekil 2b: Büyük Akgöl'de tespit edilen taksonların çalışılan istasyonlara göre % dağılımları.

Büyük Akgöl'den elde edilen 8736 bireye ait 35 taksonun istasyonlardaki dağılımlarına göre istasyonların benzerlikleri Bray-Curtis Analiz yöntemi ile incelenmiş, elde edilen sonuçlar Şekil 3-4 ve Tablo 3 de verilmiştir.

Şekil 3 ve Tablo 2a'dan da görüldüğü gibi Büyük Akgöl'de taksonların dağılımına göre 1 ve 3 nolu istasyonlar % 65 oranında bir benzerlik göstermektedir. 1 ve 3 nolu istasyonların oluşturduğu gruba önce 4 nolu istasyon, daha sonra 2 ve 5 nolu istasyonlar katılmaktadır. 5 nolu istasyon diğer örneklem alanlarına göre en çok farklılık gösteren istasyondur.

İstasyonlarda tespit edilen türler ve dağılımlarına göre Taxon sayısı, Ortalama birey sayısı, Dominansi, Shannon İndex, Simpson index, Evenness, Menhinick index,

Margalef index, Fisher alpha index, Berger-Parker index ve Equitability analizleri yapılmış, elde edilen sonuçlar Tablo 2b’de verilmiştir.



Şekil 3: Taksonların dağılışlarına göre istasyonların Bray-Curtis benzerlikleri Analiz Diyagramı.

Tablo 2a: Taksonların dağılımlarına göre istasyonların Bray-Curtis benzerlik yüzdeleri.

		İstasyonlar				
		1	2	3	4	5
1	1	0,58606	0,65489	0,63462	0,52581	
2	0,58606	1	0,4745	0,53507	0,46647	
3	0,65489	0,4745	1	0,44853	0,37454	
4	0,63462	0,53507	0,44853	1	0,51917	
5	0,52581	0,46647	0,37454	0,51917	1	

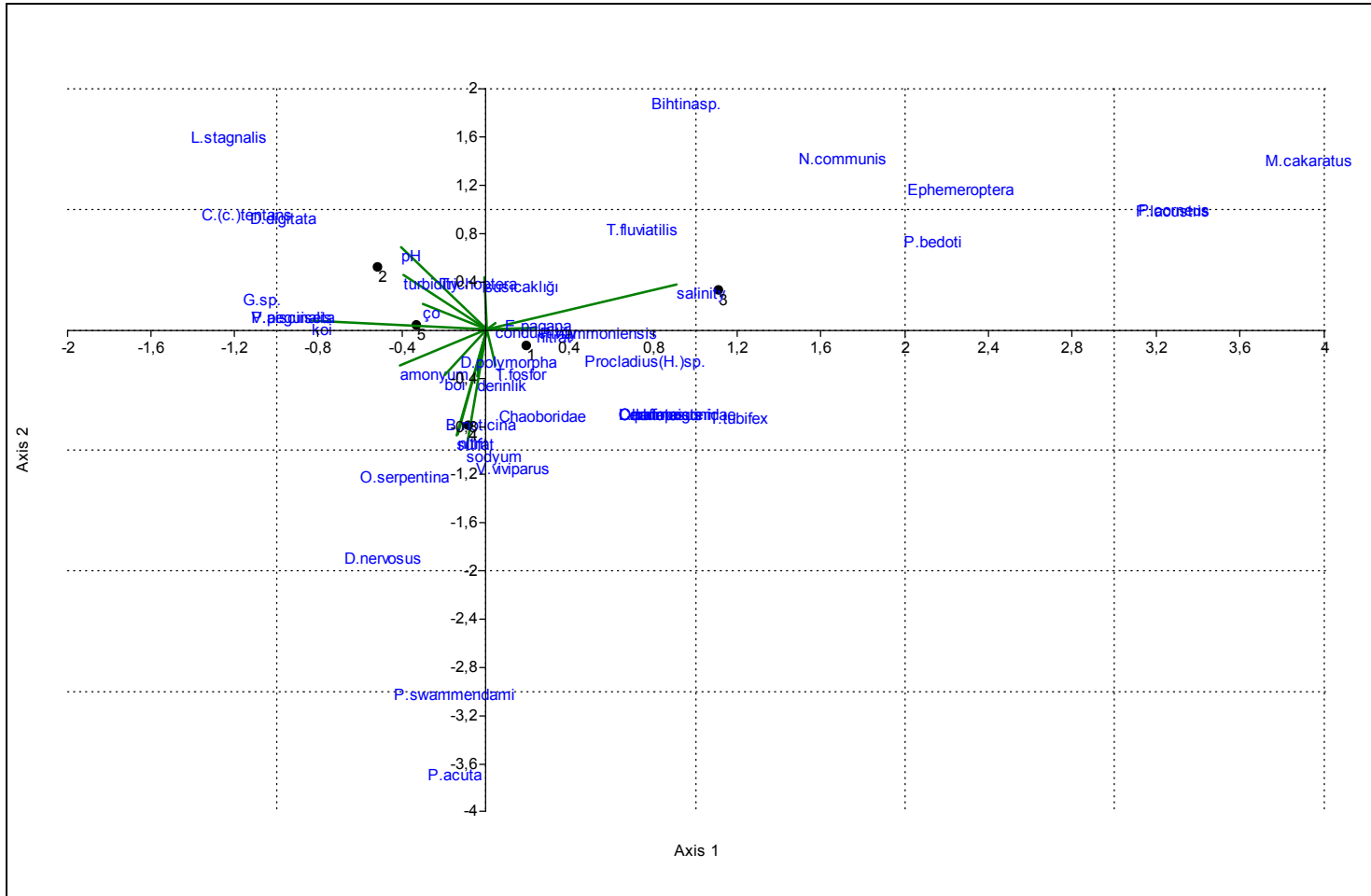
Tablo 2b: İstasyonlarda tespit edilen türler ve dağılımlarına göre Taxa sayısı, Ortalama birey sayısı, Dominansi, Shannon İndex, Simpson index, Evenness, Menhinick index, Margalef index, Fisher alpha index, Berger-Parker index ve Equitability sonuçları.

		İstasyonlar				
		1	2	3	4	5
Taxon sayısı		19	17	17	13	15
Ortalama Birey sayısı		376	542	360	456	457
Dominansi (D)		0,1427	0,2159	0,1588	0,2412	0,2204
Shannon İndex (S')		2,213	1,895	2,173	1,776	1,9
Simpson index(1-D)		0,8573	0,7841	0,8412	0,7588	0,7796
Evenness e (H/S)		0,4814	0,3915	0,5168	0,4543	0,4458
Menhinick index		0,9799	0,7302	0,896	0,6088	0,7017
Margalef index		3,036	2,542	2,718	1,96	2,286
Equitability (J)		0,7517	0,669	0,767	0,6924	0,7017
Fisher alpha		4,222	3,335	3,707	2,493	2,976
Berger-Parker index		0,2314	0,3708	0,2722	0,3706	0,3982

Tablo 2b'de de görüldüğü gibi en yüksek taksonomik çeşitlilik gösteren istasyonlar büyükten küçüğe doğru sırayla; 1>2=3>5>4 şeklinde sıralanabilir. Ortalama birey sayısı bakımından ise, en yüksek birey sayısı 542 bireyle 2. istasyonda, daha sonra 456 bireyle 4. istasyongelmektedir. Shannon çeşitlilik indeksi bakımından ise istasyonlar büyükten küçüğe doğru 1>3>2>5>4 şeklindedir. İstasyonlardaki Evenness değerleri de Shannon çeşitlilik indeksi değerlerini desteklemektedir.

Büyük Akgöl'de tespit edilen taksonların dağılımı üzerine çevresel değişkenlerin etkisi de CANOCA ile analiz edilmiş, elde edilen bulgular Şekil 5'de verilmiştir. Buna göre; CANOCA analizi taksonların Büyük Akgöl'deki dağılışalarını etkileyen çevresel faktörleri 4 grup altında toplamıştır. Bu grupların açılımı;

- I. grup için çevresel parametreler; çözünmüş oksijen, pH, bulanıklılık, sıcaklık ve kimyasal oksijen isteğidir. Bu grupta yer alan türlerin (Gastropoda'dan *Valvata piscinalis*, *Gryallus sp.*, *Lymnea stagnalis*; Oligochaeta'dan *Dero digitata*;; Chironomidae'den ise *Chironomus (Camp.) tentans*) yayılış ve abundansları ile çözünmüş oksijen, pH, bulanıklılık, sıcaklık ve kimyasal oksijen arasında,
- II. Grup için çevresel parametreler; biyolojik oksijen ihtiyacı, amonyum azotu, derinlik, nitrit azotu, sülfat ve kısmen sodyumdur. Bu grupta yer alan türlerin (Bivalvia'dan *Dressenia polymorpha*; Gastropoda'dan *Borysthenia naticina*, *Viviparus viviparus*, *Physa acuta*; Oligochaeta'dan *Ophidonais serpentina*; Chironomidae'den *Dicrotendipes nervosus* ve *Parachironomus swammendami*) yayılış ve abundansları ile biyolojik oksijen ihtiyacı, amonyum azotu, derinlik, nitrit azotu, sülfat konsantrasyonları arasında,
- III. grup için çevresel parametreler; iletkenlik nitrat azotu ve tuzluluk'dur. Bu grupta yer alan türlerin (Gastropoda'dan *Bihtina sp.*, *Theodoxus fluviatilis*; Oligochaeta'dan *Potamothrix hammoniensis*, *P. bedoti*; Chironomidae'den *Einfeldia pagana*) yayılış ve abundansları ile iletkenlik nitrat azotu ve tuzluluk arasında,
- IV. grup için çevresel parametre; toplam fosfor'dur. Bu grupta yer alan türlerin (Chironomidaden *Procladius (Holotanypus) sp.*; Oligochaeta'dan *Tubifex tubifex*) yayılış ve abundansları ile toplam fosfor arasında bir ikişki tespit edilmiştir.



Şekil 5: Büyük Akgöl'de tespit edilen türlerin dağılışı ve abundanslarına etki eden parametreler arasındaki ilişkisel CANOCA grafiği.

4.2. Su Parametreleri, Biyotik ve Abiyotik Öğelerde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Bulguları

4.2.1. Su ve Sedimentte Yapılan Analizler

Daha önce de belirtildiği gibi her istasyondan taksonomik incelemeler için göl sedimentinden örnek alımı esnasında aynı zamanda göl suyu bazı limnolojik parametrelerinin ölçümleri için de (Fiziksel ve inorganik kimyasal parametrelerden derinlik, substrat yapısı, vejetasyon, hava sıcaklığı, su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, bulanıklılık, toplam fosfor, iletkenlik, tuzluluk ve sodyum; Organik parametrelerden biyolojik oksijen ihtiyacı; Kimyasal Oksijen ihtiyacı; inorganik parametrelerden Al, Fe, B, Zn, Cu, Mn, Ni, Cr, Pb, Cd, Ca, K, Mg, Na, P, S, Si, Ag, Hg, Se) su örnekleri alınarak analizleri yapılmış ve sonuçları Tablo 3,4 ve 5’de verilmiştir. Büyük Akgöl’de 5 istayondan alınan su örneklerinde yapılan analizler sonucunda yıllık ortalama değerlerine göre; 1.istasyon Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri bakımından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde yer alan (Kıta İçi Su Kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre III. Kalite, Organik Su Kalite Parametreleri bakımından I.kalite su sınıfına; 2. istasyon Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri bakımından II. Kalite, Organik Su Kalite Parametreleri Bkm I.kalite; 3. istasyon Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri bakımından III. Kalite, Organik Su Kalite Parametreleri bakımından I.kalite;4. istasyon Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri bakımından II. Kalite, Organik Su Kalite Parametreleri bakımından II.kalite; 5. istasyon Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri bakımından III. Kalite, Organik Su Kalite Parametreleri bakımından I.kalite su sınıfına girdiği tespit edilmiştir (Tablo 3a-e).

Tablo 3: Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait Fiziksel-inorganik kimyasal ve Organik Su Kalite Parametre değerleri.

Tablo 3 a-Yaz örneklemeine ait bulgular.

Parametreler	1.istasyon (41°02 20 98' K) (30°33 46 38' D)	2.istasyon (41°02 49 69' K) (30°33 58 78' D)	3.istasyon (41°03' 07 14' K) (30°34' 18 94' D)	4.istasyon (41°02' 44 07' K) (30°33' 27 79' D)	5.istasyon (41°02' 08 46'K) (30°33' 28 42'D)
Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri					
Derinlik (metre)	3	2	3	3	4
Su sıcaklığı (°C)	25,8	24,8	24,6	21	26
pH	8,7	8,7	8,8	8,8	8,9
ÇO (mg O ₂ /L)	6,89	7,1	7,1	7,3	5,37
Turbidity Ntu	8	7	7	6	7
Toplam fosfor mg/L	0,52	0,32	0,34	0,42	0,52
Coductivity S/m	48,4	33	29,5	28,6	26,5
Salinity (NaCl) %	0,025	0,016	0,085	0,014	0,014
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	14,60	15,85	15,25	14,85	14,75
Sülfat (SO ₄ ⁼) mg/L	63,36	61,83	62,03	62,16	64,16
Nitrit (NO ₂ ⁻ -N) mg/L	0,0226	0,0176	0,0186	0,0183	0,0223
Nitrat (NO ₃ ⁻ -N) mg/L	0,8753	0,8623	1,0266	0,9103	1,21
Amonyum(NH ₄ ⁺ -N) mg/L	0	0	0	0	0
Organik Su Kalite Parametreleri					
BOI mg/L	10	6	7	8	11
KOI mg/L	32,7	42,63	33,83	38,13	31,7

Tablo 3 b-Sonbahar örneklemeine ait bulgular

Parametreler	1.istasyon (41°02 20 98' K) (30°33 46 38' D)	2.istasyon (41°02 49 69' K) (30°33 58 78' D)	3.istasyon (41°03' 07 14' K) (30°34' 18 94' D)	4.istasyon (41°02' 44 07' K) (30°33' 27 79' D)	5.istasyon (41°02' 08 46'K) (30°33' 28 42'D)
Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri					
Derinlik (metre)	3	2	2	3	4
Su sıcaklığı (°C)	12,3	12,5	12,6	12,4	12,4
pH	7,6	7,8	7,6	7,5	7,5
ÇO (mg O ₂ /L)	9,8	10,1	10,3	9,2	8,9
Turbidity Ntu	7	7	4	2	4
Toplam fosfor mg/L	0,48	0,50	0,52	0,48	0,52
Coductivity S/m	37	35,2	34,7	30,2	36
Salinity (NaCl) %	0,019	0,018	0,017	0,018	0,018
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	10,70	10,27	10,63	10,38	10,52
Sülfat (SO ₄ ⁻) mg/L	62,1	61,65	61,35	181,5	62,55
Nitrit (NO ₂ ⁻ -N) mg/L	0,06	0,09	0,07	0,59	0,06
Nitrat (NO ₃ ⁻ -N) mg/L	1,66	1,40	1,98	0,05	0,14
Amonyum(NH ₄ ⁺ -N) mg/L	0,18	0,16	0,13	0	0,07
Organik Su Kalite Parametreleri					
BOİ mg/L	1	2	2	7	1
KOİ mg/L	27,80	24,30	23,55	24,40	27,60

Tablo 3 c-Kış örneklemeine ait bulgular

	1.istasyon (41°02' 20 98' K) (30°33' 46 38' D)	2.istasyon (41°02' 49 69' K) (30°33' 58 78' D)	3.istasyon (41°03' 07 14' K) (30°34' 18 94' D)	4.istasyon (41°02' 44 07' K) (30°33' 27 79' D)	5.istasyon (41°02' 08 46' K) (30°33' 28 42' D)
Parametreler					
Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri					
Derinlik (metre)	3	2	3	3	4
Su sıcaklığı (°C)	8,3	7,7	8,2	7,9	7,4
pH	8	8,2	8	8	7,9
DO (mg O ₂ /L)	4,7	6,5	4,6	8,3	6,7
Turbidity Ntu	6	7	6	6	7
Toplam fosfor mg/L	0,52	0,52	0,52	0,52	0,54
Coductivity S/m	40,8	37,2	36,6	38	39,6
Salinity (NaCl) %	0,020	0,019	0,018	0,019	0,020
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	0,82	0,03	0,31	2,66	1,17
Sülfat (SO ₄ ⁻) mg/L	4,22	2,16	0,849	5,25	2,91
Nitrit (NO ₂ ⁻ -N) mg/L	0,019	0,02	0,018	0,02	0,021
Nitrat (NO ₃ ⁻ -N) mg/L	5,46	1,17	0,941	1,22	1,13
Amonyum(NH ₄ ⁺ -N) mg/L	0,138	0,032	0,075	0,085	0,071
Organik Su Kalite Parametreleri					
BOI mg/L	1	2	5	1	1
KOI mg/L	12,6	15,4	12,7	15,6	12,7

Tablo 3 d-İlkbahar örnekleme ait bulgular

	1.istasyon (41°02' 20 98' K) (30°33' 46 38' D)	2.istasyon (41°02' 49 69' K) (30°33' 58 78' D)	3.istasyon (41°03' 07 14' K) (30°34' 18 94' D)	4.istasyon (41°02' 44 07' K) (30°33' 27 79' D)	5.istasyon (41°02' 08 46'K) (30°33' 28 42'D)
Fiziksel ve inorganik kimyasal Su Kalite Parametreleri					
Derinlik (metre)	3	2	3	3	4
Su sıcaklığı (°C)	16,2	14,3	13,8	14,7	15,7
pH	8,5	8,3	8,3	8,3	8,4
ÇO (mg O ₂ /L)	7,2	7,1	6,8	4,7	6,8
Turbidity Ntu	6	6	1	3	2
Toplam fosfor mg/L	0,33	0,34	0,42	0,37	0,36
Coductivity S/m	45,3	42,1	43,1	43,2	42,8
Salinity (NaCl) %	0,022	0,021	0,022	0,022	0,021
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	9,49	8,95	9,08	8,89	9,06
Sülfat (SO ₄ ⁼) mg/L	0,273	0,778	2,65	0,504	0,58
Nitrit (NO ₂ -N) mg/L	0,017	0,012	0,015	0,018	0,02
Nitrat (NO ₃ -N) mg/L	1,22	0,615	0,809	1,27	1,67
Amonyum(NH ₄ -N) mg/L	0,166	0,124	0,015	0,24	0,183
Organik Su Kalite Parametreleri					
BOİ mg/L	3	2	2	4	2
KOİ mg/L	14,3	14,9	15	14,1	17,9

Tablo 3e- Büyük Akgöl’de 5 istasyona ait Fiziksel-inorganik kimyasal ve Organik Su Kalite Parametre değerlerinin minimum-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve limit değerleri.

Parametreler	İSTASYON (Min-mak) Ort±sd					Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Kıta İçi Su Kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri)			
	1.İST	2.İST	3.İST	4.İST	5.İST	I	II	III	IV
Derinlik	(3-3) 3±0	(2-2) 2±0	(2-3) 2,75±0,5	(3-3) 3±0	(4-4) 4±0	-	-	-	-
Su sıcaklığı (°C)	(25,8-12,3) 8,3±6,2	(7,7-24,8) 14,82±7,21	(8,2-24,6) 14,8±6,96	(7,9-21) 14±5,45	(7,4-26) 15,37±7,86	25	25	30	> 30
pH	(8,7-7,6) 8±8,5	(7,8-8,7) 8,25±0,37	(7,6-8,8) 8,17±0,5	(7,5-8,8) 8,15±0,54	(7,5-8,9) 8,17±0,61	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
ÇO (mg O ₂ /L)	(6,89-9,8) 4,7±7,2	(6,5-10,1) 7,7±1,62	(4,6-10,3) 7,2±2,35	(4,7-9,2) 7,37±1,95	(5,37-8,9) 6,94±1,46	8	6	3	< 3
Turbidity Ntu	(8-7) 6±6	(6-7) 6,75±0,5	(1-7) 4,5±2,64	(2-6) 4,25±2,06	(2-7) 5±2,45	-	-	-	-
Toplam fosfor mg/L	(0,33-0,52) 0,46±0,09	(0,32-0,52) 0,42±0,10	(0,34-0,52) 0,45±0,08	(0,37-0,52) 0,45±0,07	(0,36-0,54) 0,49±0,08	0.02	0.16	0.65	> 0.65
Coductivity S/m	(48,4-37) 40,8±45,3	(33-42,1) 36,87±3,88	(29,5-43,1) 35,97±5,62	(28,6-43,2) 35±6,84	(26,5-42,8) 36,22±7,05	-	-	-	-
Salinity (NaCl) %	(0,02-0,02) 0,02±0,02	(0,02-0,02) 0,02±0,01	(0,02-0,08) 0,04±0,03	(0,01-0,02) 0,02±0,01	(0,01-0,02) 0,02±0,01	-	-	-	-
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	(14,6-10,7) 0,82±9,49	(0,03-15,85) 8,77±6,55	(0,31-15,25) 8,81±6,24	(2,66-14,85) 9,19±5,03	(1,17-14,75) 8,87±5,67	125	125	250	> 250
Sülfat (SO ₄ ⁼) mg/L	(63,36-62,1) 4,22±0,28	(0,77-61,83) 31,60±34,8	(0,84-62,03) 31,71±34,6	(0,50-181,5) 62,35±84,2	(0,58-64,16) 32,55±35,5	200	200	400	> 400
Nitrit (NO ₂ -N) mg/L	(0,02-0,06) 0,02±0,02	(0,01-0,09) 0,03±0,03	(0,01-0,07) 0,03±0,02	(0,01-0,59) 0,16±0,28	(0,02-0,06) 0,03±0,01	0.002	0.01	0.05	> 0.05
Nitrat (NO ₃ -N) mg/L	(0,87-1,66) 5,46±1,22	(0,61-1,4) 1,01±0,34	(0,80-1,98) 1,18±0,53	(0,05-1,27) 0,86±0,56	(0,14-1,67) 1,03±0,64	5	10	20	> 20
Amonyum(NH ₄ ⁻ -N) mg/L	(0-0,18) 0,14±0,17	(0-0,16) 0,07±0,07	(0-0,13) 0,05±0,05	(0-0,24) 0,08±0,11	(0-0,18) 0,08±0,07	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
Su Kalite Sınıfı	III	II	III	II	III				
BOİ mg/L	(10-1) 1±3	(2-6) 3±2	(2-7) 4±2,44	(1-8) 5±3,16	(1-11) 3,75±4,85	4	8	20	> 20
KOİ mg/L	(32,7-27,8) 12,6±14,3	(14,9-42,63) 24,30±12,9	(12,7-33,83) 21,27±9,58	(14,1-38,13) 23,05±11,0	(12,7-31,7) 22,47±8,71	25	50	70	> 70
Su Kalite Sınıfı	I	I	I	II	I				

Tablo 3f- Büyük Akgöl’de Fiziksel-inorganik kimyasal ve Organik Su Kalite Parametre değerlerinin mevsimsel olarak minimum-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve limit değerleri.

Parametreler	MEVSİMSSEL (Min-mak) Ort±sd				YILLIK (Min-mak) Ort±sd	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Kıta İçi Su Kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri)			
	YAZ	SONBAHAR	KIŞ	İLKBAHAR		I	II	III	IV
	Derinlik	(2-4)	(2-4)	(0,84-4)		(0,84-4)	(2-4)		
Su sıcaklığı (°C)	3±0,71 (21-26)	2,80±0,84 (12,3-12,6)	2,41±1,33 (0,11-12,6)	2,14±1,40 (0,11-12,6)	2,95±0,68 (7,4-26)				
pH	24,44±2,02 (8,7-8,9)	12,44±0,11 (7,5-7,8)	9,36±6,17 (0,12-7,8)	7,06±5,32 (0,12-7,8)	14,93±6,28 (7,5-8,9)	25	25	30	> 30
ÇO (mg O ₂ /L)	8,78±0,08 (5,37-7,3)	7,6±0,12 (8,9-10,3)	5,76±3,76 (0,59-10,3)	4,36±3,27 (0,59-10,3)	8,19±0,45 (4,6-10,3)	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	dışında
Turbidity Ntu	6,75±0,79 (6-8)	9,66±0,59 (2-7)	7,36±4,55 (2-7)	5,74±14 (2-7)	7,27±1,72 (1-8)	8	6	3	< 3
Toplam fosfor mg/L	7±0,71 (0,32-0,52)	4,8±2,17 (0,48-0,52)	3,99±2,38 (0,02-0,52)	3,84±2,27 (0,02-0,52)	5,45±2,04 (0,32-0,54)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
Coductivity S/m	0,42±0,10 (26,5-48,4)	0,5±0,02 (30,2-37)	0,38±0,24 (2,62-37)	0,29±0,21 (2,62-37)	0,45±0,08 (26,5-48,4)				
Salinity (NaCl) %	33,2±8,82 (0,01-0,08)	34,62±2,62 (0,02-0,02)	26,11±15,91 (0-0,02)	20,41±14,66 (0-0,02)	37,39±5,90 (0,01-0,08)				
Sodyum (mg Na ⁺ /L)	0,30±0,03 (14,6-15,85)	0,02±0 (10,27-10,7)	0,01±0,01 (0,18-10,7)	0,01±0,01 (0,18-10,7)	0,02±0,01 (0,03-15,85)	125	125	250	> 250
Sülfat (SO ₄ ⁼) mg/L	15,06±0,50 (61,83-64,16)	10,50±0,18 (61,35-181,5)	7,91±5,16 (53,48-181,5)	5,99±4,49 (53,48-181,5)	8,91±5,23 (0,27-181,5)	200	200	400	> 400
Nitrit (NO ₂ -N) mg/L	62,70±1,01 (0,017-0,022)	85,83±53,48 (0,06-0,59)	95,54±58,94 (0,06-0,59)	97,37±59,12 (0,06-0,59)	38,14±45,25 (0,01-0,59)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
Nitrat (NO ₃ -N) mg/L	0,02±0,00 (0,86-1,21)	0,17±0,23 (0,05-1,98)	0,26±0,23 (0,05-1,98)	0,29±0,22 (0,05-1,98)	0,06±0,13 (0,05-5,46)	5	10	20	> 20
Amonyum(NH ₄ -N) mg/L	0,97±0,15 (0-0)	1,05±0,89 (0-0,18)	0,99±0,79 (0-0,18)	0,95±0,8 (0-0,18)	1,28±1,08 (0-0,24)	0.2 ^c	1 ^c	2 ^c	> 2
BOI mg/L	0±0 (6-11)	0,11±0,07 (1-7)	0,09±0,07 (1-7)	0,09±0,07 (1-7)	0,08±0,07 (1-11)	4	8	20	> 20
KOI mg/L	8,4±2,07 (31,7-42,63)	2,60±2,51 (23,55-27,8)	3,28±2,59 (2,01-27,8)	3,47±2,54 (2,01-27,8)	3,9±3,19 (12,6-42,63)	25	50	70	> 70
	35,78±4,54	25,53±2,01	19,72±11,94	15,37±11,1	22,59±9,43				

Tablo 4- Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri**Tablo 4 a-** Yaz örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri

Metaller (mg L ⁻¹)	İstasyonlar				
	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd DLA	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd DLA	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd DLA	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd DLA	3. İstasyon (Min-mak) Ort±sd DLA
Al	(0,066 – 0,076)	(0,057 - 0,058)	(0,055 – 0,056)	(0,056 – 0,056)	(0,094 – 0,10)
Fe	0,071 ± 0,007	0,0575 ± 0,0007	0,0555 ± 0,0007	0,056 ± 0,00	0,097 ± 0,004
B	(0,092 – 0,098)	(0,091 – 0,093)	0,0389 – 0,0498	(0,091 – 0,094)	0,108 - 0,112
Zn	0,095 ± 0,004	0,092 ± 0,001	0,0408 ± 0,0027	0,092 ± 0,002	0,11 ± 0,002
Cu	(0,037 – 0,037)	(0,083 – 0,084)	(0,041 – 0,041)	(0,078 - 0,079)	(0,069 – 0,070)
Mn	0,037 ± 0,00	0,0835 ± 0,0007	0,041 ± 0,00	0,0785 ± 0,0007	0,0695 ± 0,0007
Ni	(0,021 – 0,023)	(0,021 – 0,021)	(0,021- 0,022)	(0,021 – 0,021)	(0,021 – 0,023)
Cr	0,022 ± 0,001	0,021 ± 0,00	0,0215 ± 0,0007	0,021 ± 0,00	0,022 ± 0,001
Pb	(0,134 - 0,135)	(0,146 – 0,146)	(0,148 – 0,151)	(0,142 - 0,145)	(0,126 – 0,126)
Cd	0,1345± 0,000	0,146 ± 0,00	0,150 ± 0,002	0,143 ± 0,002	0,126 ± 0,00
Ca	(0,006 – 0,006)	(0,005 – 0,006)	(0,004 – 0,005)	(0,004 – 0,005)	(0,004 – 0,004)
K	0,006 ± 0,000	0,0055 ± 0,001	0,0045 ± 0,0007	0,0045 ± 0,0007	0,004 ± 0,00
Mg	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Na	(0,017 – 0,019)	(0,015 – 0,020)	(0,015-0,016)	(0,017 – 0,019)	DLA
P	0,018 ± 0,00	0,018 ± 0,004	0,0155 ± 0,00	0,018 ± 0,001	DLA
S	(0,026 – 0,026)	(0,026 – 0,026)	(0,026 – 0,026)	(0,026 – 0,026)	(0,026 – 0,026)
Si	0,026 ± 0,00	0,026 ± 0,00	0,026 ± 0,00	0,026 ± 0,00	0,026 ± 0,00
Ag	(26,3-26,5)	(28,5-28,5)	28,9-29	28,6-28,7	27,1-27,1
Hg	26,4±0,41	28,5±0	28,95±0,07	28,65±0,07	27,1±0
Se	(2,34-2,34)	(2,83-2,87)	(2,45-2,48)	(2,08-2,11)	(2,19-2,21)
	2,34±0	2,85±0,028	2,46±0,021	2,09±0,021	2,2±0,014
	(9,46-9,54)	(9,4-9,41)	(9,34-9,39)	(9,47-9,52)	(9,56-9,57)
	9,5±0,056	9,40±0,007	9,36±0,035	9,49±0,035	9,56±0,007
	(14,6-14,6)	(15,8-15,9)	(15,2-15,3)	(14,8-14,9)	(14,7-14,8)
	14,6±0	15,85±0,07	15,25±0,07	14,85±0,07	14,75±0,07
	(0,254-0,274)	(0,153-0,159)	(0,166-0,168)	(0,202-0,214)	(0,258-0,269)
	0,264±0,0141	0,156±0,004	0,167±0,001	0,208±0,008	0,263±0,007
	(6,85-6,98)	(6,69-6,71)	(6,64-6,71)	(7,01-7,02)	(6,89-6,93)
	6,91±0,091	6,7±0,014	6,67±0,04	7,015±0,007	6,91±0,028
	(1,36-1,39)	(1,04-1,04)	(1,16-1,16)	(1,27-1,27)	(1,4-1,41)
	1,37±0,021	1,04±0	1,16±0	1,27±0	1,405±0,007
	(0,005-0,005)	(0,005-0,005)	(0,005-0,005)	(0,004-0,006)	(0,005-0,005)
	0,005±0,005	0,005±0,005	0,005±0,005	0,005±0,001	0,005±0,005
	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
	(0,015-0,016)	(0-0,014)	DLA	(0,008-0,008)	(0,006-0,015)
	0,0155±0,0007	0,007±0,0098	DLA	0,008±0	0,010±0,006

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 4 b-Sonbahar örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri

Metaller (mg L ⁻¹)	İstasyonlar				
	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5. İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Fe	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
B	(0,120 - 0,152) 0,138 ± 0,015	(0,109 - 0,119) 0,113 ± 0,005	(0,108- 0,198) 0,151 ± 0,04	(0,107 - 0,132) 0,119 ± 0,01	(0,108 - 0,136) 0,121 ± 0,01
Zn	(0,009 - 0,015) 0,011 ± 0,003	(DLA - 0,004) 0,002 ± 0,0016	(0,330-0,339) 0,334 ± 0,04	(0,063 - 0,066) 0,064 ± 0,0009	(0,20 - 0,21) 0,205 ± 0,03
Cu	(0,033 - 0,038) 0,011 ± 0,003	(0,032 - 0,037) 0,034 ± 0,002	(0,037 - 0,046) 0,041 ± 0,003	(0,030 - 0,035) 0,033 ± 0,001	(0,043 - 0,046) 0,044 ± 0,001
Mn	(0,046 - 0,054) 0,050 ± 0,004	(0,048 - 0,049) 0,0482 ± 0,0004	(0,042 - 0,043) 0,0425 ± 0,0005	(0,053 - 0,056) 0,054 ± 0,001	(0,051 - 0,051) 0,051 ± 0,00
Ni	(0,001 - 0,006) 0,004 ± 0,001	(0,001 - 0,006) 0,004 ± 0,001	(0,003 - 0,008) 0,006 ± 0,002	(DLA -0,006) 0,003 ± 0,002	(0,003 - 0,006) 0,005 ± 0,001
Cr	(0,052 - 0,058) 0,055 ± 0,002	(0,050 - 0,058) 0,054 ± 0,03	(0,054 - 0,058) 0,055 ± 0,002	(0,052 - 0,058) 0,055 ± 0,002	(0,060 -0,066) 0,064 ± 0,002
Pb	(0,033- 0,043) 0,037 ± 0,003	(0,030 - 0,040) 0,037 ± 0,004	(0,032 - 0,043) 0,036 ± 0,004	(0,033 -0,038) 0,035 ± 0,001	(0,031 - 0,040) 0,035 ± 0,003
Cd	DLA	(0,007 - 0,008) 0,007 ± 0,00	(0,007 - 0,008) 0,0072 ± 0,0004	(0,007 - 0,007) 0,007 ± 0,00	(0,007 - 0,007) 0,007 ± 0,00
Ca	(30,4-30,8) 30,6±0,282	(28,4-28,6) 28,5±0,07	(47,1-47,6) 47,4±0,07	(29,3-29,7) 29,5±0	(30,2-30,4) 30,3±0
K	(12,9-13,2) 13,8±0,07	(4,49-4,54) 4,5±0,014	(4,27-4,45) 4,34±0,07	(4,23-4,39) 4,32±0,014	(9,19-9,47) 9,31±0
Mg	(6,93-7,11) 7,04±0,12	(7,08-7,23) 7,13±0,02	(7,41-7,57) 7,49±0,09	(7,02-7,27) 7,16±0	(7,2-7,38) 7,31±0
Na	(10,4-10,9) 10,7±0,35	(10,2-10,4) 10,27±0,07	(10,4-10,9) 10,6±0,07	(10,2-10,6) 10,3±0,07	(10,3-10,7) 10,52±0,07
P	(0,197-0,275) 0,24±0,03	(0,216-0,277) 0,25±0,007	(0,215-0,299) 0,26±0,007	(0,221-0,278) 0,24±0,007	(0,225-0,289) 0,26±0,016
S	(7,08-7,43) 7,29±0,176	(6,68-6,94) 6,84±0,06	(6,79-6,95) 6,87±0,07	(7,14-7,31) 7,27±0,02	(7,14-7,32) 7,21±0,035
Si	(1,58-1,61) 1,6±0,007	(1,23-1,26) 1,25±0,014	(1,45-1,49) 1,47±0,02	(1,42-1,48) 1,46±0,035	(1,6-1,64) 1,62±0,02
Ag	(0,001-0,004) DLA±0	(0,001-0,002) DLA ±0	(0,001-0,003) DLA ±0	(0,001-0,004) DLA ±0	(0,001-0,002) DLA ±0
Hg	(0,021-0,044) 0,07±0,016	(0,025-0,08) 0,05±0,0007	(0,018-0,028) 0,05±0,0028	(0,021-0,034) 0,05±0,006	(0,019-0,027) 0,05±0,002
Se	(0,024-0,044) 0,03±0,006	(0,031-0,05) 0,04±0,009	(0,024-0,059) 0,03±0,002	(0,027-0,049) 0,04±0,008	(0,024-0,058) 0,04±0,017

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 4 c-Kış örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri

Metaller (mg L ⁻¹)	İstasyonlar				
	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5. İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	(0,127 - 0,14) 0,13 ± 0,004	(0,33 - 0,35) 0,34 ± 0,009	(0,35 - 0,39) 0,37 ± 0,013	(0,31 - 0,38) 0,34 ± 0,03	(0,26 - 0,30) 0,28 ± 0,01
Fe	DLA (0,054 - 0,063)	DLA (0,052 - 0,061)	DLA (0,057 - 0,079)	DLA (0,055 - 0,057)	DLA (0,054 - 0,057)
B	0,059 ± 0,004	0,056 ± 0,004	0,068 ± 0,011	0,056 ± 0,0006	0,059 ± 0,006
Zn	(0,036 - 0,040) 0,03 ± 0,01	DLA	DLA	DLA	(0,001 - 0,002) 0,0016 ± 0,0005
Cu	(0,075 - 0,083) 0,078 ± 0,003	(0,075 - 0,080) 0,077 ± 0,001	(0,069 - 0,083) 0,076 ± 0,007	(0,075 - 0,080) 0,077 ± 0,002	(0,072 - 0,075) 0,073 ± 0,001
Mn	(0,051 - 0,051) 0,051 ± 0,00	(0,051 - 0,051) 0,051 ± 0,00	(0,050 - 0,053) 0,052 ± 0,00	(0,053 - 0,054) 0,0535 ± 0,0005	(0,074 - 0,077) 0,075 ± 0,001
Ni	(0,050 - 0,053) 0,051 ± 0,001	(0,050 - 0,053) 0,051 ± 0,001	(0,051 - 0,054) 0,052 ± 0,001	(0,051 - 0,052) 0,0518 ± 0,0004	(0,056 - 0,059) 0,058 ± 0,001
Cr	(0,144 - 0,144) 0,144 ± 0,00	(0,145 - 0,145) 0,145 ± 0,00	(0,146 - 0,140) 0,148 ± 0,002	(0,144 - 0,146) 0,145 ± 0,001	(0,142 - 0,146) 0,144 ± 0,001
Pb	(0,047 - 0,056) 0,050 ± 0,003	(0,046 - 0,052) 0,048 ± 0,002	(0,050 - 0,053) 0,051 ± 0,002	(0,045 - 0,053) 0,049 ± 0,002	(0,046 - 0,058) 0,051 ± 0,004
Cd	(0,045 - 0,046) 0,0453 ± 0,0005	(0,045 - 0,046) 0,0453 ± 0,0005	(0,045 - 0,046) 0,0453 ± 0,0005	(0,045 - 0,046) 0,0453 ± 0,0005	(0,045 - 0,0465) 0,045 ± 0,00
Ca	(0,9-1,31) 1,1±0,26	(0,56-0,62) 0,6±0,02	(0,57-0,90) 0,74±0,22	(0,64-1,48) 1,07±0,58	(0,74-1,15) 0,95±0,27
K	(10,6-10,8) 10,68±0,07	(10,4-10,7) 10,5±0,14	(10,2-10,69) 10,4±0,28	(9,8-10,3) 10,1±0,14	(10,5-10,9) 10,7±0,14
Mg	(17-17,5) 17,27±0,14	(15,2-15,6) 15,3±0,14	(14,6-14,9) 14,8±0,21	(14,3-14,4) 14,3±0	(16,4-16,8) 16,5±0,07
Na	(0,711-0,931) 0,82±0,14	(0,001-0,064) 0,03±0,019	(0,012-0,616) 0,31±0,42	(0,05-5,3) 2,6±3,60	(0,6-1,7) 1,1±0,77
P	(0,208-0,327) 0,26±0,04	(0,21-0,316) 0,26±0,019	(0,165-0,348) 0,26±0,05	(0,17-0,3) 0,26±0,08	(0,26-0,32) 0,27±0,008
S	(7,45-7,79) 7,62±0,06	(6,95-7,15) 7,06±0	(6,68-7,01) 6,91±0,21	(6,8-7,01) 6,94±0,03	(7,39-7,62) 7,49±0,11
Si	(3,57-3,75) 3,67±0,11	(3,38-4,76) 4,07±0,91	(3,32-4,37) 3,84±0,74	(3,6-3,7) 3,6±0,05	(3,67-3,86) 3,76±0,09
Ag	(0,002-0,004) 0,003±0	(0,002-0,003) 0,003±0	(0,002-0,004) 0,002±0	(0,002-0,003) 0,002±0	(0,002-0,004) 0,003±0
Hg	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Se	(0,041-0,068) 0,053±0,01	(0,035-0,075) 0,04±0,024	(0,04-0,07) 0,05±0,0007	(0,03-0,06) 0,05±0,01	(0,04-0,06) 0,05±0,008

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 4 d-İlkbahar örnekleminde suda ölçülen metal konsantrasyon değerleri

Metal (mg L ⁻¹)	İstasyonlar				
	1.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5.İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Fe	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
B	(0,08 – 0,09) 0,092 ± 0,006	(0,074 – 0,079) 0,076 ± 0,03	0,068 – 0,072 (0,070 ± 0,002)	(0,062 - 0,065) 0,063 ± 0,001	(0,063 – 0,064) 0,00633 ± 0,0005
Zn	(0,00 – 0,004) 0,002 ± 0,0021	(0,0 – 0,005) 0,002 ± 0,003	(0,0 – 0,01) 0,062 ± 0,060	DLA	(0,002 - 0,028) 0,014 ± 0,013
Cu	(0,014 – 0,03) 0,022 ± 0,002	0,013 - 0,015 0,014 ± 0,001	(0,014 – 0,019) 0,017 ± 0,002	(0,014 – 0,015) 0,0145 ± 0,0005	(0,012 – 0,016) 0,014 ± 0,001
Mn	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Ni	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Cr	(0,052-0,056) 0,054 ± 0,001	(0,052-0,058) 0,054 ± 0,002	(0,054-0,054) 0,054 ± 0,00	(0,054 – 0,058) 0,055 ± 0,001	(0,052 -0,056) 0,053 ± 0,001
Pb	(0,001 – 0,009) 0,004 ± 0,003	(DLA – 0,024) 0,012 ± 0,013	0,002 - 0,009 0,005 ± 0,002	DLA	(0,00 ± 0,008) 0,001 ± 0,003
Cd	(0,00 - 0,023) 0,023 ± 0,00	(0,00 - 0,023) 0,023 ± 0,00	(0,00 - 0,023) 0,023 ± 0,00	(0,00 - 0,023) 0,023 ± 0,00	(0,00 - 0,023) 0,023 ± 0,00
Ca	(48,9-49,7) 49,3±0,14	(45,3-45,6) 45,58±0,14	(47-47,5) 47,3±0,21	(46,9-47,8) 47,3±0,28	(46,7-47,3) 46,9±0,28
K	(3,46-3,54) 3,51±0,02	(5,12-5,41) 5,28±0,20	(3,47-3,63) 3,53±0,04	(3,31-3,44) 3,36±0,05	(3,48-3,6) 3,5±0,08
Mg	(8,94-9,02) 8,98±0,03	(8,49-8,75) 8,61±0,18	(8,54-8,69) 8,64±0,09	(8,38-8,6) 8,47±0	(8,53-8,75) 8,64±0,04
Na	(9,35-9,58) 9,49±0,03	(8,8-9,12) 8,95±0,22	(8,98-9,15) 9,08±0,02	(8,73-8,99) 8,89±0,17	(8,82-9,22) 9,06±0,04
P	(0,138-0,193) 0,33±0,007	(0,13-0,20) 0,34±0,05	(0,181-0,267) 0,42±0,019	(0,132-0,224) 0,37±0,006	(0,174-0,215) 0,36±0,004
S	(5,44-5,58) 5,50±0,02	(5,1-5,26) 5,17±0,09	(5,28-5,44) 5,36±0,07	(5,34-5,47) 5,38±0,028	(5,24-5,45) 5,34±0,07
Si	(0,69-0,74) 0,72±0,01	(0,376-0,411) 0,40±0,024	(0,54-0,58) 0,57±0,03	(0,54-0,55) 0,055±0,003	(0,60-0,62) 0,62±0,016
Ag	(0,005-0,006) 0,005±0	(0,005-0,006) 0,005±0	(0,005-0,006) 0,005±0,0007	(0,005-0,006) 0,005±0	(0,005-0,006) 0,005±0
Hg	DLA	(0-0,027) 0,024±0,019	DLA	DLA	DLA
Se	DLA	DLA	DLA	DLA	(0-0,019) 0,005±0,002

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 4 e- Büyük Akgöl'de suda ölçülen metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ile standart limitleri değerleri.

META L (mg L ⁻¹)	MEVSİMSEL				YILLIK (Min-mak) Ort±sd	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (Kıta İçi Su Kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri)				EPA	TSE- 266	WHO	EC
	YAZ (Min-mak) Ort±sd	SONBAHAR (Min-mak) Ort±sd	KIŞ (Min-mak) Ort±sd	İLKBAHAR (Min-mak) Ort±sd		I	II	III	IV				
Al	DLA (0,055-0,10) 0,06 ± 0,01	DLA	(0,13 - 0,39) 0,030 ± 0,09	DLA	(DLA-0,39) 0,168025±0,11186	0,3	0,3	1	>1	-	-	-	-
Fe	(0,03 - 0,112) 0,086 ± 0,02	DLA	DLA	DLA	(DLA-0,10) 0,0674±0,017	0,3	1	5	>5	1	-	-	-
B	(0,03 - 0,08) 0,06 ± 0,02	(0,11-0,20) 0,13 ± 0,03	(0,05-0,08) 0,06 ± 0,01	(0,06 - 0,10) 0,07 ± 0,01	(0,03-0,20) 0,087±0,033	1	1	1	>1	0,75	-	-	-
Zn	(0,03 - 0,08) 0,06 ± 0,02	(0 -0,34) 0,12 ± 0,13	(DLA - 0,04) 0,03 ± 0,02	(0,00-0,03) 0,005 ± 0,008	(DLA-0,34) 0,070±0,05	0,2	0,5	2	>2	0,120	-	-	-
Cu	(0,021 - 0,023) 0,021 ± 0,00	(0,03-0,05) 0,04 ± 0,00	(0,07 - 0,08) 0,076 ± 0,004	(0,01 - 0,03) 0,02 ± 0,00	(0,01-0,08) 0,043±0,003	0,02	0,05	0,2	>0,2	0,013	-	-	-
Mn	(0,12 - 0,15) 0,13 ± 0,00	(0,04-0,06) 0,05 ± 0,00	(0,05 - 0,08) 0,06 ± 0,01	DLA	(DLA-0,15) 0,040±0,005	0,1	0,5	3	>3	0,15	-	-	-
Ni	(0,004 -0,006) 0,004 ± 0,00	(0,00-0,01) 0,004±0,00	(0,05 - 0,06) 0,053 ± 0,003	DLA	(DLA-0,06) 0,017±0,0009	0,02	0,05	0,2	>0,2	0,470	-	-	-
Cr	DLA (0,01 - 0,02) 0,016 ± 0,001	(0,05-0,06) 0,054 ± 0,005	(0,144-0,148) 0,145 ± 0,001	(0,053 - 0,055) 0,054 ± 0,001	(DLA-0,148) 0,075±0,002	0,02	0,05	0,2	>0,2	0,016	-	-	-
Pb	(0,01 - 0,02) 0,016 ± 0,001	(0,03- 0,04) 0,036 ± 0,003	(0,045 - 0,058) 0,050 ± 0,003	(DLA - 0,009) 0,002 ± 0,003	(DLA-0,058) 0,030±0,005	0,01	0,02	0,05	>0,05	0,065	-	-	-
Cd	(0,026 - 0,026) 0,026 ± 0,00	(0,007 - 0,008) 0,007 ± 0,000	(0,045 - 0,046) 0,045 ± 0,00	(0,023 - 0,023) 0,023 ± 0,00	(0,007-0,046) 0,024±0,002	0,003	0,005	0,01	>0,01	0,004	-	-	-
Ca	(26,3-29) 27,9±1,04	(28,4-47,6) 33,2±7,21	(0,568-1,48) 0,88±0,30	(45,3-49,7) 47,29±1,26	(0,568-49,7) 18,63±16,27	-	-	-	-	-	200	-	-
K	(2,08-2,87) 2,39±0,27	(4,23-13,2) 7,11±3,6	(9,84-10,9) 10,50±0,26	(3,31-5,41) 3,84±0,73	(2,08-13,2) 7,89±3,62	-	-	-	-	-	12	-	-
Mg	(9,34-9,57) 9,46±0,07	(6,93-7,57) 7,22±0,17	(14,3-17,5) 15,66±1,11	(8,38-9,02) 8,66±0,18	(6,93-17,5) 11,16±4,06	-	-	-	-	-	50	-	-
Na	(14,6-15,9) 15,06±0,47	(10,2-10,9) 10,5±0,21	(0-5,31) 0,99±1,53	(8,73-9,58) 9,39±0,23	(0-15,9) 7,07±5,6	-	-	-	-	-	175	200	200
P	(0,153-0,27) 0,42±0,048	(0,197-0,299) 0,50±0,02	(0,16-0,34) 0,52±0,04	(0,26-0,2679) 0,36±0,02	(0,15-0,34) 0,25±0,04	-	-	-	-	400-5000µg/l	-	-	-
S	(6,64-7,02) 6,84±0,14	(6,68-7,43) 7,09±0,21	(6,68-7,79) 7,20±0,31	(5,1-5,58) 5,34±0,12	(5,1-7,79) 7,10±0,27	-	-	-	-	-	-	-	-
Si	(1,04-1,14) 1,25±0,14	(1,23-1,64) 1,47±0,13	(3,32-4,76) 3,79±0,40	(0,376-0,374) 0,57±0,10	(0,376-4,76) 2,43±1,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	(0,004-0,006) 0,005±0,0004	(0,001-0,004) 0,001±0,0008	(0,002-0,004) 0,002±0,0006	(0,005-0,006) 0,005±0,0004	(0,001-0,006) 0,003±0,002	-	-	-	-	0,05mg/l	-	-	-
Hg	DLA (0-0,16) 0,008±0,006	(0,018-0,044) 0,026±0,005	DLA 0,006±0,004	(0-0,028) 0,011±0,0013	(DLA-0,044) (0-0,058) 0,038±0,01	0,1	0,5	2	>2	0,002mg/l	-	-	-
Se	(0-0,16) 0,008±0,006	(0,024-0,058) 0,03±0,01	(0,034-0,075) 0,05±0,01	(0-0,027) 0,0019±0,006	(0-0,058) 0,038±0,01	10	10	20	>20	0,01mg/l	-	-	-

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 5- Büyük Akgöl'de 5 istasyona ait sedimentte ölçülen metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.**Tablo 5a-**Yaz örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri.

Metal (mg kg ⁻¹)	İstasyonlar				
	1.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4.İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5.İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	(15187,76 – 17505,89) 16178,77 ± 1195,05	(12710,39 – 18078,29) 14798,30 ± 2875,65	(21625,25 – 22083,83) 21802,23 ± 246,54	(21671,65 – 24474,16) 23351,29 ± 1481,88	(16565,66 – 19897,19) 18897,29 ± 1719,34
Fe	(26209,02 – 29636) 27594,87 ± 1805,53	(22502,96 – 27463,42) 24969,49 ± 2480,34	(35710,58 – 36930,30) 36305,01 ± 610,44	(35290,25 – 40093,79) 38003,56 ± 2461,64	(26125,97 – 29638,20) 28341,43 ± 1927,94
B	(27,96 – 32,98) 30,20 ± 2,55	(28,45 – 41,32) 35,64 ± 6,56	(28,80 – 30,54) 29,70 ± 0,87	(26,16 – 33,73) 29,74 ± 3,80	(20,60 – 23,92) 22,29 ± 1,66
Zn	(66,09 – 72,47) 68,31 ± 3,60	(56,89 – 57,31) 57,11 ± 0,20	(78,29 – 83,04) 80,86 ± 2,39	(82,19 – 87,81) 85,07 ± 2,81	(65,16 – 78,69) 71,75 ± 6,79
Cu	(21,96 – 23,37) 22,79 ± 0,73	(16,21 – 17,57) (16,79 ± 0,70)	(23,77 – 25,84) 24,72 ± 1,04	(26,53 – 28,74) 27,47 ± 1,13	(20,80 – 22,34) 21,63 ± 0,78
Mn	(758,19 – 806,56) 789,61 ± 27,24	(1013,64 – 1099,64) 1047,31 ± 45,93	(1483,32 – 1589,61) 1533,61 ± 53,11	(1246,16 – 1307,37) 1273,38 ± 31,16	(502,48 – 523,33) 511,87 ± 10,58
Ni	(42,13 – 44,78) 43,80 ± 1,45	(27,46 – 29,55) 28,63 ± 1,06	(48,53 – 53,06) 50,56 ± 2,29	(53,66 – 57,87) 55,27 ± 2,27	(28,32 – 30,64) 29,55 ± 1,16
Cr	(42,53 – 44,70) 43,87 ± 1,17	(32,20 – 36,18) 33,98 ± 2,02	(51,13 – 55,82) 53,81 ± 2,41	(56,45 – 59,06) 57,33 ± 1,49	(33,47 – 37,17) 35,15 ± 1,87
Pb	(2,16 – 2,20) 2,18 ± 0,01	(1,19 – 2,20) 1,72 ± 0,50	(6,19 – 8,28) 7,02 ± 1,11	(5,78 – 7,73) 6,97 ± 1,03	(1,19 – 0,999) 1,12 ± 0,11
Cd	(3,73 – 3,79) 3,77 ± 0,03	(3,75 – 3,79) 3,77 ± 0,02	(3,99 – 4,14) 4,04 ± 0,08	(4,16 – 4,19) 4,18 ± 0,01	(3,56 – 3,76) 3,63 ± 0,11
Ca	(70641,76-79642,62) 74757,99±4549,3	(72607,66-83773,96) 81423,37±7906,95	(36990,14-39229,54) 38291,19±1162,92	(25870-28445,24) 26984,72±1322,11	(60713,01-75675,57) 66850,76±7834,84
K	(2775,68-2920,26) 2828,49±79,77	(2819,04-3295,76) 3014,70±249,57	(3449,17-3666,66) 3586,27±119,32	(3584,84-3719,77) 3636,84±72,61	(2628,24-3018,98) 2797,01±200,7
Mg	(5411,34-5734,48) 5563,08±162,46	(3634,92-3875,04) 3761,31±120,56	(6766,46-7041,42) 6872,78±147,69	(6862,15-7233,45) 7026,74±189,19	(3743,31-4132,06) 3891,20±210,39
Na	(50,46-55,51) 53,19±2,54	(99,96-136,41) 122,85±19,94	(114,24-132,13) 120,91±9,77	(65,00-80,22) 74,34±8,17	(53,47-87,83) 65,62±19,26
P	(667,73-690,10) 678,71±11,19	(844,99-955,77) 894,70±55,93	(671,85-689,42) 680,84±8,78	(619,43-632,97) 625,19±6,99	(469,63-497,03) 482,25±13,82
S	(2895,33-3142,18) 2999,33±127,91	(7809,41-8346,64) 8032,52±279,93	(2914,17-3096,64) 3002,20±91,40	(1176,94-1193,37) 1179,85±12,32	(2314,54-2352,70) 2328,18±21,28
Si	(43,53-72,52) 61,79±15,89	(64,40-77,67) 86,17±27,04	(63,51-94,01) 75,58±16,21	(47,64-85,61) 72,90±21,84	(43,17-73,54) 57,56±15,24
Ag	(1,37-1,59) 1,45±0,12	(1,58-1,59) 1,58±0,009	(1,39-1,77) 1,58±0,18	(1,39-1,59) 1,52±0,11	(1,38-1,58) 1,45±0,11
Hg	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Se	(3,59-4,37) 4,09±0,43	(3,75-5,19) 4,43±0,72	(3,79-5,78) 4,57±1,06	(2,99-3,99) 3,58±0,52	(2,57-4,54) 3,56±0,98

Tablo 5b-Sonbahar örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri.

Metal (mg kg ⁻¹)	İstasyonlar				
	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5. İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	(12692,08 – 13567,74) 12993,81 ± 335,51	(8404,02 – 10414,5) 9540,12 ± 823,80	(10558,88 – 11519,46) 11155,31 ± 411,50	(8210,73 – 13015,87) 10530,37 ± 1928,28	(9984,12 – 10660,6) 10327,48 ± 228,50
Fe	(10636,6 – 12240,87) 11382,85 ± 627,57	(5957,78 – 10459,22) 7831,61 ± 1960,47	(9980,04 – 10966,21) 10448,95 ± 358,01	(6341,94 – 9027,77) 7624,99 ± 1049,63	(5577,61 – 6493,50) 5995,44 ± 289,47
B	(13,82 – 15,36) 14,71 ± 0,64	(11,42 - 16,89) 14,17 ± 2,25	(11,57 – 14,8) 13,07 ± 1,28	(12,15 – 13,91) 13,23 ± 0,54	(10,23 – 13,64) 12,26 ± 1,45
Zn	(46,29 – 51,92) 48,56 ± 2,16	(27,38 – 43,60) 37,78 ± 7,70	(45,90 – 50,38) 47,85 ± 1,72	(44,84 – 46,67) 45,77 ± 0,66	(41,91 – 48,43) 44,28 ± 3,02
Cu	(26,02 – 28,62) 27,13 ± 0,91	(15,56 – 25,33) 21,37 ± 4,16	(24,75 – 26,87) 25,78 ± 0,71	(23,41 – 26,47) 25,39 ± 1,17	(21,55 – 28,18) 24,60 ± 2,55
Mn	(512,273 – 564,06) 534,73 ± 19,41	(448,58 – 702,61) 598,36 ± 112,90	(575,40 – 615,88) 589,43 ± 14,71	(429,96 – 440,75) 437,57 ± 3,88	(371, 24 - 434,10) 395,70 ± 25,92
Ni	(41,50 – 46,19) 43,73 ± 1,53	(823,44 – 43,40) 34,31 ± 8,57	(32,00 – 44,60) 40,03 ± 5,88	(32,20 – 33,92) 32,87 ± 0,50	(25,31 – 30,96) 27,43 ± 2,16
Cr	(37, 31 – 41,85) 39,68 ± 1,41	(17,92 – 35,74) 28,87 ± 8,21	(37,92 – 43,27) 40,29 ± 1,77	(27,63 – 33,73) 30,67 ± 1,94	(26,17 – 32,15) 28,23 ± 2,54
Pb	(0,39 – 3,35) 1,73 ± 1,10	(1,77 – 2,95) 2,36 ± 0,55	(0,19 – 4,14) 2,34 ± 1,09	(0,59 – 2,74) 1,85 ± 0,69	(0,39 – 2,18) 1,28 ± 0,73
Cd	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Ca	(37996,41-42132,28) 39583,04±1662,16	(43026-76684,34) 63800,5±15670,83	(30219,56-36435,49) 34089,51±2697,07	(62639,73-66944,44) 6425,54±1618,0	(36998,81-44549,39) 40088,34±3033,69
K	(3725,80-3905,40) 3814,91±53,78	(2417,25-4335,10) 3568,42±865,78	(3307,38-3827,30) 3591,89±199,46	(3493,04-4220,23) 3896,26±298,03	(3063,75-3666,13) 3326,85±251,03
Mg	(5288,36-5844,02) 5580,49±200,86	(3329,39-5126,69) 4436,37±819,33	(5449,10-5907,92) 5610,21±205,24	(4115,30-4404,76) 4276,13±107,97	(3461,23-3969,82) 3635,76±241,04
Na	(DLA-18,36) 1,91±8,90	(DLA-55,78) 20,02±25,33	(3,19-59,86) 36,47±22,92	(DLA-14,31) DLA±11,88	(DLA)
P	(441,82-512,14) 480,72±26,21	(319,93-505,59) 429,32±77,16	(376,8-423,63) 398,19±17,53	(418,29-461,65) 447,52±13,30	(428,00-516,87) 465,63±34,49
S	(2055,47-2369,2) 2218,83±112,77	2521,67-4007,07) 3416,94±669,51	(1914-2074,68) 1989,84±61,27	(4473,16-4687,19) 4598,95±74,75	(1712,81-2024,61) 1838,70±128,79
Si	(307,32-612,04) 463,41±126,38	(28,01-65,60) 48,44±15,68	(44,71-151,15) 81,16±47,70	(27,65-679,92) 424,18±299,31	(29,31-96,71) 56,52±28,11
Ag	(0,39-0,79) 0,63±0,13	(0,39-0,78) 0,59±0,13	(0,4-0,6) 0,57±0,06	(0,58-0,79) 0,70±0,10	(0,39-0,79) 0,59±0,09
Hg	(DLA-1,39) 0,04±0,064	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)
Se	(DLA-3,37) 1,32±2,05	(DLA-3,92) 0,80±1,88	(DLA)	(DLA-2,74) 0,67±1,43	(DLA-3,57) 0,59±2,18

Tablo 5c-Kış örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri.

Metal (mg kg ⁻¹)	İstasyonlar				
	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5. İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	DLA	DLA	DLA	(41873,28 – 43053) 42529,19 ± 601,15	(13043,48 – 54653,94) 33741,22 ± 22474,97
Fe	DLA	DLA	(17781,66 – 18286,71) 18046,29 ± 182,71	(12739 – 15015) 13877 ± 1190,30	(11205,25 – 12757,54) 11968,85 ± 768,95
B	(10,59 – 19,62) 14,07 ± 3,97	(9,95 – 33,45) 18,68 ± 10,98	(9,32 – 26,41) 16,71 ± 7,67	(9,13 – 36,51) 22,94 ± 12,16	(13,70 – 22,67) 17,11 ± 3,39
Zn	(79,55 – 84,21) 81,75 ± 2,17	(62,52 – 84,60) 73,63 ± 11,87	(77,47 – 88,18) 82,97 ± 4,92	(71,23 – 77,71) 74,40 ± 3,09	(79,55 – 84,21) 81,75 ± 2,17
Cu	(36,59 – 50,91) 43,07 ± 6,32	(21,50 – 65,02) 36,58 ± 21,11	(39,62 – 50,50) 44,86 ± 4,41	(42,73 – 49,66) 46,31 ± 3,04	(36,59 – 50,91) 43,07 ± 6,32
Mn	(21,08 – 645,98) 229,32 ± 321,95	(102,23 – 1145,31) 448,44 ± 525,78	(15,09 – 1135,97) 370,04 ± 550,55	(10,10 – 541,56) 191,09 ± 268,62	(21,08 – 645,98) 229,32 ± 321,95
Ni	(19,97 – 61,10) 34,07 ± 20,69	(19,58 – 94,00) 44,16 ± 37,68	(19,42 – 66,82) 35,02 ± 22,81	(20,20 – 55,62) 32,21 ± 17,95	(19,97 – 61,10) 34,07 ± 20,69
Cr	(19,23 – 90,26) 40,88 ± 33,48	(19,58 – 94,39) 44,62 ± 38,23	(19,42 – 68,76) 35,41 ± 23,59	(19,03 – 60,38) 32,54 ± 20,32	(21,87 – 65,63) 36,59 ± 25,14
Pb	(3,56 – 23,54) 9,18 ± 7,35	(3,52 – 23,89) 9,25 ± 7,50	(3,49 – 23,83) 9,21 ± 7,49	(3,49 – 23,83) 9,21 ± 7,49	(3,57 – 23,50) 9,17 ± 7,33
Cd	(11,38 – 13,73) 12,29 ± 1,03	(11,35 – 13,93) 12,24 ± 1,22	(11,65 – 13,20) 12,24 ± 0,71	(11,26 – 13,11) 12,11 ± 0,70	(11,75 – 13,12) 12,23 ± 0,62
Ca	(DLA-15344,96) 7513,87±8235,96	(5679,59-29430,51) 17433,39±12594,05	(6118,39-129536) 67833,23±67157,25	(167882,6-239826,8) 203401,5±37235,34	(56952,6-19465,4) 125937,7±74717,67
K	(10495,64-13332,03) 11861,64±1470,29	(12572,68-16204,47) 14409,58±1827,58	(DLA) 6806,73±4095,58	(2934,17-11019,28) 11343,15±12428,35	(DLA-22991,25) (11774,07-13004,31)
Mg	(DLA-20896,11) 12513,88±11423,59	(15452,01-19153,94) 17336,38±1963,94	(14646,46-15335,72) 15009,64±284,50	(10271,55-11023) 10647,17±383,28	(DLA-343,51) 12389,39±645,32
Na	(1886,20-2549,84) 2201,67±344,78	(2603,34-3261,65) 2951,12±335,30	(2477,46-2581,24) 2539,58±39,43	(3383,31-3511,89) 3440,99±62,38	(2636,03-2932,62) 2783,80±145,91
P	(687,54-959,18) 826,15±118,07	(798,08-969,05) 890,23±84,10	(968,92-1034,56) 1012,64±22,69	(881,83-942,14) 910,66±23,14	(761,33-844,86) 785,84±30,96
S	(3251,38-3763,73) 3482,74±247,27	(7566,70-8695,65) 8157,94±563,40	(14102,56-14898,69) 14545,37±342,30	(10271,55-10428,29) 10323,36±53,64	(2851,54-3007,16) 2925,95±70,98
Si	(DLA) (DLA-0,39)	(5,57-26,24) 16,63±10,55	(DLA-11,52) 4,76±2,21	(9,11-20,28) 14,99±4,50	(DLA-343,51) 168,75±184,92
Ag	(DLA-0,39) 0,19±0,002	(DLA-1,19) 0,46±0,45	(0,38-6,35) 2,37±2,68	(DLA-0,77) 0,39±0,34	(0,39-8,35) 5,19±3,74
Hg	(DLA) (15,06-1942,7)	(DLA) (11,54-23,89)	(DLA) (2,33-23,04)	(DLA) (15,89-23,04)	(DLA) (9,40-27,81)
Se	654,84±988,47	18,68±4,33	13,17±8,58	18,7±2,63	17,09±6,13

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 5d-İlkbahar örnekleminde sedimentte ölçülen metal konsantrasyon değerleri

Metal (mg kg ⁻¹)	İstasyonlar				
	1. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	2. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	3. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	4. İstasyon (Min-mak) Ort±sd	5. İstasyon (Min-mak) Ort±sd
Al	(12394,07 – 14404,43) 13411,65 ± 1022,90	(7373,95 – 7785,98) 7618,18 ± 168,20	(13712,03 – 15423,19) 14489,21 ± 736,57	(11057,90 – 11606,32) 11305,56 ± 235,59	(14465,12 – 14982,80) 14711,58 ± 218,45
Fe	(17552,22 – 19663,95) 18571,14 ± 1091,04	(11187,26 – 11573,11) 11373,575 ± 159,654	(17915,74 – 19198,42) 18510,06 ± 535,60	(144223,32 – 14667,84) 14552,50 ± 100,22	(19501,50 – 20041,51) 19752,96 ± 212,85
B	(24,81 – 26,24) 25,59 ± 0,52	(20,94 – 21,47) 21,08 ± 0,20	(24,53 – 25,71) 25,20 ± 0,50	821,91 – 23,32) 22,75 ± 0,65	(24,31 – 24,76) 24,47 ± 0,20
Zn	(40,37 – 45,10) 42,67 ± 2,27	(22,98 – 24,75) 23,61 ± 0,67	(38,77 – 41,42) 40,04 ± 1,03	(34,39 – 37,17) 35,84 ± 1,20	(44,76 – 44,13) 43,44 ± 0,75
Cu	(16,29 – 19,59) 18,06 ± 1,55	(10,28 – 11,42) 10,79 ± 0,50	(18,59 – 20,33) 19,79 ± 0,70	(12,65 – 15,65) 14,28 ± 1,39	(21,38 – 22,44) 21,85 ± 0,53
Mn	(512,59 – 563,40) 537,38 ± 27,18	(449,88 – 488,95) 466,87 ± 17,67	(440,66 – 457,08) 448,28 ± 7,18	(367,98 – 400,63) 384,71 ± 15,07	(481,62 – 595,14) 489,01 ± 5,88
Ni	(37,40 – 41,03) 39,16 ± 1,29	(20,18 – 22,46) 21,27 ± 0,86	(38,77 – 42,17) 39,85 ± 1,20	(21,52 – 23,47) 22,48 ± 0,70	(31,51 – 35,53) 33,71 ± 1,48
Cr	(34,81 – 37,70) 36,20 ± 1,29	(19,59 – 20,94) 20,45 ± 0,46	(36,79 – 39,91) 38,48 ± 1,57	(21,91 – 24,51) 23,27 ± 1,00	(30,01 – 31,13) 30,59 ± 0,44
Pb	DLA (3,69 – 4,06)	DLA (3,39 – 3,42)	DLA (3,77 – 3,96)	DLA (3,52 – 3,91)	DLA (3,39 – 3,42)
Cd	3,76 ± 0,14	3,40 ± 0,02	3,86 ± 0,10	3,67 ± 0,19	3,40 ± 0,02
Ca	(4436,22-33481,48) 18921,66±15679,87	(101507,2-104874,3) 102809,3±1389,71	(41297,47-47213,86) 44258,84±3105,98	(79577,46-80790,51) 80115,43±537,58	(DLA-21942,99) 7356,32±15896,82
K	(1900-2395,56) 2144,71±249,71	(1664,12-1793,51) 1744,74±49,96	(2650,31-3045,93) 2826,98±164,04	(2222,22-2304,34) 2250,76±33,26	(1987,99-2075,54) 2031,16±37,16
Mg	(5518,51-5988,90) 5747,55±251,25	(4220,04-4455,44) 4299,66±96,68	(6012,65-6287,65) 6164,92±91,38	(3779,34-3913,04) 3853,11±58,96	(4351,08-4450,26) 4413,21±33,36
Na	(241,11-280,59) 261,28±19,34	(273,92-289,41) 280,32±6,22	(245,10-274,52) 259,72±12,57	(323,55-338,73) 329,81±5,13	(197,67-572,39) 264,44±150,89
P	(516,29-563,40) 538,62±15,77	(495,10-587,96) 549,00±36,65	(401,10-449,54) 423,89±16,20	(507,50-572,77) 536,93±27,18	(483,91-582,89) 530,88±37,38
S	(2311,11-2609,98) 2450,70±133,56	(5312,73-5597,86) 5429,91±133,53	(4351,26-4743,97) 4549,52±147,67	(4229,24-4303,59) 4259,97±27,96	(1609,15-1709,05) 1656,64±35,33
Si	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)
Ag	(0,74-1,11) 0,98±0,19	(0,76-1,50) 1,13±0,33	(1,12-1,18) 1,15±0,031	(0,79-1,18) 1,11±0,15	(0,75-1,25) 1,06±0,15
Hg	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)
Se	(DLA)	(DLA-10,66) 7,99±3,76	(DLA)	(DLA)	(DLA)

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 5e- Büyük Akgöl'de sedimentte ölçülen metal konsantrasyonlarının mevsimsel ve yıllık minimum, maksimum, ortalama, standart sapma ile standart limitleri değerleri.

METAL (mg kg ⁻¹)	MEVSİMSSEL				YILLIK (Min-mak) Ort±sd	EPA						
	YAZ (Min-mak) Ort±sd	SONBAHAR (Min-mak) Ort±sd	KIŞ (Min-mak) Ort±sd	İLKBAHAR (Min-mak) Ort±sd		TEL	ERL	LEL	MET	PEL	ERM	TET
Al	(12710,39 – 24475,37) 18921,58 ± 3662,04 (22502,96 – 40093,79)	(8210,73 – 13567,74) 10909,42 ± 1497,80 5577,61 – 12240,87	(DLA – 54653,94) 25365,27 ± 20621,23 (DLA – 18286,71)	(7373,95 – 15423,19) 12307,24 ± 2736,189 (11187,26 – 20041,51)	(DLA-54653,94) 12703,7 ± 10046,9 (DLA-40093,79)	-	-	-	-	-	-	-
Fe	31042,87 ± 5579,06 (20,59 - 41,02)	8656,77 ± 2234,29 (10,23 – 16,89)	14630,8 ± 2723,79 (9,13 – 36,51)	16552,05 ± 3224,99 (20,9444 – 26,24769)	13459,28 ± 8813,72 (9,137-41,320)	-	-	-	-	-	-	-
B	29,51 ± 5,38	13,49 ± 1,58	17,90 ± 8,36 (62,52 – 107,92)	23,819 ± 1,759	19,179 ± 7,327	-	-	-	-	-	-	-
Zn	(56,89 – 87,80) 72,62 ± 10,66	(27,38 – 51,92) 44,85 ± 5,39	82,36 ± 11,41	(22,98 – 45,10) 37,12 ± 7,48	(22,984-107,927) 55,768 ± 20,404	123	120	120	150	315	270	540
Cu	(16,21 - 28,73) 22,68 ± 3,74	(15,56 – 28,62) 24,85 ± 2,93	(16,87 – 65,54) 40,50 ± 14,49	(10,28 – 22,43) 16,95 ± 4,13	(10,281-65,541) 26,522 ± 11,641	35.7	70	16	28	197	390	86
Mn	(502,47 – 1589,15) 1031,15 ± 371,45	(371,24 – 702,61) 511,16 ± 96,47	(9,81 – 1145,31) 308,47 ± 418,84	(367,98 – 563,40) 465,25 ± 53,20	(9,811-1589,152) 514,012 ± 328,753	-	-	-	-	-	-	-
Ni	(27,46 - 57,86) 41,56 ± 11,59	(23,44 - 46,19) 35,68 ± 7,35	(19,42 – 105,57) 38,36 ± 27,85	(20,18 – 42,16) 31,29 ± 8,19	(19,425-105,573) 35,990 ± 15,856	18	30	16	35	36	50	61
Cr	(32,20 – 51,05) 44,82 ± 9,49	(17,92 – 43,27) 33,55 ± 6,63	(DLA – 94,39) 38,17 ± 27,43	(19,59 - 39,90) 29,79 ± 7,21	(DLA-94,398) 34,223 ± 16,042	37.3	80	26	55	90	145	100
Pb	(1,18 – 8,28) 3,35 ± 3,34	(0,19 - 4,14) 1,96 ± 0,94	(3,49 23,89) 9,20 ± 6,90	DLA	(DLA-23,894) 3,265 ± 5,128	35	35	31	42	91.3	110	170
Cd	(3,56 – 4,19) 3,87 ± 0,21	DLA	(11,26 – 13,93) 12,22 ± 0,83	(3,39 – 4,06) 3,68 ± 0,18	(DLA-13,93867) 4,463 ± 4,806	0.6	5	0.6	0.9	3.53	9	3
Ca	(25870-87888,49) 57661,61 ± 22469,51	(30219,56-76684,34) 48397,39 ± 14885,87	(DLA-239826,8) 93804,39 ± 30805,9	(DLA-104874,3) 51407,84 ± 36799,04	(DLA-239826,8) 59314 ± 50222,64							
K	(2628,24-3719,77) 3172,66 ± 402,67	(2417,25-4335,10) 3639,67 ± 461,43	(DLA-22991,25) 8884,22 ± 7556,25	(1664,128-3045,93) 2199,67 ± 384,09	(DLA-22991,25) 4532,43 ± 4552,88							
Mg	(3634,92-7233,45) 5423,02 ± 1456,24	(3329,39-5907,92) 9,52 ± 23,04	(DLA-20896,11) 13616,03 ± 5025,55	(3779,34-6287,65) 4895,69 ± 919,08	(DLA-20896,11) (7016,23 ± 4575,86)							
Na	(50,46-136,41) 87,38 ± 32,13	(DLA-59,86) 9,52 ± 23,40	(1886,20-3511,89) 2783,43 ± 471,26	(197,67-572,39) 279,12 ± 68,91	(DLA-3511,89) 781,41 ± 1188,96							
P	(469,63-955,27) 672,34 ± 139,09	(319,93-516,87) 444,28 ± 48,57	(687,54-1034,56) 884,98 ± 101,12	(401,10-587,96) 515,86 ± 53,95	(319,93-1034,56) 600,86 ± 196,05							

S	(1169,24-8346,64) 3508,42±2443,67	(1712,81-4687,19) 2812,65±1104,77	(2851,54-14898,69) 7887,07±4428,09	(1609,15-5597,86) 3669,35±1424,57	(1169,24-14898,69) 4382,40±3267,96
Si	(43,17-116,44) 70,80±19,77	(27,65-679,92) 214,74±236,31	(DLA-343,51) 42,44±18,55	(DLA) (DLA)	(DLA-679,92) 99,63±177,93
Ag	(1,37±1,77) 1,52±0,12	(0,39-0,799) 0,62±0,11	(DLA-8,35) 1,72±0,28	(0,74-1,50) 1,09±0,19	(DLA-8,35) 1,12±1,43
Hg	(DLA)	(DLA-1,39) 0,54±0,14	(DLA)	(DLA)	(DLA-1,39)
Se	(2,57-5,78) 4,04±0,79	(DLA-3,92) 0,69±1,63	(2,33-1942,7) 144,5±9,01	(DLA-10,66) 0,67±2,24	(DLA-1942,7) 37,20±244,68

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

TEL: threshold effect level (etki eşik düzeyi)

ERL: effect range low (düşük etki aralığı)

LEL: lowest effect level (en düşük etki seviyesi)

MET: minimal effect threshold (minimal etki eşik düzeyi)

PEL: probable effect level (olası etki düzeyi)

ERM: effect range median (orta etki aralığı)

TET: toxic effect threshold (toksik etki eşik düzeyi)

4.2.2. Biyotik ögelerde (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae ve *Esox lucius*) Metal Konsantrasyonu Belirlenmesi Analizleri

Arazi çalışmalarında elde edilen Gastropoda grubuna ait *Lymnea stagnalis* örneklerinin kabuk ve yumuşak dokuları ayrılarak, Oligochaeta ve Chironomidae gublarına ait örneklerin tüm vücutları kullanılarak, 66 adet *Esox lucius*'un ise kas, karaciğer ve solungaç dokuları ayrılarak yapılan metal analiz sonuçları sırasıyla Tablo 6, 7, 8, 9'da ve Şekil 6, 7'de verilmiştir. Buna göre; tüm metaller *Lymnea stagnalis* iç organlarında kabuğa göre daha yüksek düzeyde biriktirilmiştir (Ca hariç, kabukta iç organa göre daha fazla). Çalışılan metaller arasında ise en yüksek değer, gerek kabuk gerekse iç organlarda Fe olarak tespit edilmiştir. Kabukta Fe>Mn>Al>Zn>B>Pb>Cd>Cu>Ni>Cr şeklinde; iç organlarda ise Fe>Mn>Al>Zn>B>Pb>Cd>Cu>Cr>Ni şeklinde sıralanmaktadır. Bu sıra Oligochaeta bireylerinde Fe>Zn>Cu>Cr>Al>B>Pb>Mn>Ni>Cd şeklinde; Chironomidae bireylerinde ise Mn>Cu>Fe>Al>Ni>Cr>B>Zn>Pb>Cd şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir. Ancak diğer metallerimizin (Ca, K, Mg, Na, P, S, Si, Ag, Hg ve Se) yeterli kiti olmaması nedeniyle *Lymnea stagnalis* örneklerinin sonbahar ve kış mevsimlerinde, Oligochaeta ve Chironomidae gruplarına ait örneklerin ise yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimleri için metal analizi yapılamamıştır. *Lymnea stagnalis* örneklerinin yaz ve ilkbahar mevsimlerine göre ortalama değerleri alındığında en yüksek değer kabuk ve iç organda Ca olarak tespit edilmiştir. Sıralama iç organda Ca>P>K>S>Mg>Na>Si>Se>Ag>Hg> şeklinde; kabukta ise Ca>Na>S>P>K>Si>Mg>Se>Ag>Hg şeklinde tespit edilmiştir.

Fe, Mn, Al ve Cd en yüksek seviyede *L. stagnalis* iç organlarında; Zn ve Pb en yüksek seviyede Oligochaeta bireylerinde; Cu B Cr ve Ni ise en yüksek seviyede Chironomidae bireylerinde tespit edilmiştir.

Ayrıca çalışma sırasında tüm metallerin yıllık birikimleri çalışılan tüm dokular için ayrı ayrı hesaplanarak, her metal için Türk Gıda Koteksi ve FAO'nun kabul edilebilir olarak öngördüğü değerler Tablo 10e'de verilmiştir.

Ni hariç diğer tüm metaller kas dokusunda solungaç ve karaciğerden az bulunmuştur. Aynı şekilde Ni hariç solungaçtaki metal birikimleri de karaciğerden fazladır. Balık karaciğerinde metallothionein isimli bir protein vardır. Bu protein çok sayıda metali bağlama yeteneğine sahiptir. Ayrıca balıklarda karaciğer bir detoxifikasyon yeri olarak iş yapmaktadır. Bu bilgiler göstermektedir ki karaciğerde kas dokusundan daha fazla metal birikmektedir. Bizim çalışmamızda da birçok metal için benzer sonuç bulunmuştur. Solungaçlar sürekli suyla dolayısıyla sudaki metallerle temas ettiği için ve de gaz alış verişi bu organlarda olduğu için birçok metal için en yüksek birikim olduğu organ olarak görülmüştür.

Tablo 6: *L. stagnalis* iç, organ ve kabukta ölçülen ağır metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

METAL (mg kg ⁻¹)	MEVSİMSEL (Min-mak) Ort±sd								YILLIK (Min-mak) Ort±sd		Türk Gıda Koteksi* (mg/kg)
	Yaz		Sonbahar		Kış		İlkbahar		İç Organ	Kabuk	
	İç Organ	Kabuk	İç Organ	Kabuk	İç Organ	Kabuk	İç Organ	Kabuk			
Al	(0-51,6)	(0-42,32)	(87,72-167,62)	(76,09-87,61)	(2,71-13,45)	(0,96-9,85)	(22,83±45,67)	(10,3-26,79)	(0-167,62)	(0-87,61)	1,00
	11,57±22,54	9,56±18,47	118,43±30,17	80,43±4,98	6,85±4,19	3,33±3,69	35,8±9,2	17,84±7,23	43,16±49,35	25,02±31,44	
Fe	(31,94-164,2)	(26,31-120,54)	(87,82-167,62)	(90,54-146,8)	(39,57-265,6)	(21,5-148,8)	(66,5-348,36)	(32,72-172,94)	(31,94-348,56)	(21,75-172,99)	
	100,56±54,08	65,43±36,2	118,43±30,17	120,55±23,66	176,64±84,57	82,22±69,34	183,7±111,93	95,23±53,34	159,43±79,57	89,69±48,42	
Zn	(17,9-54,31)	(9,33-29,27)	(1,35-18,47)	(0,94-9,63)	(16,76-52,31)	(11,9-38,45)	(8,54-38,88)	(9,63-25,78)	(1,35-54,31)	(0,94-34,85)	
	33,82±17,81	16,64±7,78	9,43±7,3	4,65±3,44	31,89±13,75	19,92±9,05	24,78±11,46	18,11±6,56	24,98±15,56	14,83±8,9	
B	(9,3-63,91)	(3,18-30,58)	(1,96-13,69)	(1,8-8,65)	(15,91-39,68)	(6,84-26,1)	(4,3-14,52)	(1,49-13,69)	(1,96-63,91)	(1,49-30,58)	
	24,21±22,48	17,28±11,76	9,54±4,49	5,53±3,11	26,19±12,2	14,84±10,03	8,85±4,21	9,86±4,97	16,2±14,52	11,55±8,69	
Cd	(1,8-6,26)	(1,84-2,63)	(0,98-2,81)	(0,43-2,83)	(8,5-18,38)	(4,59-11,57)	(1,54-3)	(0,24-2,83)	(0,98-18,38)	(0,24-11,57)	
	3,97±1,81	2,37±0,31	1,75±0,66	1,62±1,12	12,62±4,14	7,36±2,98	2,54±0,58	1,47±1,21	4,83±4,64	2,99±2,76	
Cr	(0,05-0,39)	(0,03-0,33)	(1,11-2,97)	(0,3-1,38)	(2,56-6,98)	(0,56-1,86)	(1,38-2,73)	(0,11-2,56)	(0-6,98)	(0,03-2,56)	
	0,20±0,15	0,15±0,13	1,82±0,86	0,84±0,39	4,23±2,06	1,30±0,67	2,36±0,56	1,65±0,97	2,15±1,82	0,95±0,82	
Cu	(1,92-3,91)	(1,05-1,9)	(0,21-2,36)	(0,09-1,38)	(1,63-5,69)	(0,85-2,56)	(1,45-9,3)	(0,06-3,18)	(0,21-5,69)	(0,06-3,18)	
	2,78±0,73	1,6±0,34	1,64±0,97	0,8±0,46	3,4±2,08	1,53±0,71	4,8±3,07	2,13±1,21	2,48±1,33	1,51±0,85	
Mn	(28,41-110,9)	(48,62-102,87)	(5,95-52,53)	(3,08-11,36)	(12,3-61,94)	(19,32-68,2)	(60,57-109,5)	(34,56-445,59)	(5,95±109,56)	(3,08-445,65)	
	81,6±32,94	84,2±24,2	20,94±18,31	8,17±3,48	39,87±20,01	39,25±22,35	87,49±21,68	131,44±176,81	74,04±31,22	64,53±97,53	
Ni	LDA	LDA	LDA	LDA	(0,79-2,13)	(0-1,75)	LDA	LDA	(0,79-2,13)	(0-1,75)	
					1,73±0,57	0,99±0,67			1,73±0,57	0,99±0,67	
Pb	(4,63-8,89)	(1,48-2,92)	LDA	LDA	(5,12-6,91)	(3,64-5,54)	(5,74-16,91)	(5,31-11,69)	(4,63-16,91)	(1,48-11,69)	
	6,74±1,93	2,13±0,59			6,16±0,9	4,37±0,78	11,47±4,88	8,29±2,53	8,22±3,85	4,93±3,01	

*Türk Gıda Koteksi, Gıda Maddelerine Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ, Yayımlandığı resmi gazete 17.05.2008-26879, Tebliğ No: 2008/26 4.2.9 maddedeki Çift kabuklu yumuşakçalara göre
DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 6 a : *L. stagnalis* iç, organ ve kabukta ölçülen ağır metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

Metal (mg kg ⁻¹)	MEVSİMSSEL (Min-mak) Ort-sd				YILLIK (Min-mak) Ort-sd		Türk gıda koteksi
	Yaz		İlkbahar				
	İç Organ	Kabuk	İç Organ	Kabuk	İç Organ	Kabuk	
Ca	(63305,3-123167,3) 91556,55±31818,18	(414510-457420,6) 435509,4±18179,74	(25987,36-73456,79) 49711,96±25731,58	(124523,9-150850,1) 137559,3±13861,04	(25987,36-123167,3) 66449,79±34237,87	124523,9-457420,6 286534,4±156360,9	
K	(4073,93-5117,74) 4443,82±487,06	(DLA-207,58) 42,15±83,27	(4253,55-5042,43) 4655,18±370,90	(227,36-254,63) 238,10±11,47	(4073,93-5117,74) 4570,64±34237,87	(DLA-254,63) 140,29±116,76	
Mg	(1502,16-2217,39) 1788,37±322,34	(11,72-90,21) 38,88±32,18	(1350,30-1832,54) 1590,0±252,99	(DLA)	(1350,30-2217,39) 1669,35±284,05	(DLA-90,21) 19,44±29,71	
Na	(1752,31-2586,381) 2162,67±463,10	(850,12-1141,01) 992,36±135,75	(1202,54-1231,04) 1216,09±11,77	(1293,04-1374,42) 1317,64±31,72	(1202,54-2586,38) 1594,72±557,23	(850,12-1374,42) 1155,0±194,14	
P	(5842,73-6885,61) 6422,21±431,75	(60,56-701,39) 222,69±246,93	(4426,69-5163,50) 4833,53±351,04	(205,56-318,69) 263,28±58,26	(4426,69-6885,61) 5469,0±896,45	(60,56-701,39) 242,99±172,36	
S	(3801,51-4268,77) 4056,89±212,25	(206,71-696,60) 344,94±186,49	(3333,3-3451,81) 3391,82±56,18	(311,05-540,22) 420,81±108,92	(3333,3-4268,77) 3657,85±367,04	(206,71-696,60) 382,87±150,90	
Si	(103,44-248,24) 186,57±60,40	(32,56-79,04) 57,81±16,36	49,33-57,66) 52,53±3,58	(DLA-23,57) 10,30±11,40	(49,38-248,24) 106,14±77,56	(DLA-79,04) 34,05±28,22	
Ag	(2,37-3,79) 3,16±0,59	(1,58-1,78) 1,65±0,10	(0,78-1,18) 1,10±0,15	(0,77-1,55) 1,22±0,29	(0,78-3,79) 1,92±1,12	(0,77-1,78) 1,44±0,30	
Hg	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	0,5
Se	(9,67-14,09) 11,13±2,00	(2,97-7,18) 4,97±1,57	(DLA)	(DLA-11,65) 1,29±5,25	(DLA-14,09) 4,45±5,86	(DLA-11,65) 3,45±3,73	

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 7: Büyük Akgöl’de Oligochaeta örneklerinde ölçülen metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

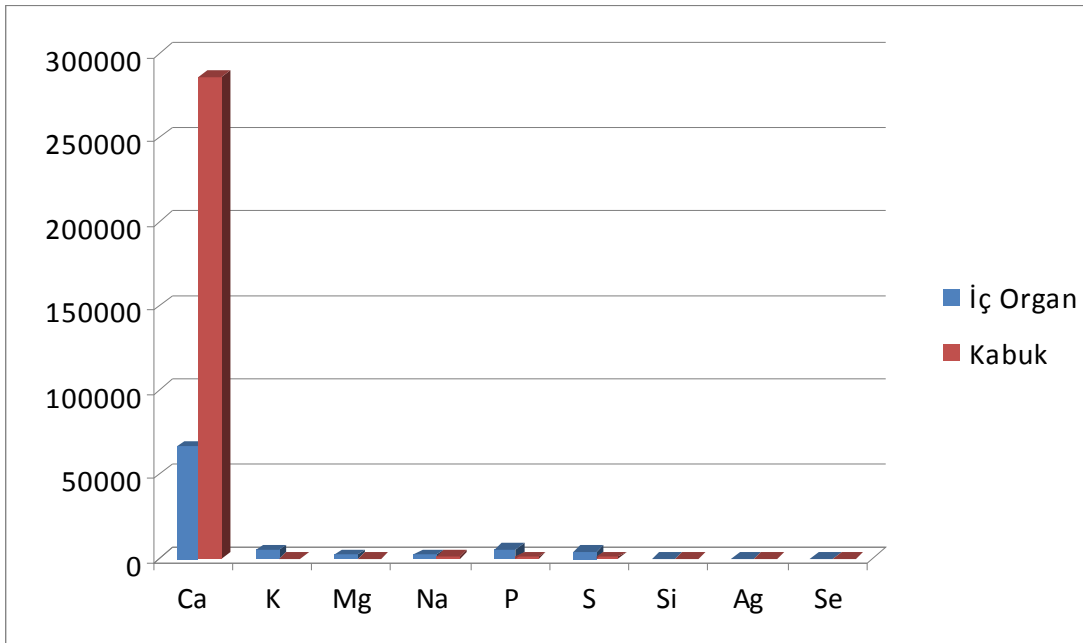
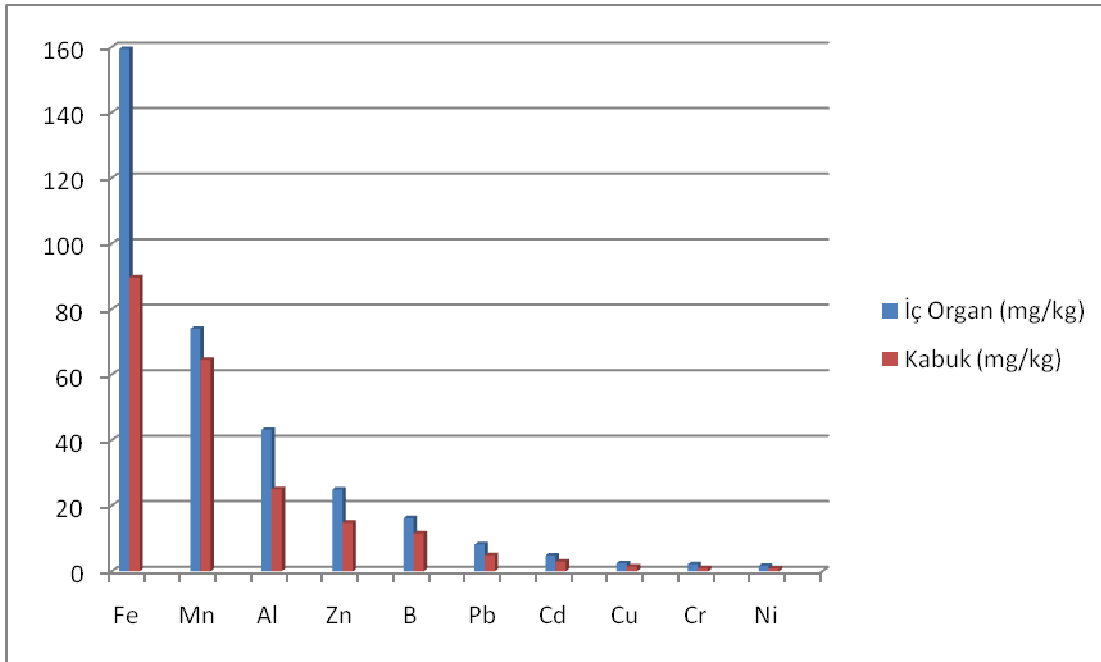
METALLER (mg kg ⁻¹)	MEVSİMSEL (Min-mak) Ort±sd				YILLIK (Min-mak) Ort±sd
	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
Al	(18.159-52.619) 36.182±17.284	(DLA-27.945) 9.315±16.134	(DLA-52.785) 17.595±30.475	(DLA-34.820) 11.315±12.352	(DLA-52,785) 21,678±19178
Fe	(26,12-43,24) 18,6±21,0	(34.046-188.62) 83.886±54.241	(65.365-117.54) 96.089±27.019	(114.38--202.661) 72.95±48.85	(26,12-202,661) 88,663±59,993
Zn	(13.61-98.740) 65.882±45.120	(80.360-152.336) 109.23±384.070	(20.327-24.401) 21.708±2.013	(32.912-50.375) 41.985±9.308	13,61-152,336 59,190±43,139
B	(10,9-11,7) 11,2±0,3	(7,9-13,9) 11,5±2,8	(23,1-27,5) 26,0±2,5	(7,1-9,5) 8,3±0,9	(7,1-27,5) 12,883±7,412
Cr	(13,4-21,6) 16,7±2,3	(18,6-27,7) 21,4±4,1	(27,4-37,9) 31,4±0,8	(14,1-17) 15,2±1,1	13,4-37,9 21,867±7,689
Cu	(13,0-21,2) 16,9±2,3	(13,5-17,4) 15,6±1,3	(40,5-60,8) 50,2±10,1	(13,4-24,5) 19,5±3,6	(13-60,8) 25,452±16,014
Mn	(9,0-12,7) 11.04±12,5	5,6-8,1 7,8±7,0	(2,7-3,2) 2,8±0,2	(2,7-2,7) 2,7±0,0	(2,7-12,7) 5,917±3,671
Ni	(0,8-3,0) 1,2±2,2	DLA	DLA	DLA	(DLA-3,0) 1,023±2,2
Pb	(7-18.270) 12.530±5.998	DLA	DLA	(DLA-50.980) 16.993±29.433	(DLA-50,980) 8,8670±14,695

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

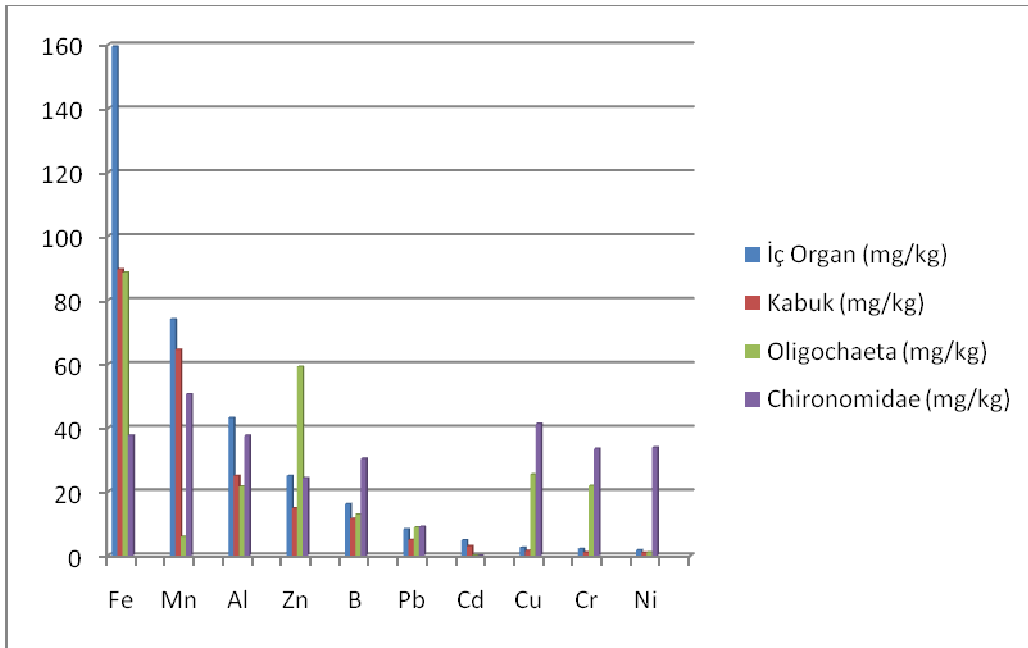
Tablo 8: Büyük Akgöl’de Chironomidae örneklerinde metal içeriklerinin mevsimlere göre min-maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri.

METALLER (mg kg ⁻¹)	MEVSİMSEL (Min-mak) Ort±sd				YILLIK (Min-mak) Ort±sd
	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	
Al	(DLA-90,2) 25,8±43,4	DLA- DLA (DLA)	DLA- DLA (DLA)	(110,2-112,7) 111,0±9,2	(DLA-112,7) 37,653±51,244
Fe	(12,889-24,647) 18,256±4,077	(84,180-120,924) 102,740±19,647	(12,2333-12,4652) 12,3492±0,1159	(24,736-27,417) 2,5957±1,320	(12,233-120,924) 37,671±40,313
Zn	(50,4-54,4) 53,1±1,8	(7,7-15,5) 10,3±3,01	(15,7-16,5) 16,7±1,7	(17,0-17,4) 17,4±0,8	(7,7-54,4) 24,301±17,364
B	(7,1-9,5) 8,3±0,9	(27,6-32,7) 29,4±2,07	(57,5-60,4) 58,2±1,4	(23,1-27,5) 26,0±2,5	(7,1-60,4) 30,375±18,857
Cr	(13,4-24,5) 19,5±3,6	(18,6-27,7) 21,4±4,1	(19,2-21,4) 20,0±0,8	(72,4-73,9) 71,4±0,8	(13,4-73,9) 33,508±23,541
Cu	(7,9-13,9) 11,5±2,8	(15,9-29,2) 20,2±6,001	(21,1-96,9) 45,6±33,8	(78,2-79,7) 78,7±0,8	(7,9-79,7) 41,308±32,362
Mn	(9,4-174,5) 56,4±68,7	(9,8-130,3) 52,3±60,0	(15,0-75,6) 24,6±31,1	(20-20,8) 20,4±1,4	(9,4-174,5) 50,558±52,487
Ni	(18,9-23,5) 20,9±1,3	(13,5-17,4) 15,6±1,3	(19,2-22,1) 20,6±1,2	(75,3-78,2) 76,8±1,4	(13,5-78,2) 33,825±25,873
Pb	(2,7-7,5) 4,9±1,2	(2,2-9,8) 5,3±2,7	(4,5-6,7) 5,7±0,8	(11,5-27,5) 20,7±8,2	(2,2-27,5) 9,083±7,634

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında



Şekil 6: *L. stagnalis* örneklerinin iç organ ve kabukta tespit edilen metal seviyeleri.



Şekil 7: Gastropoda (*L. stagnalis*), Oligochaeta ve Chironomidae örneklerinde tespit edilen metal seviyeleri.

Tablo 9: Büyük Akgöl'den elde edilen *Esox lucius* örneklerinin ağırlık, Standart boy, Çatal boy, Total boy, Cinsiyet ve Yaş Değerleri.

	Balık no																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Yaz örnekleri																				
Ağırlık	356	346	328	254	684	636	113	200	158	157	169	150	315							
Standart Boy	316	310	311	280	400	371	235	283	265	253	280	252	308							
Çatal Boy	336	335	335	303	430	408	258	299	284	275	299	269	331							
Total Boy	360	360	355	322	459	425	269	313	301	286	314	283	350							
Cinsiyet	♂	♂	♂	♂	♂	♀	♀	♂	♀	♂	♂	♂	♀							
Yaş	2	2	2	2	4	3	1	2	2	2	2	2	1							
Sonbahar Örnekleri																				
Ağırlık	381	364	376	334	372	373	430	401	370	297	332	889	880	370	353	339	457	914	856	375
Standart Boy	328	324	337	314	320	321	352	330	334	308	335	421	427	327	320	330	351	425	436	339
Çatal Boy	353	346	363	341	349	347	378	348	362	335	368	456	459	353	347	356	381	457	474	367
Total Boy	375	366	390	362	369	368	405	367	381	353	383	479	485	374	368	375	403	488	496	386
Cinsiyet	♂	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀	♀	♂	♀	♀	♀	♀	♂	♀
Yaş	2	2	2	2	4	3	4	4	3	2	3	5	5	4	3	3	4	5	5	3
Kış Örnekleri																				
Ağırlık	158	131	199	202	129	162	156	161	154	152	146	139	109	132	92	163	157	140	136	
Standart Boy	251	247	277	281	252	266	257	237	258	261	261	260	232	250	229	269	259	236	261	
Çatal Boy	277	275	294	301	262	289	276	261	281	283	277	281	255	274	247	289	284	256	271	
Total Boy	291	285	313	313	281	302	290	272	294	298	291	299	265	287	258	303	296	267	291	
Cinsiyet	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♀	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♀	♀	♀	♂	
Yaş	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	
İlkbahar Örnekleri																				
Ağırlık	359	357	345	318	352	364	320	340	314	346	377	175	171	634						
Standart Boy	328	332	329	329	336	333	313	333	313	332	342	267	253	371						
Çatal Boy	350	358	353	343	358	355	336	356	337	354	361	285	272	400						
Total Boy	368	380	370	361	374	373	355	374	352	369	382	299	290	420						
Cinsiyet	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♀						
Yaş	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3						

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 10: Büyük Akgöl'den elde edilen *Esox lucius* dokularında metal analiz değerleri.**Tablo 10a:** Yaz örnekleme *Esox lucius* dokularında metal analiz sonuçları.

Metaller (mg/kg)	<i>Esox lucius</i> dokuları (minimum-maksimum) ortalama±Sd					
	Kas	Karaciğer	Solungaç	Kafa	Vücut	Su
Al	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA	0,005
Fe	31,730–5588,920 2436,173±2645,963	817,780–1278,870 1275,203±446,380	140,390–3305,330 1024,663±1525,711	49,981	72,704	0,06
Zn	23,120–39,600 30,370±6,845	74,450–110,560 89,665±15,418	307,470–478,630 426,860±80,408	191,631	140,051	0,06
B	6,180–23,590 11,275±8,270	2,968–5,847 4,026±1,263	5,450–33,220 16,249±13,282	1047,139	25,598	0,89
Cd	4,740–4,990 4,850±0,112	4,950–5,190 5,115±0,113	4,730–5,240 4,988±0,245	2,493	2,377	0,026
Cr	0–0,260 0,065±0,130	0,200–1,580 0,745±0,672	0,200–2,430 1,020±1,009	DLA	DLA	DLA
Cu	DLA	0,600–35,040 22,360±15,115	DLA	DLA	DLA	0,021
Mn	0–19,950 8,300±9,315	0–0,790 0,148±0,495	78,910–110,510 99,490±14,042	75,025	98,078	0,13
Ni	0–16,990 5,855±7,612	DLA	DLA	DLA	DLA	0,004
Pb	DLA	DLA	DLA	0,029	DLA	0,016

Ca	(1237,42-4420,5) 2983,12±878,05	(449,77-1043,54) 693,32±195,68	(61520,7-141157,5) 98230,6±20115,96	(86159,34-159015,6) 124373,3±36559,21	(87881,91-104366,8) 93640,41±9297,71	(26,3-29) 27,9±1,04
K	(8035,15-10830,02) 9017,46±761,46	(2245,79-3992,93) 3535,87±583,81	(3007,73-4219,56) 3552,86±395,99	(5100,71-6288,98) 5545,10±648,28	(6512,86-7146,82) 6750,34±345,59	(2,08-2,87) 2,39±0,27
Mg	(683,08-894,71) 785,76±61,12	(270,50-363,67) 316,33±34,55	(851,91-1334,64) 1099,71±132,51	(909,43-1407,749) 1182,02±252,44	(1441,42-1680,73) 1592,86±131,71	(9,34-9,57) 9,46±0,07
Na	(374,33-1085,16) 792,13±243,26	(1107,24-1596,58) 1359,97±164,77	(3156,07-4242,31) 3628,80±348,18	(3518,79-3830,51) 3702,89±163,36	(2422,62-2950,52) 2619,18±288,60	(14,6-15,9) 15,06±0,47
P	(7295,23-9322,79) 8013,20±565,22	(4431,37-6521,77) 5493,15±647,52	(DLA-3747,949) 1176,12±1050,05	(1505,59-7467,11) 3613,24±3342,44	(6408,79-7933,42) 7069,15±782,50	(0,153-0,27) 0,21±0,048
S	(7382,81-9531,56) 8414,37±703,18	(3117,24-4133,54) 3723,88±292,73	(4251,96-5952,38) 5358,59±479,56	(3993,61-5373,92) 4594,195±707,37	(4987,23-5237,909) 5099±127,47	(6,64-7,02) 6,84±0,14
Si	(12,34-218,31) 47,98±52,96	(6,66-161,40) 52,13±54,22	(DLA-138,61) 58,35±38,09	(23,86-43,54) 31,91±10,31	(57,52-142,65) 90,18±45,89	(1,04-1,14) 1,25±0,14
Ag	(2,64-3,89) 3,01±0,42	(2,74-3,589) 3,13±0,23	(2,72-3,25) 3,05±0,19	(1,31-1,62) 1,51±0,17	(1,58-1,76) 1,65±0,10	(0,004-0,006) 0,005±0,0004
Hg	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	DLA
Se	(5,70-11,35) 8,63±1,76	(7,20-13,60) 11,03±2,11	(4,75-13,89) 10,02±3,16	(3,25-4,79) 3,87±0,81	(4,19-8,83) 6,12±2,41	(0-0,16) 0,008±0,006

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 10b: Sonbahar örnekleme *Esox lucius* dokularında metal analiz sonuçları.

Metaller (mg/kg)	<i>Esox lucius</i> dokuları (minimum-maksimum) ortalama±Sd					
	Kas	Karaciğer	Solungaç	Kafa	Vücut	Su (ml/l)
Al	DLA	DLA	0-78,883 24,534±38,15	DLA	DLA	DLA
Fe	0-130,22 21,703±53,16	252,133-783,965 537,328±195,08	0-255,004 60,331±104,53	DLA	DLA	DLA
Zn	18,979-36,552 25,595±6,54	71,963-138,238 110,815±24,91	185,883-296,281 259,745±43,26	126,36	84,535	0,0,12
B	4,873-7,447 6,575±0,96	7,484-11,898 9,093±1,56	6,942±11,766 9,501±1,775	5,497	5,043	0,13
Cd	DLA	DLA	DLA	Lda	DLA	0,007
Cr	DLA	DLA	DLA	Lda	DLA	0,054
Cu	3,008-10,499 7,138±2,89	11,442-32,804 19,368±7,41	4,9-9,832 7,243±2,02	3,716	2,542	0,04
Mn	4,957-23,903 9,184±7,27	6,45-1878,027 320,832±762,87	47,752-81,56 63,767±11,05	46,596	21,001	0,05
Ni	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA	0,004
Pb	DLA	DLA	DLA	5,2	DLA	0,036
Ca	(1065,25-9558,71) 3278,51±2377,60	(115,03-2524,55) 781,23±856,26	(24699,76-47932,56) 37346,76±8547,61	(34001,19-4492,63) 40792,93±5243,12	89654,25-20842,489 14681,52±4767,14	(28,4-47,6) 33,2±7,21
K	(6091,36-12075,59) 9596,56±1467,43	(3972,68-9547,26) 6538,47±1603,31	(3418,73-4885,58) 4131,51±577,54	(4794,68-5648,81) 5175,46±347,15	(5895,05-7465,63) 6709,60±639,34	(4,23-13,2) 7,11±3,6
Mg	(647,13-804,28) 711,30±48,41	(326,44-636,68) 479,45±114,08	(696,55-1083,90) 874,60±111,23	(624,87-831,34) 731,52±85,32	(512,87-624,87) 572,28±45,22	(6,93-7,57) 7,22±0,17
Na	(DLA-701,60) 379,64±197,75	(1175,23-1824,29) 1450,65±173,55	(1112,06-3179,90) 2308,05±597,85	(2723,07-3299) 2964,61±225,27	(1088,51-1933,91) 1446,69±371,01	(10,2-10,9) 10,5±0,21
P	(7245,97-11601,61) 8221,42±1188,71	(5636,18-14374,55) 10360,04±2680,54	30750,38-50742,67) 42377±6899,22	(29835,35-38968,259) 34815,85±3511,48	(9895,84-25034,94) 17799,22±6179	(0,197-0,299) 0,50±0,02
S	(5706,43-7496,90) 6376,96±579,40	(2798,13-6115,88) 5042,59±1019,87	(3282,62-4504,90) 4011,23±387,35	(3747,53-4007,939) 3887,75±99,28	(4024,70-4871,28) 4318,53±385,80	(6,68-7,43) 7,09±0,21
Si	(44,68-131,09)	(60,41-236,83)	(135,63-283,82)	(87,48-103,55)	(77,22-91,05)	(1,23-1,64)

Ag	75,69±27,88 (0,41-1,27)	117,95±56,45 (0,39-13,36)	201,98±51,53 (0,80-2,41)	96,28±6,71 (0,39-0,79)	84,77±5,30 (0,59-0,79)	1,47±0,13 (0,001-0,004)
Hg	0,82±0,23 (DLA)	2,37±2,34 (DLA-5,14)	1,40±0,48 (DLA)	0,61±0,11 (DLA-4,73)	0,61±0,06 (DLA)	0,001±0,0008 (0,018-0,044)
Se	0,99±1,14 (DLA-4,14)	0,79±1,53 (DLA-9,87)	2,19±4,13 (DLA-15,78)	1,93±1,08 (DLA-5,159)	2,87±1,66 (0,99-5,39)	0,026±0,005 (0,024-0,058)

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 10c: Kış örnekleme *Esox lucius* dokularında metal analiz sonuçları

Metaller (mg/kg)	<i>Esox lucius</i> dokuları (minimum-maksimum) ortalama±Sd					
	Kas	Karaciğer	Solungaç	Kafa	Vücut	Su (ml/l)
Al	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA	0,030
Fe	0-3317,725 680,479±1327,73	0-18460 3369,506±7399,93	0-837,756 143,299±340,32	18802,712	16905,954	Lda
Zn	0-493,157 190,878±214,222	24,346-450,326 225,381±147,7	40,791-639,971 327,816±271,82	226,699	272,613	0,03
B	4,18-15,75 9,548±5,19	6,82-28,953 14,451±9,26	9,004-44,608 25,381±15,44	7,494	6,911	0,06
Cd	8,847-23,237 14,578±5,792	9,526+-23,357 15,031±6,169	11,52-33,368 19,599±10,69	11,571	11,452	0,045
Cr	14,812-38,471 24,281±9,532	16,022-74,695 33,932±24,455	19,638-106,779 56,467±39,922	19,789	19,61	0,145
Cu	17,496-53,188 29,794±16,783	19,125-76,155 40,16±23,39	36,36-498,531 141,73±178,83	25,705	22,838	0,076
Mn	11,471-463,202 94,109±181,167	12,125-1838,53 662,875±851,76	10,931-2356,867 1301,707±1182,29	49,7	38,23	0,06
Ni	15,508-544,506 112,555±211,82	16,78-544,506 123,532±207,83	20,159-114,155 59,009±43,77	20,38	19,935	0,053
Pb	0-8,953 4,133±3,8	3,867-34,793 11,538±12,599	4,265-49,877 23,31±21,199	4,469	4,274	0,050
Ca	(3891,37-11053,59) 6438,61±2100,69	(702,05-3831,289) 2270,1±1124,69	(71443,62-184102,6) 124547±48504,87	(141157,9-66139,87) 104108±41888,19	(7747,60-23161,07) 15203,97±8141,77	(0,568-1,48) 0,88±0,30
K	(21089,49-52549,63) 39726,33±10360,53	(22017,91-45469,31) 33340,31±8961,43	(17817,26-37923,089) 22783,25±7370,88	(13986,57-23710,12) 18802,71±5064,53	(13059,11-20709,179) 16905,95±4098,37	(9,84-10,9) 10,50±0,26
Mg	(1721,53-2879,37) 2166,48±296,84	(1122,59-1995,06) 1477,53±286,27	(2676,50-5957,26) 3300,3±1208,63	(3370,20-3883,41) 3639,32±269,47	(4677,48-5591,11) 5140,18±479,73	(14,3-17,5) 15,66±1,11
Na	(6714,39-9506,30) 8037,89±833,90	(15025,68-150568,7) 75245,96±60544,96	(25786,13-408290,6) 103251,4±140209	(121967,6-149547,1) 136416,2±14128,15	(47004,79-64390,8) 56030,59±9173,22	(0-5,31) 0,99±1,53
P	(7110,50-12013,23) 9486,02±1099,04	(11878,53-25297,71) 15435,29±3753,86	(37864,23-72656,86) 53092,85±11418,76	(30383,25-55297,36) 41639,81±1947,36	(19488,82-25499,819) 21689,94±2466,13	(0,16-0,34) 0,52±0,04
S	(7100,35-9231,36) 8009,21±587,09	(7405-9297,52) 8369,45±740,51	(6522,65-12991,45) 7778,76±2340,77	(6598,18-7050,02) 6817,57±41,32	(8386,58-11127,88) 9778,30±1438,14	(6,68-7,79) 7,20±0,31

Si	(DLA-69,41) 5,68±19,13	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(3,32-4,76)
Ag	(DLA-108,43) 9,16±30,15	(DLA-0,68) 0,25±0,22	(DLA-2,10) 0,68±0,54	(DLA-0,39) 0,26±0,20	(DLA-0,75) 0,25±0,31	(DLA-0,75) 0,25±0,31	(0,002-0,004) 0,002±0,0006
Hg	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	DLA
Se	(9,98-2016,34) 12,67±454,20	(8,69-37,19) 18,53±7,27	(12,17-57,95) 33,48±12,89	(14,96-18,569) 17,02±1,21	(13,57-20,76) 16,17±3,15	(13,57-20,76) 16,17±3,15	(0,034-0,075) 0,05±0,01

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 10d: İlkbahar örnekleme *Esox lucius* dokularında metal analiz sonuçları

Metaller (mg/kg)	<i>Esox lucius</i> dokuları (minimum-maksimum) ortalama±Sd					
	Kas	Karaciğer	Solungaç	Kafa	Vücut	Su (ml/l)
Al	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Fe	DLA	308,542-3577,73 1446,192±1847,36	531,918-13239,6 6567,913±6377,646	DLA	DLA	DLA
Zn	11,952-26,149 19,462±7,13	93,956±132,2 110,487±19,64	215,556-265,122 239,563±24,822	232,382	106,386	0,005
B	11,743-16,808 14,358±2,53	12,022-14,146 13,389±1,18	12,097-21,164 16,854±4,549	14,178	12,151	0,07
Cd	2,726-2,946 2,806±0,12	2,821-4,257 3,315±0,81	2,702-3,968 3,44±0,65	2,811	2,731	0,023
Cr	1,941-2,143 2,059±0,1	2,552-2,841 2,686±0,14	2,059-4,298 3,018±1,53	6,569	4,425	0,054
Cu	DLA	7,666-8,051 7,862±0,19	DLA	DLA	DLA	0,02
Mn	DLA	DLA	14,671-36,21 28,653±12,12	6,712	DLA	0,004
Ni	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA
Pb	DLA	DLA	DLA	DLA	DLA	0,002
Ca	(942,47-5711,89) 2315,37±1598,83	(114-309,31) 198,85±67,63	(42361,11-60190,48) 50770,69±7295,22	(20039,76-40730,22) 30107,91±11050,64	(7780,86-27042,58) 17357,53±10275,72	(45,3-49,7) 47,29±1,26
K	(8168,39-9953,10) 9051,41±577,44	(4697,52-5792,75) 5149,62±369,35	(4747,61-6783,78) 5482,81±957,73	(5667,34-6548,70) 6081,65±442,39	(6578-7084,779) 6819,27±225,29	(3,31-5,41) 3,84±0,73
Mg	(796,19-1062,47) 940,22±90,22	(211,28-397,35) 318,99±64,14	(1071,42-1457,14) 1316,33±176,65	(109,34-1318,45) 1215,21±111,65	(1274,31-1403,91) 1343,21±58,98	(8,38-9,02) 8,66±0,18
Na	(718,85-928,87) 840,55±65,38	(1238,8-1677,83) 1418,01±147,66	(3664,18-5029,7) 4286,73±590,93	(3422,71-3532,25) 3462,71±39,96	(2122,66-2453,77) 2293,05±164,12	(8,73-9,58) 9,39±0,23

P	(5742,47-9102,26) 6756,35±1095,42	(5105,15-6339,69) 5767,80±428,40	(40625-56857,149) 46795,43±5850,83	(27833-41947,26) 34461,88±7076,50	(20682,81-36095,139) 28386,62±7016,35	(0,26-0,2679) 0,36±0,02
S	(5332,27-5666,27) 5491,45±102,85	(3288,67-4051,42) 3589,26±270,25	(3804,76-4749,03) 4159,77±426,48	(4624,74-5367,79) 4996,80±351,68	(4406,51-4602,99) 4518,20±83,94	(5,1-5,58) 5,34±0,12
Si	(DLA)	(DLA)	(DLA-14,28) 4,29±6,48	(110,75-178,92) 144,26±34,29	(1,98-36,44) 19,95±17,28	(0,376-0,374) 0,57±0,10
Ag	(0,76-1,18) 0,89±0,17	(0,77-1,21) 0,98±0,18	(0,95-1,48) 1,25±0,22	(0,79-1,21) 1,07±0,20	(0,79-1,19) 1,23±0,29	(0,005-0,006) 0,005±0,0004
Hg	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(DLA)	(0-0,028) 0,006±0,004
Se	(DLA)	(DLA-5,30) 0,50±1,50	(DLA)	(DLA-4,77) 0,79±1,94	(DLA)	(0-0,027) 0,0019±0,006

DLA: Dedeksiyon Limitlerinin Altında

Tablo 10e: Araştırılan metallerin *E. lucius* dokularındaki yıllık ortalama seviyeleri, Türk Gıda Koteksi ve FAO'nun kabul edilebilir olarak öngördüğü limit değerler.

Dokular (mg/kg)	Metaller				
	Al	Fe	Zn	B	Cd
Kas	DLA	0-5588,92 698,896±1565,82	0-493,158 75,202±134,71	4,180-26,63 10,578±6,33	0-23,238 6,014±6,73
Karaciğer	DLA	0-18460,58 1703,749±4022,3	24,34-450,326 142,893±96,02	2,968-28,954 10,242±6,30	0-23,358 6,286±6,96
Solungaç	0-78,884 24,534±38,1	0-13269 1264,930±3168,9	40,792-639,97 318,277±161,4	5,380-44,608 16,512±11,85	0-33,368 7,643±9,92
Kafa	DLA	49,982-18802,71 9426,346±1360,1	126,36-232,38 194,268±48,72	1,047-14,718 7,054±5,46	0-11,571 4,219±5,06
Vücut	DLA	0-16905,95 4244,664±8440,9	84,535-272,61 150,897±84,29	5,044-28,598 13,176±10,71	0-11,453 4,141±5,02
Türk Gıda Koteksi (2008)	-	-	50	-	0,05
FAO (1983)	-	-	50	-	0,1
Su (mg/L)	0,214	0,097	0,087	0,084	0,025
Sıralama	3>	4>5>2>3>1	3>4>5>2>1	3>5>1>2>4	3>2>1>4>5
Dokular (mg/kg)	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb
Kas	0-38,471 7,613±12,23	0-53,189 11,080±15,60	0-463,202 32,658±101,88	0-544,507 34,938±120,58	0-8,953 1,240±2,75
Karaciğer	0-74,696 10,781±20,00	0,600-76,156 24,268±18,15	0-1878,027 295,268±650,82	0-544,507 37,060±121,41	0-34,793 3,462±8,43
Solungaç	0-106,779 17,627±33,18	0-498,532 44,692±112,5	10,932-2356,86 438,452±839,4	0-114,155 17,703±35,69	0-49,877 6,993±15,4
Kafa (4)	0-19789 6,59±9,32	0-25,706 7,356±12,35	6,713-75,026 44,509±28,23	0-20,381 5,095±10,190	0-5,2 2,425±2,78
Vücut	0-19,61 6,009±9,305	0-22,839 6,345±11,06	0-98,079 36,327±42,17	0-19,936 4,984±9,96	0-4,275 1,069±2,13
Türk Gıda Koteksi (2008)	-	20	-	-	0,3
FAO (1983)	0,15	5	-	0,4	0,5
Su (mg/L)	0,077	0,046	0,044	0,019	0,028
Sıralama	3>2>1>4>5	3>2>1>4>5	3>2>4>5>1	2>1>3>4>5	3>2>4>1>5

Tablo 10f: Araştırılan metallerin *E. lucius* dokularındaki yıllık ortalama seviyeleri, Türk Gıda Koteksi ve FAO'nun kabul edilebilir olarak öngördüğü limit değerler

Metaller					
Dokular (mg/kg)	Ca	K	Mg	Na	P
Kas	(942,47-11053,59) 4177,41±2618,04	(6091,36-52549,63) 19959±15803,76	(647,13-2879,37) 1269,31±689,73	(DLA-9506,30) 3188,92±3612,34	(5742,47-12013,23) 8381,10±1435,23
Karaciğer	(114-3831,28) 969,49±1058,56	(2245,79-45469,31) 11750,76±12316,69	(211,28-1995,06) 643,43±476,42	(1107,24-150568,7) 17631,4±41406,3	(4431,37-25297,71) 9872,54±4386,50
Solungaç	(24699,76-184102,6) 77697,19±47231,63	(3007,73-37923,08) 9814±9463,87	(696,55-5957,26) 1713,60±1245,79	(1112,06-408290,6) 33152,02±88355,41	(DLA-72656,86) 38014,41±20553,83
Kafa	(19960,24-159015,6) 64465,49±43997,3	(4794,68-23710,12) 8855,02±6343,90	(624,87-3899,17) 1635,70±1211,07	(2723,07-149547,1) 36544,33±59269,21	(1505,59-55297,36) 32533,02±13450,32
Vücut	(7747,60-104366,8) 25351±27370,34	(5895,05-20709,17) 9291,20±4897,49	(512,87-5591,05) 2034,56±1885,71	(1088,51-64390,8) 15450,82±24316,93	(6408,79-36095) 20077,5±8255,26
Türk gıda koteksi (2008)	-	-	-	-	-
FAO (1983)	-	-	-	-	-
Su (mg/L)					
Sıralama					
Dokular (mg/kg)	S	Si	Ag	Hg	Se
Kas	(5332,27-9531,56) 7049,86±1201,63	(DLA-218,31) 34,50±42,98	(DLA-108,43) 4,03±18,08	(DLA) (DLA-5,14)	(DLA-2016,34) 45,36±272,57
Karaciğer	(2798,13-9297,52) 5293,04±1915,59	(DLA-236,83) 58,14±69,28	(DLA-13,36) 1,69±1,85	0,34±1,08	(DLA-37,19) 6,63±8,01 (DLA-57,95)
Solungaç	(3282,62-12991,45) 5433,08±2083,99	(DLA-283,829) 83±96,88	(DLA-3,25) 1,46±0,94	(DLA) (DLA-4,739)	12,81±15,89
Kafa	(3747,53-7050,02) 4985,78±1204,58	(DLA-103,55) 41,78±44,42	(DLA-1,62) 0,75±0,44	0,58±1,37	(DLA-18,56) 5,34±7,13
Vücut	(4024,70-11127,88) 5830,97±2446,13	(DLA-142,65) 48,05±42,72	(DLA-1,76) 0,81±0,52	(DLA)	(DLA-20,76) 5,88±6,62
Türk gıda koteksi (2008)	-	-	-	1 mg/kg	-
FAO (1983)	-	-	-	1 ppm	-
Su (mg/L)					
Sıralama					

Tablo 11: Büyük Akgöl sonuçları ile Türkiye'deki diğer ağır metal çalışmalarının karşılaştırılması

Metallerin ortalama değerleri									
	Cd	Cr	Pb	Cu	Hg	Ni	Zn	Mn	Fe
Su									
Büyük Akgöl*	0,024	0,075	0,03	0,043	0,01	0,017	0,07	0,04	0,06
Uluabat(2010)	0,003	0,017	0,105	0,118	-	0,056	0,284	-	-
* Eğırdır*	0,113	0,028	0,054	-	0,003	-	-	-	-
Burdur*	0,12	0,061	0,06	-	0,007	-	-	-	-
Beyşehir•	110	28	86	-	2,07	-	-	-	-
Sultan sazlığı•	0,18	1,57	5,29	4	-	20	12,59	-	-
Sapanca•	2,98	61,97	35,67	18,20	-	46,44	88,52	22,57	-
Uluabat(2007)	0,04	0,021	0,025	0,141	-	0,022	0,13	-	-
* Sediment									
Büyük Akgöl*	4,46	34,22	3,26	26,52	DLA	35,99	55,76	514	13459
Uluabat(2010)	0,699	57,9	110,7	119,2	-	209,4	171	-	-
* Uluabat(2007)	2	9	13	12	-	8	1	-	-
Uluabat(2005)•	0,078	2,95	1,42	0,75	-	-	3,89	-	-
Eğırdır•	8,95	23,30	0,16	-	10,25	-	-	-	-
Burdur•	12,1	52,2	14,2	-	0,136	-	-	-	-
Beyşehir•	13,05	10,63	32,65	-	0,24	-	-	-	-
Sultan sazlığı•	0,21	15,29	7,91	6,72	-	44,38	39,55	-	-
Oligochaeta									
Büyük Akgöl*	-	21,86	8,86	25,45	-	1,02	59,19	5,91	88,6
Uluabat(2010)	0,676	51,09	54,62	194,91	-	23,67	452,87	-	-
* Chironomidae									
Büyük Akgöl*	-	33,5	9,08	41,3	-	33,82	24,3	-	-
Uluabat(2010)	3,13	31,2	1,6	460,8	-	93,04	417,4	-	-
* Esox lucius									
karaciğer									
Büyük Akgöl*	6,28	10,78	3,46	24,26	0,34	37,06	142,89	295,26	1703,7
Işıklı*	-	DLA	-	DLA	-	-	0,13	DLA	0,25
Su Kirliliği									
Kontrol									
yönetmeliği*									
I	0,003	0,02	0,01	0,02	0,1	0,02	0,2	0,1	0,3
II	0,005	0,05	0,02	0,05	0,5	0,05	0,5	0,5	1
III	0,01	0,2	0,05	0,2	2	0,2	2	3	5
IV	>0,01	>0,2	>0,05	>0,2	>2	>0,2	>2	>3	>5
EPA*									
	0,004	0,016	0,065	0,013	0,002	0,470	0,120	0,15	1
TEL	0,6	37,3	35	35,7	0,174	18	123	-	-
ERL	5	80	35	70	0,15	30	120	-	-
LEL	0,6	26	31	16	0,2	16	120	-	-
MET	0,9	55	42	28	0,2	35	150	-	-
PEL	3,53	90	91,3	197	0,48	36	315	-	-
ERM	9	145	110	390	1,3	50	270	-	-
TET	3	100	170	86	1	61	540	-	-

Tablo 12: Metallerin *Esox lucius* kas, karaciğer, solungaç, sediment ve su ile olan korelasyonu

Çinko		Korelasyon Katsayısı(<i>r</i>)	<i>p</i>	
		Solungaç-Sediment	0,675	0,002
Silisyum				
		Karaciğer-Kas	0,900	<,0001
		Solungaç-Kas	0,754	<,0001
		Solungaç-Karaciğer	0,782	<,0001
	Sediment-Solungaç	0,615	0,004	
Fosfor				
		Karaciğer-Kas	0,586	0,007
		Su-Kas	0,490	0,028
		Solungaç-Karaciğer	0,637	0,003
		Su-Karaciğer	0,615	0,004
	Su-Solungaç	0,622	0,003	
Nikel				
	Karaciger-Solungaç	0,878	<,0001	
Sodyum				
		Karaciğer-Kas	0,710	<,0001
		Solungaç-Kas	0,472	0,035
		Sediment-Kas	0,838	<,0001
		Sediment-Karaciğer	0,565	0,009
	Sediment-Solungaç	0,514	0,02	
Demir				
		Sediment-Kas	0,546	0,013
		Su-Kas	0,632	0,003
	Su-Sediment	0,714	<,0001	
Bakır				
		Sediment-Kas	0,488	0,029
		Solungaç-Karaciğer	0,460	0,048
		Sediment-Karaciğer	0,578	0,01
	Sediment-Solungaç	0,669	0,002	
Krom				
		Kas-Karaciğer	0,646	0,003
	Solungaç-Karaciğer	0,863	<,0001	
Kalsiyum				
		Karaciğer-Kas	0,494	0,027
	Solungaç-Karaciğer	0,504	0,024	
Bor				
		Sediment-Karaciğer	0,745	<,0001
Gümüş				
		Solungaç-Karaciğer	0,702	0,001
Kadmiyum				
		Su-Solungaç	0,804	<,0001
		Karaciğer-Solungaç	0,862	<,0001
		Sediment-Solungaç	0,868	<,0001
		Karaciğer-Su	0,690	0,001
		Sediment-Su	0,872	<,0001
		Karaciğer-Kas	0,564	<,012
	Karaciğer-Sediment	0,880	<,0001	

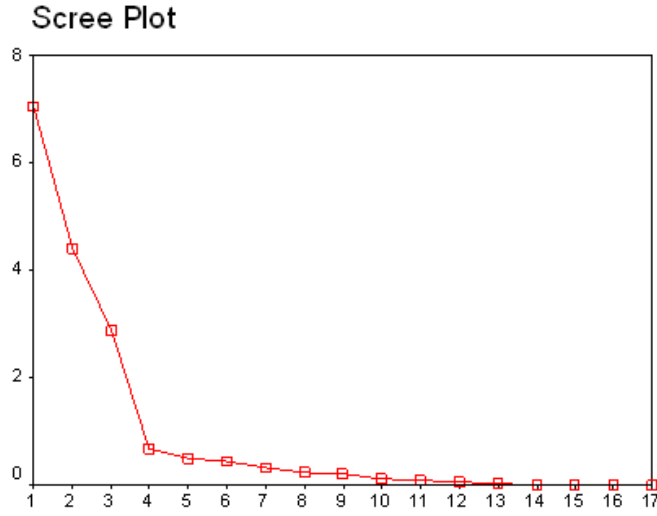
Tablo 13: Büyük Akgöl suda fiziksel, inorganik ve organik kimyasal parametrelerin korelasyonu

		Korelasyon Katsayısı(<i>r</i>)	<i>p</i>
Çözünmüş Oksijen	Sülfat	0,486	0,030
	B	0,714	<0,0001
	Cd	-0,657	0,002
	Mg	-0,570	0,009
Turbidite	S	0,461	0,041
	BOI	-0,615	0,004
Toplam Fosfor	Sodyum	-0,448	0,048
	S	0,733	<0,0001
	Si	0,686	0,001
	Na	-0,448	0,048
	KOI	-0,539	0,014
	BOI	-0,596	0,006
	Ca	-0,629	0,003
	P	0,678	0,001
Kondüktivite	K	0,555	0,011
	Sülfat	-0,586	0,007
Sodyum	S	-0,483	0,031
	Sülfat	0,550	0,012
	Si	-0,804	<0,0001
	B	0,459	0,042
	Ca	0,646	0,002
	Cd	-0,650	0,002
	Mg	-0,794	<0,0001
	P	-0,769	<0,0001
BOI	K	-0,760	<0,0001
	S	-0,799	<0,0001
	Si	-0,525	0,017
	KOI	0,637	0,003
	Ca	0,606	0,005
B	K	-0,454	0,044
	Sülfat	0,647	0,002
	Na	0,459	0,042
	Cd	-0,656	0,003
Ca	Mg	-0,609	0,004
	S	-0,722	<0,0001
	Si	-0,945	<0,0001
	Na	0,646	0,002
	KOI	0,593	0,006
	Cd	-0,781	<0,0001
	Mg	-0,852	<0,0001
Cd	K	-0,665	0,001
	Si	0,767	<0,0001
	Nitrat	0,549	0,012
	Na	-0,650	0,002
	Mg	0,935	<0,0001
Mg	K	0,524	0,018
	Sülfat	-0,536	0,021
	Si	0,767	<0,0001
	Nitrat	0,549	0,039
	Na	-0,650	<0,0001
	K	0,574	0,008

P	Si	0,591	0,006
	Na	-0,769	<0,0001
	K	0,755	<0,0001
K	S	0,491	0,028
	Si	0,765	<0,0001
	Na	-0,760	<0,0001
Sülfat	Nitrit	0,705	0,001
	Na	0,550	0,012
S	Si	0,656	0,002
	KOI	-0,748	<0,0001
Si	Na	-0,804	<0,0001
	KOI	-0,593	0,006

Büyük Akgöl'den alınan balıkların karaciğer, solungaç ve kas dokularında belirlenen ağır metallerin, suda ve sedimentteki ağır metallerle olan ilişkisi korelasyon ile gösterilmiştir (Tablo 12). Silisyum metalinin karaciğer ile kas dokusu arasındaki korelasyonu, Nikelin karaciğer ile solungaç arasındaki korelasyonu oldukça güçlüdür. Fosforun su ile kas dokusu arasındaki korelasyon orta şiddetlidir. Sodyumun sediment ile kas dokusu arasındaki korelasyonu güçlüdür, solungaç ile kas arasındaki korelasyon ise orta şiddettedir. Kadmiyumun karaciğer ile sediment arasındaki korelasyonu güçlü iken karaciğer ile kas arasındaki korelasyonu orta düzeydedir.

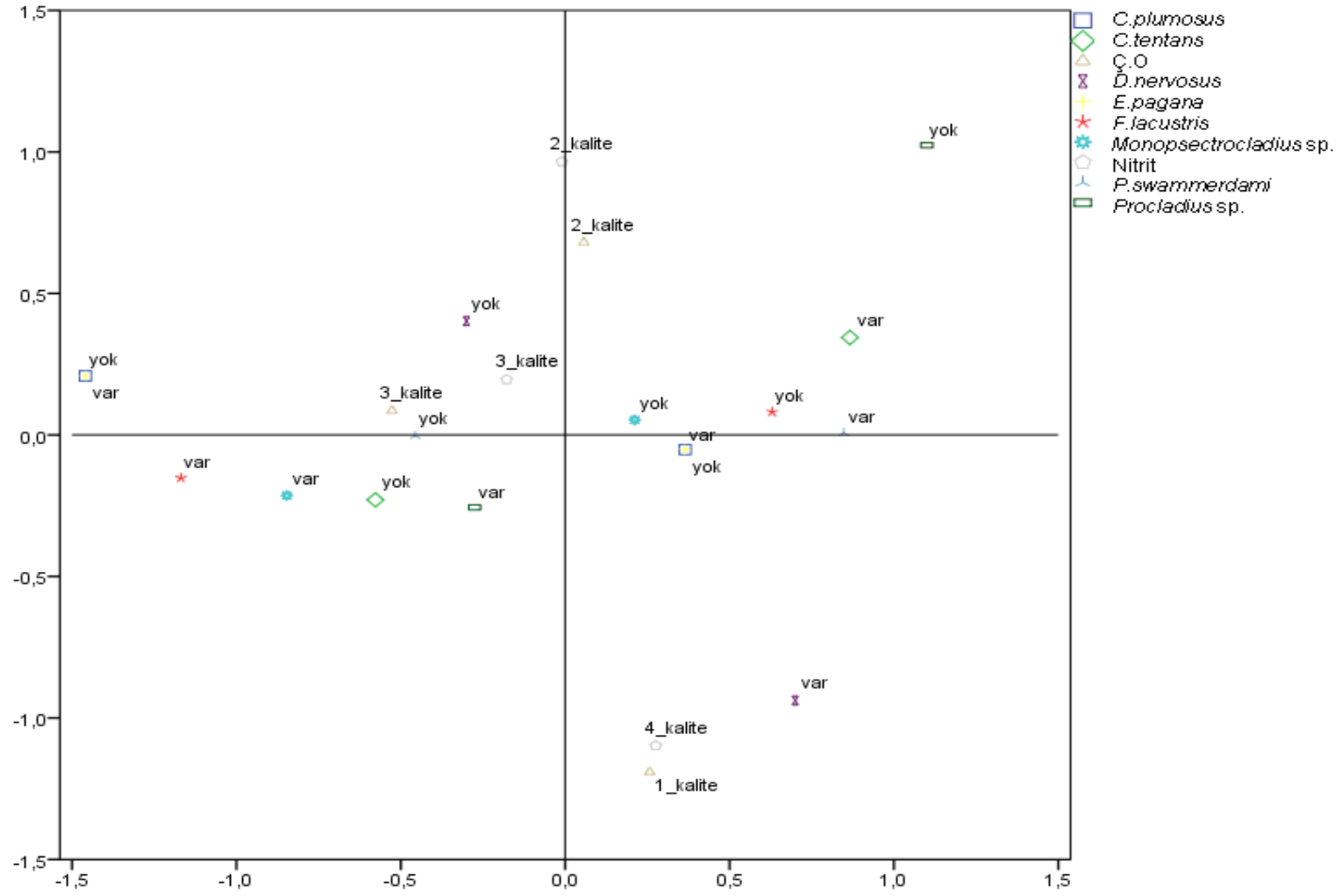
Büyük Akgöl suda fiziksel ve inorganik ve organik kimyasal parametrelerin korelasyonu Tablo 13'te gösterilmiştir. Çözünmüş oksijen ile bor arasında güçlü korelasyon vardır. Sodyum silisyum arasındaki korelasyon negatif yönde güçlüdür. Sodyum magnezyum arasındaki korelasyon negatif yönde güçlüdür. Kadmiyumun magnezyum ile korelasyonu güçlü iken, potasyum ile olan korelasyonu orta düzeydedir.

Şekil 8: Faktör Analizi**Tablo 14:** Faktör Analizi

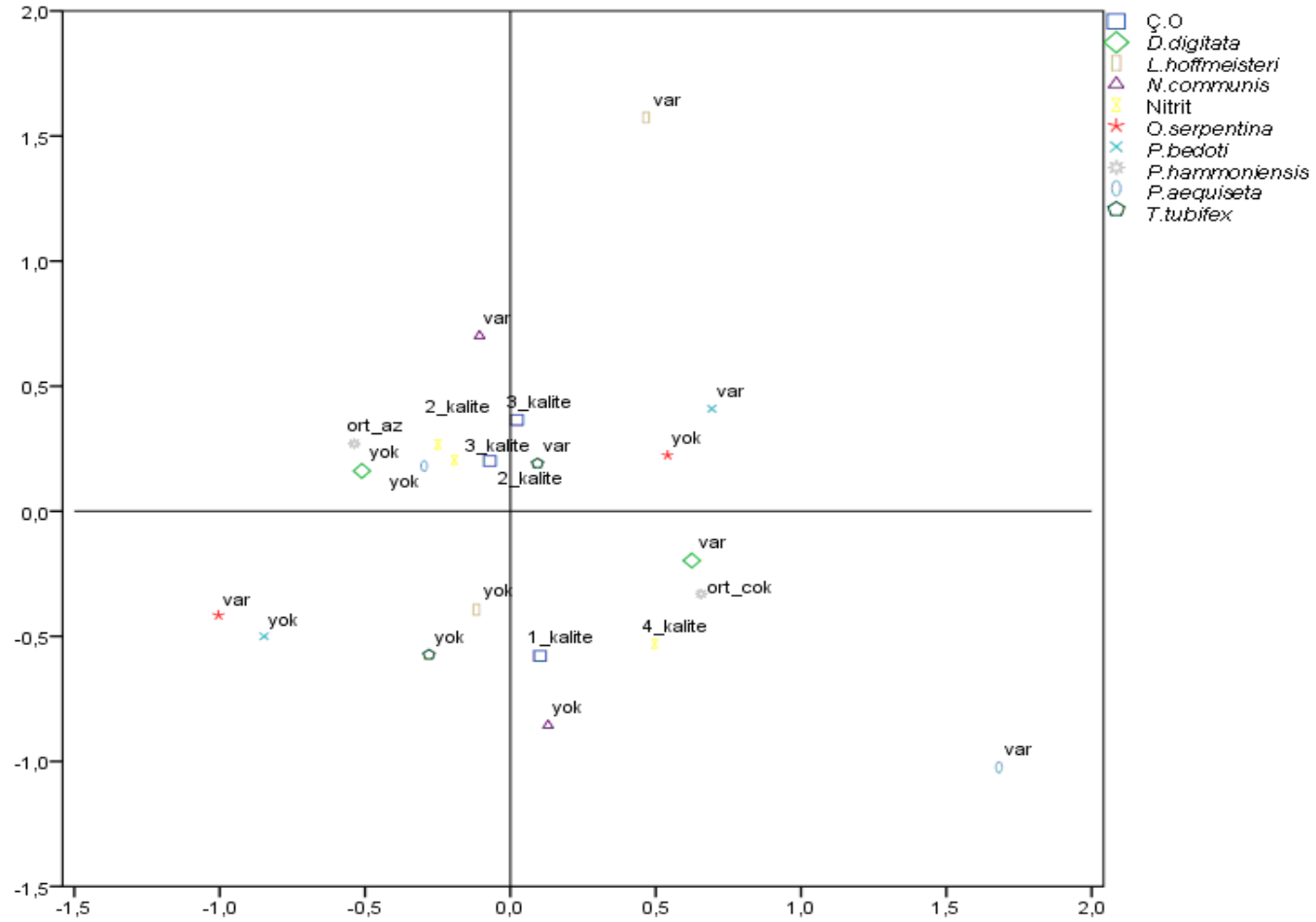
Parametreler	F1	F2	F3
Pb	0,961		
Cu	0,955		
Se	0,948		
K	0,910		
P	0,906		
Si	0,831		
Ni	0,771		
Toplam Fosfor	0,672		
Mn		0,931	
KOI		0,878	
Zn		0,857	
Amonyum		0,798	
BOI		0,714	
Çözünmüş Oksijen			0,888
B			0,878
Hg			0,873
Sülfat			0,692

Büyük Akgöl sudaki fiziksel, inorganik ve organik kimyasal parametrelerin faktör analizi Tablo 14’te gösterilmiştir. Tablodaki değişkenler üç faktör altında toplanmıştır. Faktör 1 ile %39,33’ünü, Faktör 2 ile %24,79’ünü, Faktör 3 ile %20,28’ini, toplam 3 Faktörle ise %84’ünü açıklayabiliyoruz. Pb, Cu, Se, K, P, Si, Ni ve Toplam Fosfor F1 altında; Mn, KOI, Zn, Amonyum ve BOI F2 altında; Çözünmüş Oksijen, B, Hg ve Sülfat ise F3 altında toplanmıştır.

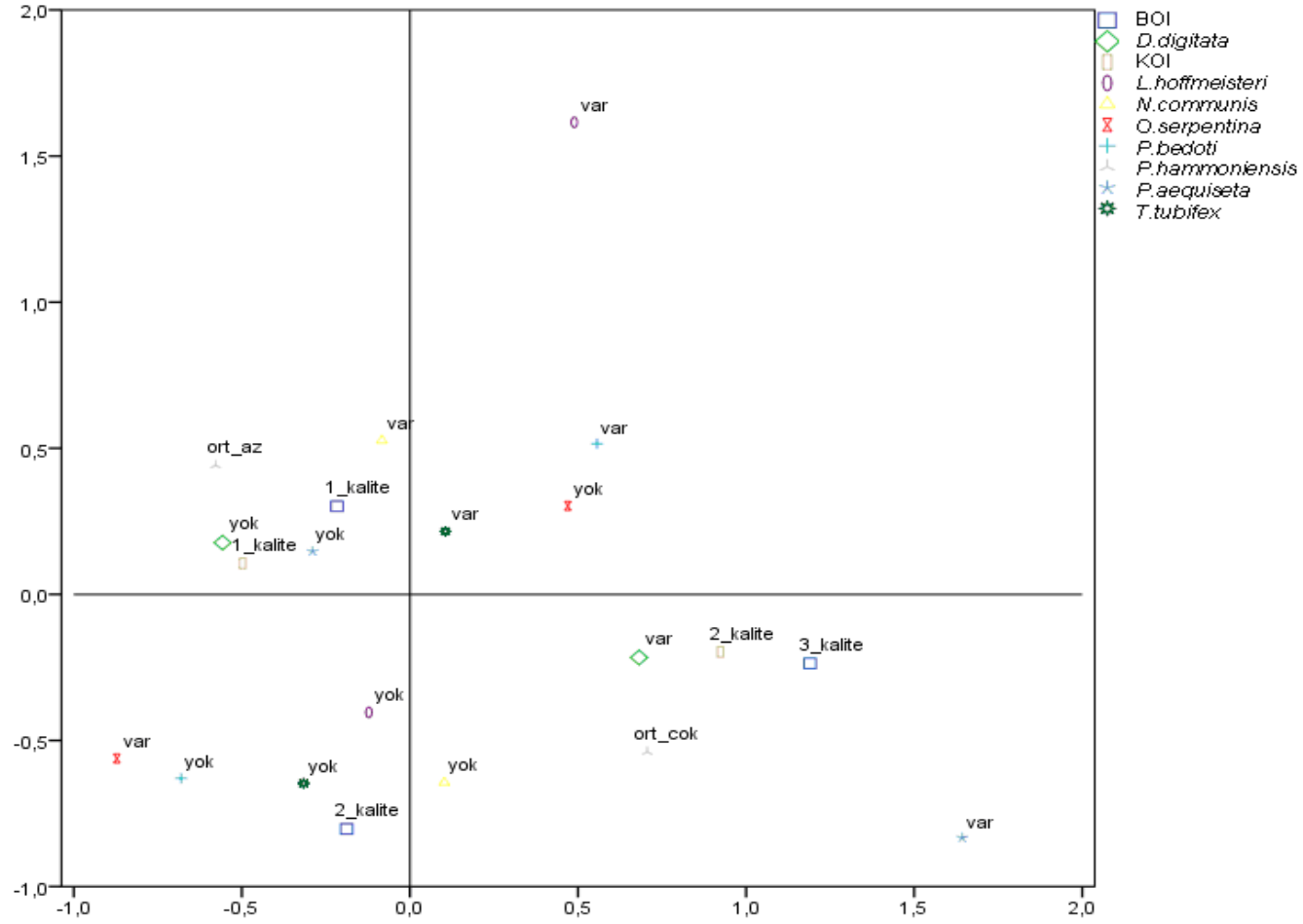
Şekil 9: Büyük Akgöl' de Chironomidae türlerinin dağılımlarına etki eden Çözünmüş Oksijen ve Nitrit parametrelerinin ilişkisel CANOCA grafiği



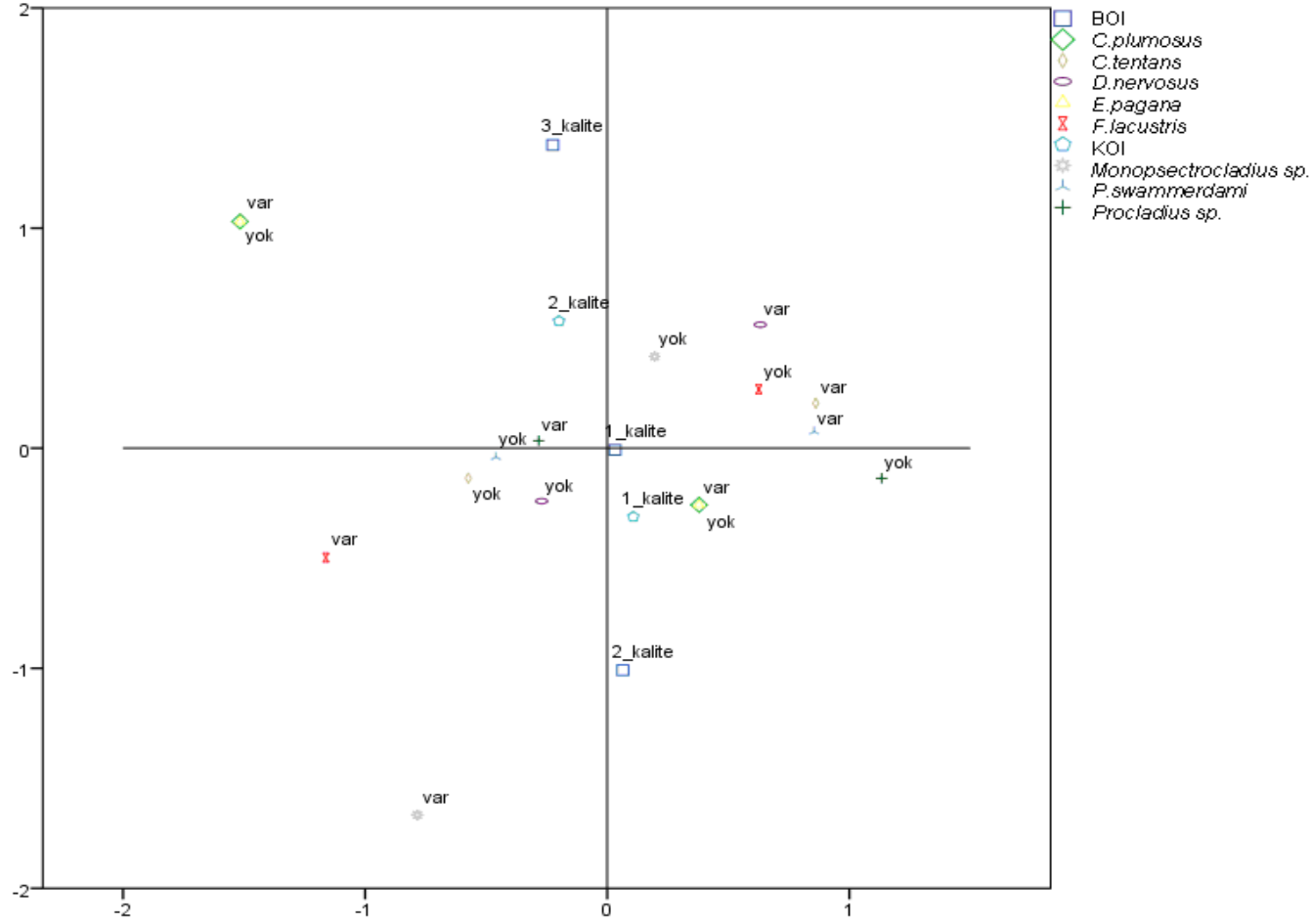
Şekil 10: Büyük Akgöl' de Oligochaetae türlerinin dağılımlarına etki eden Çözünmüş Oksijen ve Nitrit parametrelerinin ilişkisel CANOCA grafiği



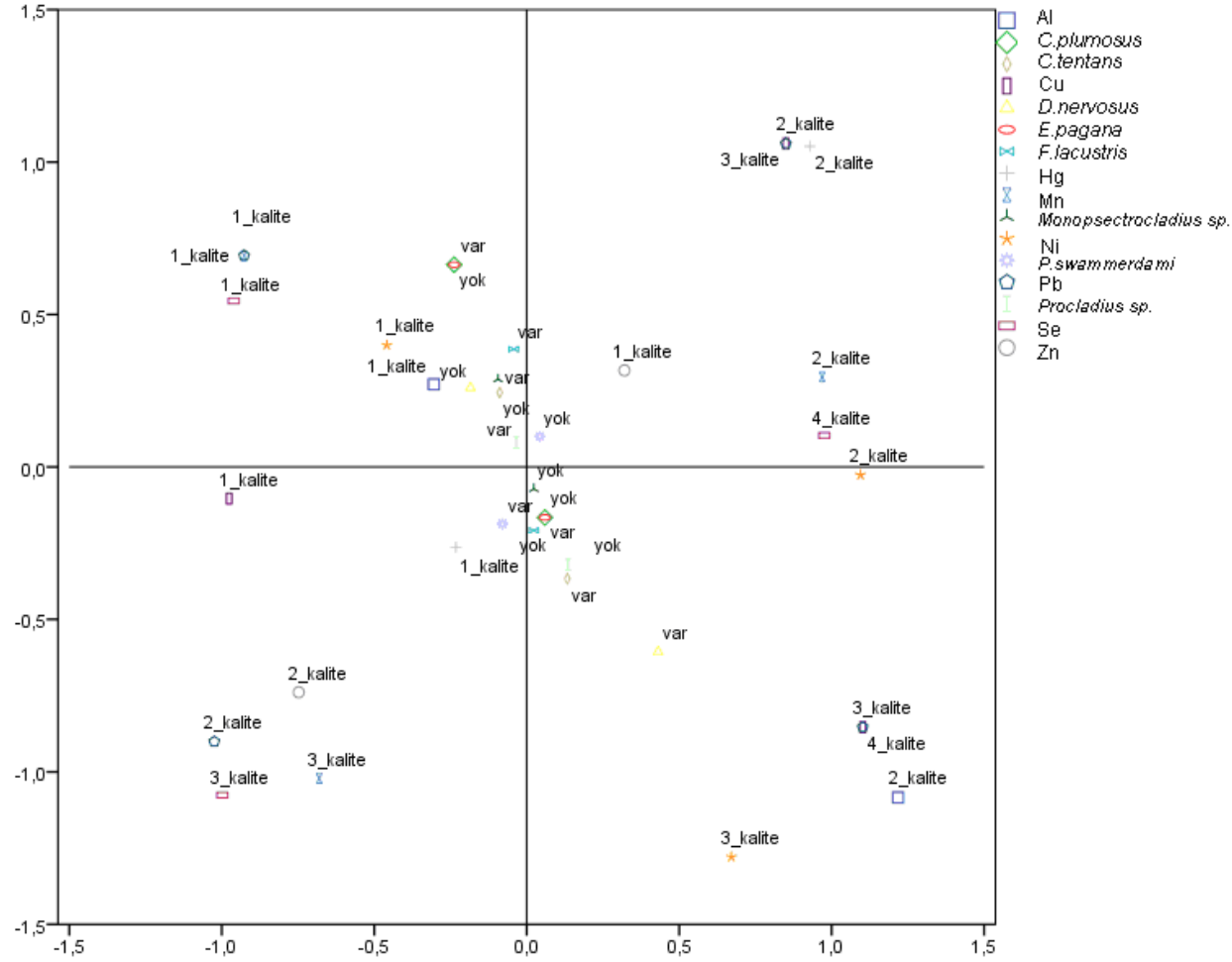
Şekil 11: Büyük Akgöl' de Oligochaeta türlerinin dağılımlarına etki eden BOI ve KOI parametrelerinin ilişkisel CANOCA grafiği



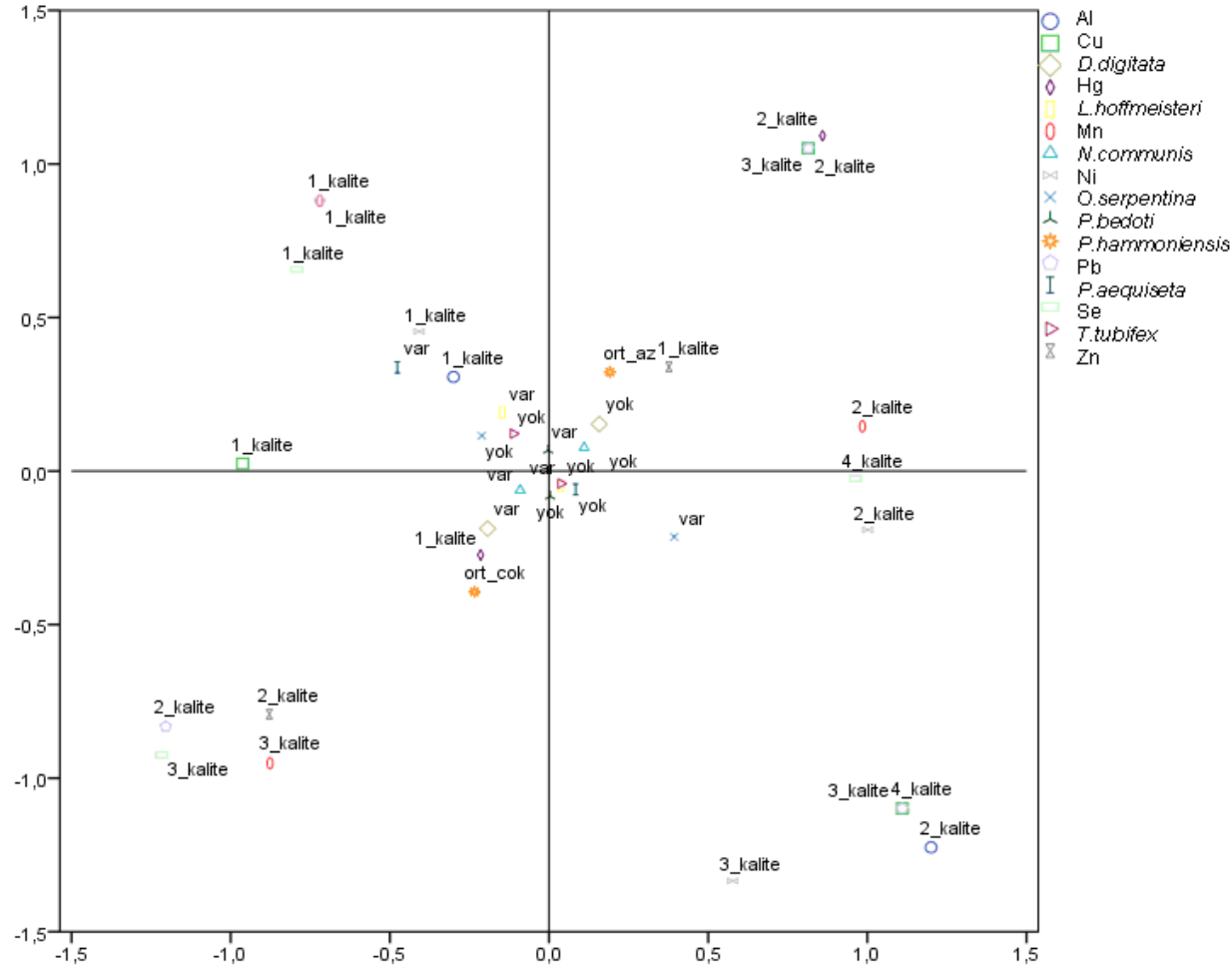
Şekil 12: Büyük Akgöl' de Chironomidae türlerinin dağılımlarına etki eden BOI ve KOI parametrelerinin ilişkisel CANOCA grafiği



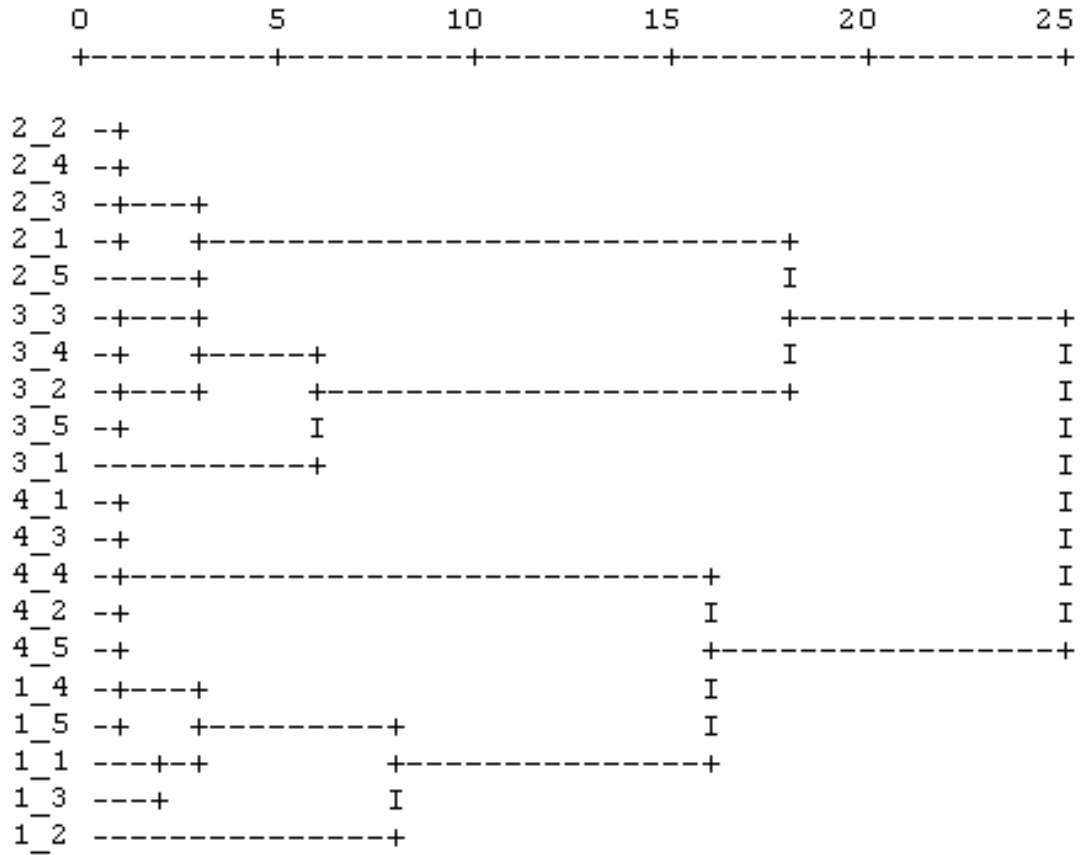
Şekil 13: Büyük Akgöl' de Chironomidae türlerinin dağılımlarına etki eden metallerin ilişkisel CANOCA grafiği



Şekil 14: Büyük Akgöl’ de Oligochaeta türlerinin dağılımlarına etki eden metallerin ilişkisel CANOCA grafiği

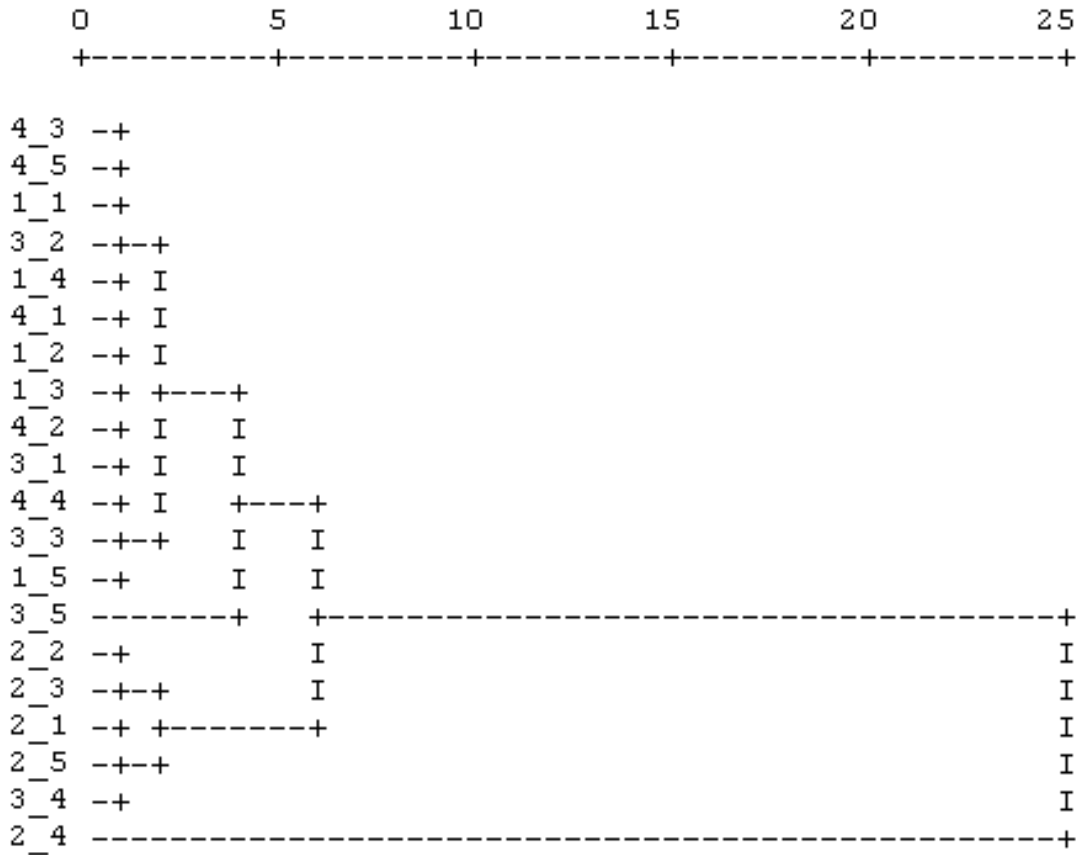


Şekil 15: Büyük Akgöl sudaki metaller bakımından mevsim ve istasyonların benzerlik ilişkisini gösteren Kümeleme Analizi



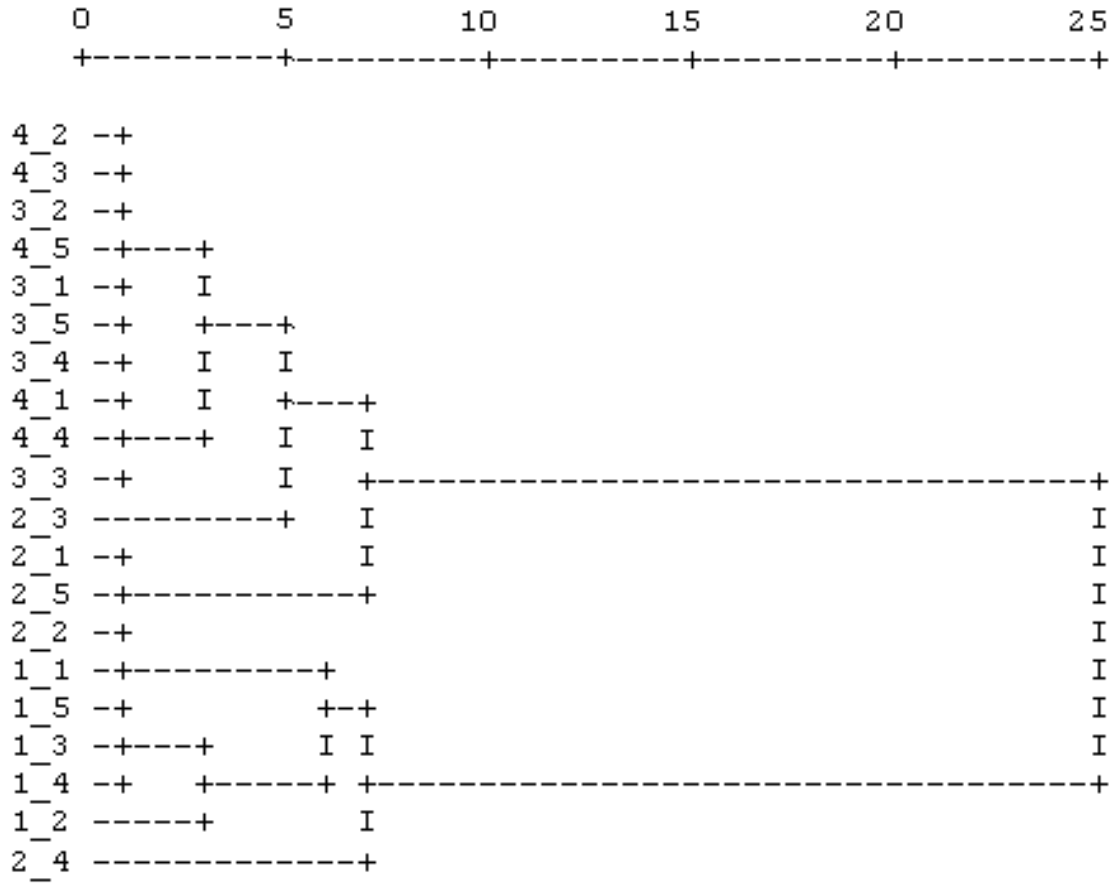
Büyük Akgöl suyundaki ağır metallerin, mevsimler ve istasyonlarla olan ilişkisi Şekil 15'te gösterilmiştir. Sonbahar mevsiminde 1, 2, 3, 4 ve 5. istasyonlar bir küme oluşturmuşlardır. Kış mevsiminde 2, 3, 4 ve 5. istasyonlar bir küme oluşturmuşlardır. İlkbahar mevsiminde 1, 2, 3, 4 ve 5. istasyonlar bir küme oluşturmuşlardır. Yaz mevsiminde ise 1, 3, 4 ve 5. istasyonlar ayrı bir küme oluşturmuşlardır.

Şekil 16: Büyük Akgöl sudaki Çözünmüş Oksijen ve Nitrit bakımından mevsim ve istasyonların benzerlik ilişkisini gösteren Kümeleme Analizi



Büyük Akgöl suyundaki Çözünmüş oksijen ve nitritin mevsim ve istasyonlarla olan benzerlik ilişkisi Şekil 16' da gösterilmiştir. Bu grafikte Sonbahar mevsimi 1, 2, 3. istasyonlar ve Kış mevsimi 4, 5. istasyonlar bir küme oluşturmuştur. İlkbahar mevsimi 1, 2, 3, 4, 5. istasyonlar, Yaz mevsimi 1, 2, 3, 4, 5. istasyonlar ve Kış mevsimi 1, 2, 3. istasyonlar ayrı bir küme oluşturmuşlardır. Sonbahar mevsimi 4. istasyon ise ayrı bir küme oluşturmuştur.

Şekil 17: Büyük Akgöl sudaki BOI ve KOI bakımından mevsim ve istasyonların benzerlik ilişkisini gösteren Kümeleme Analizi



Büyük Akgöl suyundaki BOI ve KOI değerlerinin mevsim ve istasyonlarla olan benzerlik ilişkisi Şekil 17’de gösterilmiştir. Grafikte İlkbahar mevsimi 1, 4, 5. istasyonlar, ve Kış mevsimi 1, 4, 5. istasyonlar ayrı bir küme oluşturmuşlardır. Yaz mevsimi ise 2, 3, 4. istasyonlar ayrı bir küme oluşturmuşlardır.

5. TARTIŞMA/SONUÇ

5.1. Zoobentik Bulgular

Büyük Akgöl bentozundan mevsimsel olarak toplanan örneklerden (toplamda 8736 birey) 10 Gastropoda, 1 Bivalvia, 9 Oligochaeta, 9 Chironomidae türü olmak üzere toplam 29 tür tespit edilmiştir. Bu sayı tür düzeyinde tespit edilmeyen gruplarla beraber (Trichoptera, Ceratopogonidae, Ephemeroptera, Odonata, Chaoboridae, Hirudinea) toplamda 35 takson olmaktadır. Tablo 1a-e'de de görüldüğü gibi Büyük Akgöl bentozu yüksek bir taksonomik çeşitlilik göstermemektedir. İstasyonlar bazında dominant türlere bakıldığında ise;

1.istasyonun dominant türü % 23,2 dominansi değeri ile Bivalvia'dan *Dressenia polymorpha* 'dır. 1. istasyonda Gastropoda'nın dominant türü % 19,9 dominansi değeri ile *Viviparus viviparus*, Oligochaeta'nın dominant türü % 10,2 dominansi değeri ile *Potamothrix hammoniensis*, Chironomidae'nin dominant türü % 1,9 dominansi değeri ile *Chironomus (Camptoch) tentans* olarak tespit edilmiştir. 2. istasyonun dominant türü % 37,2 dominansi değeri ile Gastropoda'dan *Lymnea stagnalis*'dir. 2. istasyonda Bivalvia'nın dominant türü % 20,2 dominansi değeri ile *D. polymorpha*, Gastropoda'nın dominant türü % 16,3 dominansi değeri ile *V. viviparus* Oligochaeta'nın dominant türü % 4,4 dominansi değeri ile *P. hammoniensis* Chironomidae'nin dominant türü % 2,0 dominansi değeri ile *Chironomus (Camptoch) tentans* olarak tespit edilmiştir. 3. istasyonun dominant türü % 27,2 dominansi değeri ile Gastropoda'dan *Planorbarius corneus*'dur. 3. istasyonda Bivalvia'nın dominant türü % 22,6 dominansi değeri ile *D. polymorpha*, Oligochaeta'nın dominant türü % 10,3 dominansi değeri ile *P. hammoniensis*, Chironomidae'nin dominant türü % 2,0 dominansi değeri ile *Procladius (Holotanypus) sp.* olarak tespit edilmiştir. 4. istasyonun dominant türü % 37,1 dominansi değeri ile Gastropoda'dan *V. viviparus*'dur. 4.istasyonda Bivalvia'nın dominant türü % 28,4 dominansi değeri ile *Borysthenia naticina*, Oligochaeta'nın dominant türü % 5,4 dominansi değeri ile *P. hammoniensis*, Chironomidae'nin dominant türü % 3,5 dominansi değeri ile *Parachironomus swammendami* olarak tespit edilmiştir. 5. istasyonun dominant türü % 40,0 dominansi değeri ile Bivalvia'dan *D. polymorpha*'dır. 5. istasyonda Gastropodanın dominant türü % 15,9 dominansi değeri ile *D. polymorpha*, Oligochaeta'nın dominant türü % 12,9 dominansi değeri ile *P. hammoniensis*, Chironomidae'nin dominant

türü % 3,7 dominansi değeri ile *C. (Camptoch) tentans* olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin çoğu da (*Lymnea stagnalis*, *Viviparus viviparus*, *Dressenia polymorpha*, *Potamothrix hammoniensis*, *Limnodrillus hoffmeisteri*, *Chironomus plumosus*, *Chironomus (Camptoch) tentans* gibi) her türlü habitat koşullarına uyum gösterebilen, geniş tolerans aralığına sahip türlerdir (BRINKHURST ve JAMIESON, 1971; SARKKA, 1994; CRANSTON, 1982). Bu türlerin varlığı ve yoğunluğu, ayrıca zoobentik yapının fakir olması ve takson çeşitliliğinin azlığı gölün kirlenmiş ve kirlenmekte olduğunu ayrıca gölün ötrofikasyon sürecine girdiğini göstermektedir.

Büyük Akgöl'de Gastropoda ve Bivalvia gruplarının baskınlığı gözlenmektedir. Gölün dominant türleri; Bivalvia'dan % 26,94'lük oranla *Dressenia polymorpha* olarak tespit edilmiştir. Bunu sırayla; Gastropoda'dan % 16,84 ile *Viviparus viviparus*, % 12,79 ile *Lymnea stagnalis*, 10,46 ile *Borysthenia naticina*, Oligochaeta'dan % 8,36 ile *Potamothrix hammoniensis* ve Gastropoda'dan % 5,57 ile *Planorbarius corneus* takip etmektedir (Tablo 1a-e).

Dressenia polymorpha hem gölün hem de yapılan mevsimsel örneklemelemlerde tespit edildiği gibi 1. İstasyon zoobentozunun % 23,2'sini, 5. İstasyon zoobentozunun ise % 40'ını oluşturmaktadır. Bu oranlar oldukça yüksektir (Tablo 1a-e).

Zebra midyesi olarak da adlandırılan, *Dreissena polymorpha* Karadeniz ve Hazar Denizi'nin doğal türü olup, küçük, kolay ve hızlı yayılış gösteren ekonomik anlamda ekosisteme zarar verebilen, çok hızlı üreyen küçük bir bivalviadır (MACKİE et al, 1989). 19. yüzyıldan önce *Dreissena polymorpha* sadece Karadeniz, Hazar Denizi ve Azov Denizi'nde bulunduğu bilinmektedir (STANCZYKOWSKA, 1977). 1800-1900'lü yıllar arasında Kuzeybatı Rusya, Orta ve Batı Avrupa, Güney İskandinavya, İrlanda ve Kuzey Amerika'ya kadar yayılış gösterdiği saptanmıştır (GOLLASCH et al. 1999; MİNCHİN et al. 2002). Günümüzde ise Avrupa'nın neredeyse tamamında, Batı Asya, Türkiye'nin güney kesimlerinden de rapor edildiği bildirilmiştir (MACKİE et al. 1989).

D. polymorpha'nın habitat tercihinin genellikle göller, akarsular ve acı su özelliği gösteren lagünler olduğu; daha çok suların serin kesimlerini tercih ettiği, sert substrat yapısına sahip nispeten taşlık zemin ve makrofitlerin yoğun olduğu kesimleri tercih ettiği bildirilmiştir

(BUSCH et al, 1995). Büyük Akgöl'ün nerdeyse tamamı makrofitlerce kaplanmış durumda olması ve yüksek oranda bu türün gölde tespit edilmiş olması bu bilgilerle paraleldir.

D. polymorpha sahip olduğu yüksek oranda filtrasyon kapasitesi ve hızlı çoğalarak populasyon yoğunluğunu artırabilmesinden dolayı bulunduğu habitattaki diğer benzer şekilde beslenen canlılar için ciddi bir rakip ve negatif etkisi olduğu bilinmekte; bununla birlikte, olarak mavi-yeşil algleri artışını ve suyun bulanıklılığını azaltarak ötrifikasyon sürecini indirek bir şekilde olumlu yönde de etkilemektedir (HAMBURGER et al, 1990). Ancak *D. polymorpha*'nın bulunduğu habitatlarda planktonların büyük bir kısmını tükettiğini, bunun bazı balık populasyonlarına negatif etki edebileceği bildirilmiştir (HAMBURGER et al, 1990). Buna ilaveten *D. polymorpha*, bulunduğu habitatların doğal türleri olabilen *Unio* and *Anodonta* cinslerine ait, özellikle de kırmızı listede olan türlerin kabuklarını da tutunma substratı olarak kullandığından dolayı bu türlerin filtrasyonlarını engelleyerek popuslayon yoğunluklarını azalttığı ve habitat darlığından dolayı yok olmalarına sebep olduğu da belirtilmektedir (BOHMER et al, 2001).

Büyük Akgöl'de *Bivalvia* grubundan *D. polymorpha* dışında çok az örneğe rastlanılmış olması bahsedilen özelliklerinden dolayı diğer *bivalvia* türlerinin gelişimini negatif yönde etkilemiştir.

İnsan sağlığı ve ekonomik açıdan *D. polymorpha*'nın etkileri üzerine de pek çok araştırma bulunmakla beraber genellikle türün sahip olduğu üçgen yapı ve keskin kenarlı olması, artan populasyon yoğunluklarında, insanlarda derin kesikler şeklinde yaralanmalara sebep olduğu; çok hızlı üreyebildiğinden yığınlar oluşturarak su borularını tıkadığı ve bu şekilde içme-kullanma suyu elde edilen yerlerde zarara yol açtığı, tekne ve gemilerin altını kapladığı, akuakültür araç ve gereçlerinde deformasyon yarattığı belirtilmektedir (GOLLASCH and LEPPÄKOSKI 1999, MINCHIN et al, 2002). Aynı zamanda yüksek birey sayıları nedeniyle öldüklerinde çürümelerinin korozyonu hızlandırdığı da bilinmektedir (BERNAUER et al, 1996). Büyük Akgöl'de *D. polymorpha*'nın dominant tür olması, çok derin olmayan gölden sulama, kullanma suyu eldesi ve su çekimi sayesinde su seviyesinin hızla düşmesine neden olmakta ve korozyonun da hızlanmasıyla türün gelecekteki populasyon yoğunluğunun daha da artacağına bir göstergesidir.

MINCHIN et al. (2002) tarafından yapılan araştırmada *D. polymorpha*'nın bulunduğu habitata etkileri; substratı sertleştirecek şekilde doldurmak, suyun berraklığını indirekt olarak arttırmak, sualtı makrofitleri arttırmak, bentoz karakteristiğini değiştirmek, Unionoida popülasyonunun dūřmesini sağlamak, besin zinciri dinamiğini değiştirmek ve fosfor dōngüsünü değiştirmek şeklinde sıralanmaktadır. Sayılan tüm bu olumsuz (suyun berraklığını indirekt olarak arttırarak ötrikasyon sürecini uzatması hariç) etkilerin Büyük Akgöl'de gerçekteşmemesi için hiçbir neden yoktur. Bu yüzden *D. polymorpha* popülasyonunun kontrol altına alınması gerekmektedir.

Gölün diğer dominant türleri yine Mollusca'dan, Gastropoda sınıfından *Viviparus viviparus*, *Lymnea stagnalis*, *Borysthenia naticina* ve *Planorbarius corneus*'dur. Gastropod'ların Pulmonata alt sınıfına ait türlerinin geniş ekolojik tolerans sınırları nedeniyle pek çok su sisteminde yayılış gösterebildikleri, zoocoğrafik yayılışlarında önemli bir ayırt edicilik bulunmayıp türlerin kalitatif ve kantitatif yayılışlarının, yayılış gösterdikleri sucul sistemin ekolojik özellikleri hakkında fikir verebileceği belirtilmektedir (ERTAN et al, 1996; ELANGO VAN et al, 1997). Çalışma alanında tespit edilen Büyük Akgöl'ün dominant türlerinden olan *Lymnea stagnalis*, *Viviparus viviparus* ve *Borysthenia naticina* gastropodların öriyok türleri olarak kabul edilmektedir. Söz konusu türlerin gerek birey sayısının çok olması gerekse göl zoobentozundaki hâkimiyeti bu bilgileri destekler niteliktedir.

Pulmonata grubu içinde *Gyraulus*, *Radix* ve *Physa* cinsleri su kirliliğinin tespitinde biyoindikatör türler olarak değerlendirilmektedir (HARMAN, 1974). Benzer şekilde *Gyraulus albus* ve *Physa acuta* 1981 yılında Mouthan tarafından yapılan bir çalışmada bu iki türü Gastropoda grubu içinde kirliliğe karşı toleransı en yüksek türler olarak bildirmektedir. Söz konusu 3 pulmonat türünün az sayıda da olsa gölde tespit edilmiş olması göldeki kirliliğin bir göstergesidir.

Prosobranchia alt sınıfına ait bireylerin tatlısularda yayılış gösterenleri genel olarak ekolojik faktörlere hoşgörülerini sınırlı stenök türler olarak kabul edilmekte, bu nedenle lokalize oldukları farklı bölgelerde değişken ekolojik faktörlere uyumları ve oluşturdukları üreme birlikleri nedeniyle geniş şekilde türleşme ve alttürleşme gösterdikleri bildirilmektedir (YILDIRIM, 1999). İzlanda hariç tüm Avrupa'da yaygın olarak bulunduğu bildirilen (ILLIES,

1978) *Valvata piscinalis* çalışma alanımızda en az populasyon yoğunluğu gösteren (% 0,83) prosobranch türlerinden biridir. Buna ilaveten yine Prosobranchia alt sınıfından gölde tespit edilen *Bithynia* sp. 'nin göldeki populasyon yüzdesi (% 1,17) diğer pulmonatlarla karşılaştırıldığında çok azdır. Hyman tarafından *Bithynia* genusunun bütün üyelerinin tatlısulara yaşadığı ve özellikle organik madde açısından zengin sulara da bulunabileceği bildirilmiştir (HYMAN, 1967).

Bulgular Prosobranch'ların tatlısulardaki yayılış kısıtlanmaları ve hoşgörü aralıklarının düşük olması ile ilgili bilgileri destekler niteliktedir.

Gölün diğer dominant türü ise Oligochaeta'dan *Potamothrix hammoniensis* (% 8,36) dir. *P. hammoniensis* bir *Tubificidae* üyesidir. Bazı *Tubificidae* üyeleri (*Limnodrilus spp.*, ve *Potamothrix spp.*) ile bazı *naididae* üyeleri (*Dero spp.* ve *Nais spp.* gibi) sudaki oksijen eksikliğine karşı toleranslı türler olup ekolojik hoşgörülerinden ve tolerans yeteneklerinden dolayı pek çok araştırmacı tarafından daha farklı bir grup olarak ele alınmaktadır (BRINKHURST ve JAMIESON, 1971). Oligochaeta bireylerinin minerilizasyondaki etkileri, farklı ekolojik tercihlerinden ve toleranslarından dolayı pek çok Oligochaeta türü araştırmacılar tarafından özellikle de ekolojistler tarafından su kalitesi çalışmalarında biyoindikatör türler olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber metal kirliliğine karşı toleranslarının diğer gruplara göre daha az olduğu da bilinmektedir (BRINKHURST ve JAMIESON 1971; WETZEL et al, 2002). Büyük Akgöl zoobentozunun % 13'ünü Oligochaeta bireyleri oluşturmaktadır. Büyük Akgöl'de *Potamothrix hammoniensis* ile beraber tespit edilen Oligochaeta türlerinin çoğu (*Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Potamothrix bedoti*, *Dero digitata*, *Nais communis* ve *Ophidonais serpentina*) öriyök türler olup, her türlü su sisteminde yaşayabilen türlerdir. *Tubifex tubifex*'in tolerans değerinin 10 (BARBOUR et al,1999), *Limnodrilus hoffmeisteri* ve *Dero digitata*'nın 10 (BODE et al,1996), *Potamothrix hammoniensis*, *Nais communis* ve *Pristina aequisetata*'nın tolerans değerinin 8 (BARBOUR et al,1999) olduğu bildirilmiştir. Sucul ortam canlılarında 1 ile 10 arasında sınıflandırılan tolerans değerleri yükseldikçe o türün ekolojik hoşgörü sınırlarının arttığını göstermektedir. Oligochaeta grubundan Büyük Akgöl'de tespit edilen tüm türlerin tolerans değerlerinin 8 ve üzeri olması, takson sayısının ve bunun doğal bir sonucu olarak tür çeşitliliğinin az olması göldeki olumsuz koşulları göstermektedir.

Tatlısu tabanında geniş tolerans aralıklarından dolayı istisnalar olmakla beraber genellikle Mollusca, Chironomidae (Diptera) ve Oligochaeta abundanslarının diğer gruplara göre daha fazla olduğu bilinmektedir (MANDAVILLE, 2002). Bu çalışmada Bivalvia ve Gastropoda bireylerinin dominant olması bu bilgi ile paraleldir. Ancak Oligochaeta ve Chironomidae birey sayıları bu iki dominant grubun birey sayılarına göre oldukça azdır. Bunun sebebi ise;

i-Oligochaeta ve Chironomidae bireylerinin habitat tercihleri daha ziyade yumuşak zeminlerden yana olması;

ii- *D. polymorpha*'nın daha önce de belirtildiği substrat yapısı ve dolayısı ile bentoz çeşitliliğine olan negatif etkisi ile açıklanabilir. Ayrıca daha önce yapılan çalışmalarda Chironomidae ve Oligochaeta türlerinin abundansları arasında bir korelasyon olduğu da gözlenmiş (MILBRINK, 1983; LANGDON et al, 2006), hatta uzun zaman periyodu içinde bentozda Oligochaeta-Chironomidae türlerinin abundanslarının birbirine zıt olarak arttığı veya azaldığı saptanmıştır (Ponyi et al. 1983). Bunun yanı sıra bazı Tanypodinae (Chironomidae) türlerinin özellikle de *Procladius* türlerinin oligoket predatörü olduğu belirtilmiştir (LODEN, 1974; BRODERSEN, 2001). Büyük Akgöl bentozunda tespit edilen *Procladius (Holotanypus)* sp.'nin göl zoobentozunun yaklaşık olarak % 1,38'lik bir kısmını oluşturması, türün predatör özelliğinden dolayı da Oligochaeta abundansını negatif etkilediği fikrini akla getirmektedir.

Büyük Akgöl'de Bivalvia, Gastropoda ve Oligochaeta dışında Chironomidae üyelerinin dominant türü olmadığı gözlenmekle beraber, Tanypodinae familyasından *Procladius (Holotanypus)* sp., gölde % 1,38'lik bir abundansa sahiptir. Daha öncede belirtildiği gibi bu türün predatör ve öriyök bir tür olması göldeki varlığını açıklayabilir. Göl genelinde Chironomidae üyelerinin Büyük Akgöl zoobentozunun % 6'sını oluşturduğunu görmekteyiz (Şekil 2a-b). Bu oranın % 1,38'ini *Procladius (Holotanypus)* sp., % 1,27'sini ise *Chironomus (Camptoch.) tentans* oluşturmaktadır. Kirlilik göstergesi olan ve biyoindikatör tür olarak kullanılan *Chironomus plumosus* ve *Chironomus (Camptoch.) tentans* ötrofikasyona girmiş göllerin en sık karşılaşılan türleri olarak değerlendirilmektedir (BRODERSEN, 2001; LANGDON et al, 2006). Her 3 türün de çalışma alanımızda tespit edilmiş olması göl suyundaki organik kirliliğin bir göstergesidir.

Özellikle Holoarktik'de yayılış gösteren *Chironomus* cinsine ait larvalarının

akarsuların durgun veya yavaş akan kesimlerini, çamurlu substratları, özellikle havuz veya küçük gölleri tercih ettikleri bilinmektedir. Buna ek olarak bazı *Procladius* türlerinin de derin göllerin geniş profundal bölgelerinde kolonize olabildiği bilinmektedir (ARMITAGE et al, 1994; BRODERSEN, 2001; LANGDON et al, 2006). Bu bilgiler bulgularımıza paraleldir. Chironomidae tür çeşitliliği ötrofik koşullara hassasiyetleri kullanılarak göllerin trofi düzeyleri belirlenmektedir (LANGDON et al, 2006).

Şekil 3'deki Çift yönlü Bray-Curtis Analiz Diyagramından da görüldüğü gibi tespit edilen taksonların habitat tercihleri arasında benzerlik ve farklılıklar vardır. *Limnodrilus hoffmeisteri* ile *Chironomus plumosus*'un; *Monopsectroladius* sp. ile *Fleuria lacustris*'in; *Potamothrix hammoniensis* ile *Borysthenia naticina*'nın; *Gryallus* sp. ile *Valvata picinalis*'in benzer habitatları tercih ettikleri saptanmış ve yayılışlarında benzerlik gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma Büyük Akgöl zoobentozunun toleranslı türler olarak bilinen gruplardan oluştuğunu göstermektedir.

5.2. Su Parametreleri, Biyotik ve Abiyotik Öğelerde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Değerleri

5.2.1.Su Parametreleri

Suda yapılan analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ile karşılaştırılmıştır. Çevre Kanunu'na bağlı olarak 1988 yılında yayınlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde (SKKY), su kalitesi yönetimine ilişkin kapsamlı düzenlemeler getirilmiştir. Bu yönetmeliğe göre yüzey suları, kalitesine göre 4 sınıfa ayrılmıştır;

<u>Su Kalite</u>	<u>Sınıfı Tanımı</u>
I	Yüksek kaliteli su
II	Az kirlenmiş su
III	Kirli su
IV	Çok kirlenmiş su

Yapılan metal analizlerinde Büyük Akgöl suyunda istasyonlara ve mevsimlere göre farklılıklar tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde Al ve Cr elementleri tüm istasyonlarda dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. Yaz aylarında Pb, 5. istasyonda tespit edilememiş, diğer dört istasyonda ise 0,0155 ile 0,018 mg L⁻¹ arasında saptanmıştır. Yaz mevsiminde beş istasyona ait ortalama su sonuçları incelendiğinde element sırası şu şekildedir;

Cr=Al=Hg<Ni<Ag<Se<Pb<Cu<Cd<Fe=Zn<B<Mn<P<Si<K<S<Mg<Na<Ca. Su analizlerinden elde edilen verilere göre yaz mevsimi Büyük Akgöl'ün Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Cu, Mn ve Pb metalleri açısından II. Sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Fe ve B en yüksek 5. istasyonda Zn 2. istasyonda, Cu 1. ve 2. istasyonda Mn 3. ve Ni 1. istasyonda tespit edilmiş olmasına rağmen değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu saptanmıştır. Yaz mevsiminde sudaki Hg seviyesi dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. Se ortalama 0,008 mg L⁻¹ saptanmıştır ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I.Sınıf su kalitesinde, EPA kriterine göre sınır değerinin altında çıkmıştır. P ortalama 0,42 mg L⁻¹ değeriyle EPA'ya göre kriter değerleri arasında tespit edilmiştir. Ag ortalama 0,005 mg L⁻¹ değeriyle EPA'ya göre kriter değerinin altında çıkmıştır TSE-266 'nın belirlediği sınır değerlere göre Ca, K ve Mg ortalama değerleri sınır değerlerinin altında tespit edilmiştir. Na ortalama değeri WHO, EC ve TSE-266 sınır değerlerinin altında bulunmuştur (Tablo 4e).

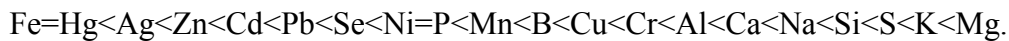
Sonbahar mevsiminde yapılan analiz sonuçlarında suda Al ve Fe elementi dedeksiyon limitlerinin altında tespit edilmiştir. Cd elementi 1. istasyonda tespit edilmemiş, diğer istasyonlarda ise I. ve II. Sınıf kalite kriterlerini aşarak III. sınıf kriterlerinde olduğu bulunmuştur. Sonbahar mevsiminde Büyük Akgöl'ün Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Cu, Cr, Pb ve Cd elementleri açısından II. Sınıf olduğu saptanmıştır. Sonbahar mevsiminde beş istasyona ait ortalama su sonuçları incelendiğinde element sırası şu şekildedir;

Al=Fe<Ag<Ni<Cd<Hg<Cr<Pb=Se<Cu<Mn<Zn<B<P<Si<K<S<Mg<Na<Ca.

Elde edilen verilere göre B (0,151 mg L⁻¹), Zn (0,334 mg L⁻¹), Ni (0,006 mg L⁻¹) ve Cd (0,0072 mg L⁻¹) en yüksek 3. istasyonda, Cu (0,044 mg L⁻¹) ve Cr (0,064 mg L⁻¹) 5. istasyonda, Mn (0,054 mg L⁻¹) 4. istasyonda, Pb (0,037mg L⁻¹) 1. ve 2. istasyonda tespit edilmiştir. Hg seviyesi minimum 0,018 mg L⁻¹ ile maksimum 0,044 mg L⁻¹, ortalama 0,026 mg L⁻¹ değerleri arasında saptanmıştır. Hg, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre II.sınıf

su kalitesinde, EPA kriterine görede sınır değerin üstünde tespit edilmiştir. Se ortalama 0,03 mg L⁻¹ saptanmıştır ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I.Sınıf su kalitesinde, EPA kriterine görede sınır değerin üstünde çıkmıştır. P ortalama 0,50 mg L⁻¹ değeriyle EPA'ya göre kriter değerleri arasında tespit edilmiştir. Ag ortalama 0,001 mg L⁻¹ değeriyle EPA'ya göre kriter değerin altında çıkmıştır. TSE-266 'nın belirlediği sınır değerlere göre Ca ve Mg ortalama değerleri sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. Na ortalama değeri WHO, EC ve TSE-266 sınır değerlerin altında bulunmuştur. K ise 1.istasyonda 13,2 mg L⁻¹ değeri ile TSE-266 kriterinden yüksek çıkmıştır (Tablo 4e).

Kış mevsiminde suda yapılan analizlere göre 2., 3. ve 4. istasyonlarda Zn dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. Fe elementi ise sonbahara benzer şekilde hiçbir istasyonda tespit edilmemiştir. Al ise kış mevsiminde düşük konsantrasyonlarda (yaklaşık 0,3 mg L⁻¹) tüm istasyonlarda tespit edilmiş ve I. sınıf su kalitesi sınırlarını aşmadığı saptanmıştır. Kış mevsiminde beş istasyona ait ortalama su sonuçları incelendiğinde element sırası şu şekildedir;



İstasyonlara göre element seviyeleri incelendiğinde en yüksek Al (0,37mg L⁻¹), B (0,068mg L⁻¹) ve Cr (0,148 mg L⁻¹) 3. istasyonda, Zn (0,03mg L⁻¹) ve Cu (0,078mg L⁻¹), Mn (0,075mg L⁻¹) ve Ni (0,058mg L⁻¹), Pb (0,051mg L⁻¹) 3. ve 5. istasyonlarda tespit edilmiştir. Cd (0,045-0,0453mg L⁻¹) ise tüm istasyonlarda benzer değerde tespit edilmiştir. Hg seviyesi dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. Se ortalama 0,05 mg L⁻¹ saptanmıştır ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I.Sınıf su kalitesinde, EPA kriterine görede sınır değerin üstünde çıkmıştır. P ortalama 0,52 mg L⁻¹ değeriyle EPA'ya göre kriter değerleri arasında tespit edilmiştir. Ag ortalama 0,002 mg L⁻¹ değeriyle EPA'ya göre kriter değerin altında çıkmıştır. TSE-266 'nın belirlediği sınır değerlere göre Ca, K ve Mg ortalama değerleri sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. Na ortalama değeri WHO, EC ve TSE-266 sınır değerlerin altında bulunmuştur. (Tablo 4e).

İlkbaharda yapılan su analizlerinde Al, Fe, Mn ve Ni elementleri dedeksiyon limitlerinin altında tespit edilmiştir. Aynı mevsimde 4. istasyonda Pb ve Zn elementlerinin dedeksiyon limitlerinin altında olduğu saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde beş istasyona ait ortalama su sonuçları incelendiğinde element sırası şu şekildedir;

Al=Fe=Mn=Ni<Se<Pb<Zn<Ag<Hg<Cu<Cd<Cr<B<P<Si<K<S<Mg<Na<Ca.

İstasyonlara göre element dağılımları incelendiğinde en yüksek B ($0,092\text{mg L}^{-1}$) ve Cu ($0,022\text{mg L}^{-1}$) 1. istasyonda, Zn ($0,062\text{mg L}^{-1}$) 3. istasyonda, Cr ($0,055\text{mg L}^{-1}$) 4. istasyonda, Pb ($0,012\text{mg L}^{-1}$) 2. istasyonda bulunmuştur. İlkbahar mevsimindeki tüm istasyonlardan alınan veriler incelendiğinde Büyük Akgöl suyunun Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre I. sınıf olduğu tespit edilmiştir. Hg 1,3,4 ve 5. istasyonlarda dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. 2. istasyonda ise maksimum $0,028\text{ mg L}^{-1}$, ortalama $0,024\text{ mg L}^{-1}$ olarak saptanmıştır. İlkbahar mevsiminde ki genel ortalama ise $0,006\text{ mg L}^{-1}$ dir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Hg açısından I.sınıf su kalitesinde, EPA kriterine görede sınır değerin üstünde tespit edilmiştir. Se ortalama $0,008\text{ mg L}^{-1}$ saptanmıştır ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre I.sınıf su kalitesinde, EPA kriterine görede sınır değerin altında çıkmıştır. P ortalama $0,36\text{ mg L}^{-1}$ değeriyle EPA'ya göre kriter değeri altında tespit edilmiştir. Ag ortalama $0,005\text{ mg L}^{-1}$ değeriyle EPA'ya göre kriter değerin altında çıkmıştır. TSE-266 'nın belirlediği sınır değerlere göre Ca, K ve Mg ortalama değerleri sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. Na ortalama değeri WHO, EC ve TSE-266 sınır değerlerin altında bulunmuştur. (Tablo 4e).

Su örneklerindeki yıllık ortalama metal konsantrasyonları kıta içi su kaynakları kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında Al, Fe, B, Zn, Mn, Hg, Se ve Ni açısından I. sınıf, Cu açısından II. sınıf, Cr ve Pb açısından II. ve III. sınıfın arasında, Cd açısından ise IV. sınıf su kalitesinde olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar EPA kriterleri ile karşılaştırıldığında yıllık göl suyu ortalama Cu, Cr ve Cd elementlerinin sınır değerleri aştığı, diğer elementlerin ise limit değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Metallerin yıllık ortalama değerleri Türkiye'de yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında Hg seviyesi; Büyük Akgöl'de yıllık ortalama $0,01\text{ mg L}^{-1}$ değerle Eğirdir ve Burdur Göllerinde tespit edilen seviyeden daha yüksek, Beyşehir Gölünde tespit edilen seviyeden daha düşük değerde bulunmuştur (Tablo 11).

Göl suyundaki sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, sülfat, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, BOİ, KOİ ve toplam fosfor parametreleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerine göre sınıflandırılmıştır.

Yaz mevsimine ait verilerde su sıcaklığının 1. ve 5. istasyonda II. sınıf, diğer mevsimlerde ise tüm istasyonlarda I. sınıf özellikte olduğu görülmektedir. pH açısından incelendiğinde yaz aylarında III. sınıf, sonbaharda I. sınıf, kış mevsiminde II. sınıf ve ilkbaharda I. sınıf su kalitesinde olduğu gözlenmektedir. Çözünmüş oksijen yaz mevsiminde I. ve II. sınıf kriterleri arasında, sonbaharda I. sınıf, kış mevsiminde I. ve II. sınıf ve ilkbaharda II. sınıf kalite kriterlerinde bulunmaktadır. Sülfat konsantrasyonları incelendiğinde tüm mevsimlerde I. sınıf su kalitesinde olduğu tespit edilmiştir. Büyük Akgöl su analizleri sonucunda suda amonyum azotu tespit edilmemiştir. Nitrit azotu yaz aylarında I. sınıf, sonbaharda IV. sınıf, kış mevsiminde II. sınıf ve ilkbaharda aynı şekilde II. sınıf su kalitesindedir. Nitrat azotu yönünden veriler incelendiğinde sadece kış mevsiminde 1. istasyonda 5,46 mg L ile I. sınıf su kriterlerinin (sınır 5 mg/L) çok az üzerine çıkmış, diğer tüm mevsimlerde ve istasyonlarda I. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir. BOİ yaz mevsiminde II. sınıf, sonbaharda sadece 4. istasyonda II. sınıf diğer istasyonlarda I. sınıf, kış mevsiminde I. sınıf, ilkbaharda I. sınıf kalitede tespit edilmiştir.

KOİ açısından incelendiğinde yaz ve sonbahar mevsiminde I ve II. sınıf kalite sınırları arasında, kış ve ilkbahar mevsiminde I. sınıf olarak saptanmıştır. Toplam fosfor açısından tüm mevsimlerde ve tüm istasyonlarda II. ve III. sınıf kalite kriterleri arasında saptanmıştır.

Yıllık olarak tüm istasyonların ve mevsimlerin ortalama değerleri ele alındığında sadece toplam fosfor (III. sınıf) ve nitrit azotu (IV. sınıf) yönünden suda kirlilik tespit edilmiştir. Diğer tüm parametrelerin yıllık ortalamaları Büyük Akgöl su değerlerinin I. sınıf olduğunu göstermektedir.

Büyük Akgöl sediment tabakasında yapılan Al, Fe, B, Zn, Cu, Mn, Ni, Cr, Pb ve Cd elementlerinin analiz sonuçları incelendiğinde yıllık ortalama sonuçlara göre şu şekilde sıralanmaktadır: Pb<Cd<B<Cu<Cr<Ni<Zn<Mn<Al<Fe.

Yaz mevsiminde Al seviyeleri incelendiğinde 2. istasyon en düşük (14798,3 mg kg⁻¹) ve 4. istasyon en yüksek (23351,29 mg kg⁻¹) alüminyum konsantrasyonlarına sahiptir. Sonbahar, kış ve ilkbahar mevsimlerinde de en düşük Al konsantrasyonu 2. istasyonda tespit edilmiştir. Fe elementi kış mevsiminde 1. ve 2. istasyonda ölçüm limitlerinin altında tespit edilmiş, mevsim ortalamaları karşılaştırıldığında ise en düşük sonbaharda (8656,77 mg kg⁻¹),

en yüksek yaz mevsiminde ($31042,87 \text{ mg kg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Mevsimlere göre Fe elementi şu şekilde artmaktadır: Sonbahar<kış<ilkbahar<yaz. Bor elementi incelendiğinde Fe ile aynı şekilde bir sıralama olduğu görülmektedir. $13,49 \text{ mg kg}^{-1}$ - $29,51 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında B olduğu yıllık ortalama değer ise $19,17 \text{ mg kg}^{-1}$ olduğu gözlenmektedir.

Hg yaz, kış ve ilkbahar mevsimlerinde tüm istasyonlarda dedeksiyon limitlerinin altında bulunmuştur. Sonbahar mevsiminde ise 2,3,4 ve 5. istasyonlarda dedeksiyon limitlerinin altında çıkarken sadece 1. istasyonda maksimum $1,39 \text{ mg kg}^{-1}$, ortalama $0,04 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Sonbahar ortalamasına göre ise $0,54 \text{ mg kg}^{-1}$ değerle EPA (TEL, ERL, LEL, MET, PET) sınırının üstünde bulunmuştur (Tablo 5e).

Çinko analizleri sonucu elde edilen verilere göre tüm mevsimlerde ve tüm istasyonlarda alınan sonuçların sediment kalite kriterlerini aşmadığı gözlenmektedir. Bakır seviyelerinde ise mevsimlere göre farklılıklar gözlenmektedir. En düşük bakır konsantrasyonu ($16,95 \text{ mg kg}^{-1}$) ilkbaharda gözlenirken, en yüksek ($40,50 \text{ mg kg}^{-1}$) kış mevsiminde tespit edilmiştir. Ancak tüm mevsimlerdeki ortalama Cu değerlerinin toksik seviyeden (86 mg kg^{-1}) daha düşük olduğu saptanmıştır.

Mangan değerleri incelendiğinde yaz mevsiminde en yüksek 3. istasyonda ve en düşük 5. istasyonda tespit edilmiştir. Sonbaharda da en düşük 5. istasyonda, kış ve ilkbahar mevsimlerinde ise en düşük 4. istasyonda Mn değerleri gözlenmiştir. Mevsim sıralamasına bakıldığında Mn, kış<ilkbahar<sonbahar<yaz şeklindedir. Nikel elementine en düşük ilkbahar ($31,29 \text{ mg kg}^{-1}$), en yüksek ($41,56 \text{ mg kg}^{-1}$) yaz mevsiminde rastlanılmıştır. Sediment kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında tüm mevsimlerde ve yıllık ortalama olarak ($35,99 \text{ mg kg}^{-1}$) toksik etki seviyesinin (61 mg kg^{-1}) altında olduğu tespit edilmiştir.

Büyük Akgöl'den alınan sediment örneklerindeki krom seviyeleri incelendiğinde yaz mevsiminde en düşük 2. istasyonda en yüksek 4. istasyonda bulunmuştur. Sonbaharda en düşük 2. ve 5. istasyonlarda en yüksek 1. ve 3. istasyonlarda, kış mevsiminde en düşük 4. istasyonda en yüksek 2. istasyonda, ilkbaharda ise en düşük 2. istasyonda en yüksek 3. istasyonda bulunmasına rağmen mevsimsel olarak ortalamalarına bakıldığında yaklaşık $30-40 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değerlerle hemen hemen tüm istasyonlarda birbirine yakın sonuçlar gözlenmiştir. Krom değerleri sediment kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında tüm

mevsimlerde ve yıllık ortalama olarak ($34,22 \text{ mg kg}^{-1}$) toksik etki seviyesinin (100 mg kg^{-1}) altında saptanmıştır.

Sedimentteki kurşun analizleri incelendiğinde ilkbahar mevsiminde tüm istasyonlarda ölçüm limit değerlerinin altında olduğu bulunmuştur. Yaz ve sonbahar mevsiminde en düşük 5. istasyon ve en yüksek 3. istasyonda saptanmıştır. Kış mevsiminde elde edilen veriler tüm istasyonların birbirine çok yakın kurşun konsantrasyonuna ($9,17-9,25 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında) sahip olduğunu göstermektedir. Mevsimsel ortalamalar ve yıllık ortalama ($3,265 \text{ mg kg}^{-1}$) seviyeler toksik etki seviyesinin (170 mg kg^{-1}) oldukça altında tespit edilmiştir.

Büyük Akgöl'e ait sedimentlerdeki Cd elementi incelendiğinde sonbahar mevsiminde Cd ölçüm limitlerinin altında saptanmıştır. En yüksek kadmiyum seviyesi ($12,22 \text{ mg kg}^{-1}$) ise kış mevsiminde saptanmıştır. Yaz ve ilkbahar mevsimlerinde ise ($3,87-3,68 \text{ mg kg}^{-1}$) birbirine çok yakın sonuçlar gözlenmiştir. Sediment kalite kriterleri ile karşılaştırıldığında sonbahar hariç diğer mevsimlerde ve yıllık ortalama konsantrasyon olarak ($4,463 \text{ mg kg}^{-1}$) toksik etki seviyesinin (3 mg kg^{-1}) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamındaki Büyük Akgöl'de daha önce kirlilik çalışması yapılmadığından sonuçlar sadece limit değerlerle karşılaştırılmıştır. Ancak çalışma alanına en yakın bölge olarak Sapanca, Uluabat göllerinde biyotik-abiyotik ögelerde metal birikimleri araştırılmıştır. Ayrıca Türkiye'de yapılan benzer çalışmalar sonuçların kıyaslanması açısından aşağıda verilmiştir.

Sapanca ve Abant Göllerinde yapılan bir çalışmada, sedimentte bulunan bazı metal oranları Sapanca Gölü için; Pb $23.31 \pm 0.19 \text{ mg/kg}$, Cr $20.57 \pm 0.08 \text{ mg/kg}$, Cu $39.82 \pm 0.08 \text{ mg/kg}$, Mn $270.78 \pm 0.46 \text{ mg/kg}$, Ni $29.93 \pm 0.21 \text{ mg/kg}$, Zn $69.67 \pm 0.13 \text{ mg/kg}$ ve Cd $0.321 \pm 0.0008 \text{ mg/kg}$, Abant Gölü için; Pb $22.040 \pm 0.14 \text{ mg/kg}$, Cr $27.44 \pm 0.11 \text{ mg/kg}$, Cu $44.20 \pm 0.11 \text{ mg/kg}$, Mn $541.73 \pm 0.22 \text{ mg/kg}$, Ni $50.05 \pm 0.23 \text{ mg/kg}$, Zn $99.86 \pm 0.15 \text{ mg/kg}$ ve Cd $0.48 \pm 0.01 \text{ mg/kg}$ şeklinde verilmiştir (Duman, 2005). Bu oranlarla karşılaştırıldığında Büyük Akgöl sedimentindeki Cr, Mn, Ni ve Cd seviyelerinin Sapanca Gölü'nden, Cr ve Cd seviyelerinin Abant Gölü'nden yüksek diğer metallerin ise daha düşük olduğu görülmektedir.

ARSLAN, KOÇ ve ÇİÇEK, 2004 Ağustos-2005 Temmuz ayları arasında Uluabat Gölü'nde su, sediment, Oligochaeta ve Chironomidae örneklerinde Cd, Cr, Pb, Cu, Ni, Zn gibi bazı ağır metallerin seviyelerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda suda Cd 0,003 mg/l, Cr 0,017 mg/l, Pb 0,105 mg/l, Cu 0,118 mg/l, Ni 0,056 mg/l, Zn 0,284 mg/l; sedimentte Cd 0,699 mg/kg, Cr 57,9 mg/kg, Pb 110,7 mg/kg, Cu 119,2 mg/kg, Ni 209,4 mg/kg, Zn 171 mg/kg; Chironomidae Cd 3,13 mg/kg, Cr 31,20 mg/kg, Pb 1,60 mg/kg, Cu 460,8 mg/kg, Ni 93,04 mg/kg, Zn 417,4 mg/kg; Oligochaeta Cd 0,676 mg/kg, Cr 51,09 mg/kg, Pb 54,62 mg/kg, Cu 194,91 mg/kg, Ni 23,67 mg/kg, Zn 452,87 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Büyük Akgöl ile sonuçlar kıyaslandığında suda Cd ve Cr, sedimentte Cd, Chironomidae'de Cr daha yüksek seviyelerde iken diğer tüm metaller düşük seviyelerde çıkmıştır (Tablo 11), (Arslan, Koç ve Çiçek 2010).

BARLAS ve arkadaşları 2001 Kasım-2001 Eylül yılları arasında Uluabat Gölü'nde Cu, Zn, Cr, Pb ve Cd gibi metallerin sedimentte seviyelerini belirlemişlerdir. Cu 0,75 µg/g, Zn 3,89 µg/g, Cr 2,95 µg/g, Pb 1,42 µg/g, Cd 0,078 µg/g 'dır. Büyük Akgöl ile karşılaştırıldığında tüm metallerin daha yüksek seviyelerde çıktığı gözlenmiştir (Tablo 11), (Barlas, Akbulut, Aydoğan, 2005).

MENDİL ve ULUÖZLÜ (2007), Tokat'taki Bedirkale, Boztepe, Belpınarı, Avara, Ataköy ve Akın göllerinde, sedimentte iz element seviyelerini tespit etmişlerdir. Sediment örneklerinde en yüksek Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr ve Ni konsantrasyonlarını sırasıyla 2138.0 µg/g, 232.0 µg/g, 38.9 µg/g, 8.2 µg/g, 7.0 µg/g, 10.7 µg/g ve 55.4 µg/g kuru ağırlık olarak bildirmişlerdir (MENDİL ve ULUÖZLÜ, 2007). Büyük Akgöl sedimentinde belirlediğimiz ortalama metal oranları Pb ve Ni hariç bu çalışmada belirtilen değerlerden daha yüksektir.

KARADEDE ve ÜNLÜ (2000), Atatürk Baraj Gölü'nde, su, sediment ve balık türlerinde bazı metal oranlarını tespit etmişlerdir. Çalışmada, araştırılan metallerin suda yoğun olarak bulunmadığı, sediment ve balık doku ve organlarında kabul edilebilir sınır değerlerin altında olduğu belirtilmiştir (KARADEDE ve ÜNLÜ, 2000). Büyük Akgöl'den aldığımız sediment örneklerindeki metal oranları içerisinde kadmiyum değerinin sediment kalite kriterleri içerisindeki toksik seviyeden daha yüksek, diğerleri ise daha düşük bulunmuştur.

EMİROĞLU ve ark. (2010) tarafından yapılan yoğun bor yataklarının bulunduğu Eskişehir-Kırka yöresindeki dere ve barajlarda yapılan su ($1,94-3,88 \text{ mg L}^{-1}$) ve sediment ($15,67-32,72 \text{ mg kg}^{-1}$) analizlerinde elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında Büyük Akgöl'de Bor seviyeleri daha düşüktür.

ÜNLÜ ve ark. (2008) tarafından yapılan hazar gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi çalışmasında toplam fosfor değerleri ($0,15-2,21 \text{ mg P/L}$ aralığında) SKKY'ne göre ötrofikasyon kontrolü sınır değerlerinin üzerinde olup IV. sınıf su kalitesinde bulunmuştur. Araştırmacılar amonyum azotunun ortalama değerini $0,11 \text{ mg NH}_4^+-\text{N/L}$ ve maksimum değerini $0,13 \text{ mg NH}_4^+-\text{N/L}$ bulmuşlardır. Büyük Akgöl'den elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında her iki parametre açısından da düşük olduğu görülmektedir.

TUNCAY (2007) tarafından Kovada Gölü'nün suyunda yapılan analizler sonucunda Cd, Cr, Cu ve Pb hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Suda yapılan analizler sonucunda Mn ($0,15 \text{ mg/l}$), Ni ($0,01 \text{ mg/l}$), Zn ($0,027 \text{ mg/l}$), Fe ($0,79 \text{ mg/l}$) ve Al ($0,038 \text{ mg/l}$) Yaz-2005'de en yüksek oranda belirlenmiştir. Suda en fazla rastlanılan metalin Fe olduğu belirtilmiştir. Büyük Akgöl su analizlerinde Cr yaz aylarında, Ni ilkbaharda Al ve Fe sonbahar ve ilkbaharda ayrıca demir kış mevsiminde tespit edilmezken diğer metaller tüm mevsimlerde gözlenmiştir. Ayrıca, Büyük Akgöl suyunun yıllık ortalamalarına göre bor ve alüminyum en yüksek konsantrasyona sahip elementler olarak tespit edilmiştir.

YİĞİT ve ALTINDAĞ 2000 ilkbaharı Eğirdir Göl'ün de su, sediment, plankton ve balıkta bazı ağır metal oranlarını tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda suda Cd $0,113 \text{ mg/l}$, Cr $0,028 \text{ mg/l}$, Hg $0,0032 \text{ mg/l}$, Pb $0,054 \text{ mg/l}$; sedimentte Cd $8,95 \text{ µg/g}$, Cr $23,30 \text{ µg/g}$, Pb $0,16 \text{ µg/g}$, Hg $10,25 \text{ µg/g}$; planktonda Cd $42,11 \text{ µg/g}$, Cr $30,54 \text{ µg/g}$, Pb $1,362 \text{ µg/g}$, Hg $50,67 \text{ µg/g}$; balık (*Lucioperca lucioperca*) kas Cd $0,604 \text{ µg/g}$, Cr $0,317 \text{ µg/g}$, Pb $0,017 \text{ µg/g}$, Hg $0,280 \text{ µg/g}$; solungaç Cd $0,601 \text{ µg/g}$, Cr $0,343 \text{ µg/g}$, Pb $0,018 \text{ µg/g}$, Hg $0,556 \text{ µg/g}$ olduğunu bildirmişlerdir. Büyük Akgöl bu oranlar ile karşılaştırıldığında suda Cr ve Hg seviyeleri, sedimentte Cr seviyesi, aynı balık örneği olmasada karşılaştıracak olursak kas ve solungaçta Cr ve Cd seviyeleri daha yüksek değerlerde çıkmıştır (Tablo 11), (Yiğit ve Altındağ 2006).

YİĞİT ve ALTINDAĞ 2001 ilkbaharı Beyşehir Göl'ün de su, sediment, plankton ve bazı balık türlerinde Cd, Cr, Hg ve Pb ağır metal oranlarına bakmışlardır. Çalışma sonunda suda Cd 110 µg/l, Cr 28 µg/l, Hg 2,07 µg/l, Pb 86 µg/l; sedimentte Cd 13,05 µg/g, Cr 10,63 µg/g, Pb 32,65 µg/g, Hg 0,24 µg/g; planktonda Cd 53,10 µg/l, Cr 49,96 µg/l, Pb 55,46 µg/l, Hg 2,15 µg/l olduğunu bildirmişlerdir. Büyük Akgöl bu oranlar ile karşılaştırıldığında sedimentte sadece Cr seviyesi daha yüksek iken su ve sediment diğer metaller açısından daha düşük seviyelerde bulunmuştur (Tablo 11), (Yiğit ve Altındağ 2005).

AKSOY, DEMİREZEN ve DUMAN 2001 Haziran–2002 Mayıs ayları arasında Sultan Sazlığı'nda su, sediment ve bazı bitki türlerinde ağır metal analizi yapmışlardır. Suda Cd 0,18 µg/l, Pb 5,29 µg/l, Cu 4 µg/l, Zn 12,59 µg/l, Ni 20 µg/l, Cr 1,57 µg/l; sedimentte Cd 0,21 µg/g, Pb 7,91 µg/g, Cu 6,72 µg/g, Zn 39,55 µg/g, Ni 44,38 µg/g, Cr 15,29 µg/g olarak bildirmişlerdir. Sonuçlar Büyük Akgöl ile karşılaştırıldığında suda sadece Cd, sedimentte ise Cr, Cd, Zn ve Cu daha yüksek seviyelerde tespit edilmiştir (Tablo 11), (Aksoy, Demirezen ve Duman 2005).

DUMAN, SEZEN ve NİLHAN TUG 2003-2004 mevsimsel olarak Sapanca Gölü'nde Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn ve Cd metallerinin sudaki yoğunluklarına bakmışlardır. Suda Cd 2,98 µg/l, Pb 35,67 µg/l, Zn 88,52 µg/l, Ni 46,44 µg/l, Mn 22,57 µg/l, Cu 18,20 µg/l, Cr 61,97 µg/l olarak bildirmişleridir. Büyük Akgöl de ise metal seviyeleri daha düşük çıkmıştır (Tablo 11), (Duman, Sezen ve Nilhan Tuğ 2007).

YİĞİT ve ALTINDAĞ, 2001 ilkbaharında Burdur Gölü su, sediment, plankton ve balıkta Cd, Cr, Hg ve Pb gibi metallerin seviyelerini tespit etmek amacıyla çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda suda Cd 0,12 mg/l, Pb 0,06 mg/l, Hg 0,007 mg/l, Cr 0,061 mg/l; sedimentte Cd 12,1 µg/g, Pb 14,2 µg/g, Hg 0,136 µg/g, Cr 52,2 µg/g olarak bildirmişlerdir. Büyük Akgöl deki sonuçlarla kıyaslandığında su ve sedimentte tüm metaller daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir (Tablo 11), (Yiğit ve Altındağ 2002).

SOYLAK ve YILMAZ, 2004 Ekim ayında Palas Gölü'nde Cd, Cr, Cu, Fe, Zn, Mn gibi bazı metallerin sedimentte birikim değerlerine bakmışlardır. Yapılan çalışmada toplam 12 istasyondan örnek alınmıştır. İstasyonlardaki metal değerleri Büyük Akgöl değerleri ile

karşılaştırıldığında Cd düşük, Fe ise daha yüksek seviyelerde çıkmıştır. Diğer metaller ise daha düşük yada daha yüksek seviyelerde değişkenlik göstermiştir (Soylak ve Yılmaz 2006).

ÖZMEN ve arkadaşları 2000-2002 yılları arasında Hazar Gölü'nde su ve sedimentte Zn, Fe, Mn, Ni, Cu, Cr, Co, Pb gibi ağır metallerin seviyelerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucu suda Na(112-226 mg/l), K(5,7-10,6 mg/l), Ca(3-4,9 mg/l), Mg(70-136 mg/l), Zn(0,02-0,07 mg/l), Fe(0,1-0,4 mg/l), Mn(0,009-0,02 mg/l), Ni(DLA-0,01 mg/l), Cu(DLA-0,02 mg/l) olarak bildirilmiştir. Büyük Akgölde ise Na 7,07 mg/l, K 7,8 mg/l, Ca 18,63 mg/l, Mg 11,16 mg/l, Zn 0,07 mg/l, Fe 0,06 mg/l, Mn 0,04 mg/l, Ni 0,017 mg/l, Cu 0,04 mg/l'dir. Hazar Gölü sediment sonuçları; Cr(17-79 mg/kg), Ca(235-18800 mg/kg), Mg(6250-22500 mg/kg), Zn(26-210 mg/kg), Fe(3650-30000 mg/kg), Mn(74-625 mg/kg), Ni(19-130 mg/kg), Cu(10-64 mg/kg), Pb(DLA) olarak bildirilmiştir. Büyük Akgöl sonuçları ise Cr 34 mg/kg, Ca 59314 mg/kg, Mg 7016 mg/kg, Zn 55 mg/kg, Fe 13459 mg/kg, Mn 514 mg/kg, Ni 35 mg/kg, Cu 26 mg/kg, Pb 3,2 mg/kg'dır (Özmen, Külahcı, Çukurovalı, Doğru 2004).

5.2.2. Biyotik ve Abiyotik Ögelerde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Değerleri

5.2.2.1. Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae Bireylerinde Tespit Edilen Metal Konsantrasyon Değerleri

Türkiye'de metal birikimi ile ilgili çalışmalar genellikle balıklar üzerinde yoğunlaşmakla beraber Gastropoda, Oligochaeta ve Chironomidae bireylerinde birkaç çalışma hariç (Arslan et al, 2010) çok az araştırma bulunmaktadır. Zoobenthik formlar (özellikle de bu üç taksonomik grup) gerek bentoz yapı ve kalitesinin ve kirlilik düzeyinin belirlenmesinde, gerekse balıkların besinin oluşturmaları açısından besin zincirinde de önemli bir rol oynamaktadırlar.

HELLAWELL (1998) sudaki metal toksisitesinin sıcaklık, çözülmüş oksijen ve pH'dan etkilendiğini, Kadmiyum başta balıklar olmak üzere sucul canlılar oldukça toksik bir metal olduğunu, pH ile birlikte su sertliğinin de, ortamdaki metallerin biyotik ögelerdeki

birikimini arttırdığı belirtilmektedir. Büyük Akgöl’de pH değerleri Tablo 3f ‘de de görüldüğü gibi 7,5-8,9 arasında değişmektedir. Tespit edilen en yüksek pH değeri (8,9) göller için biraz yüksektir. Bu da metallerin özellikle kadmiyumun, bentoz canlılarında ve balıklardaki birikimini artırabileceği fikrini akla getirmektedir. Nitekim kadmiyum bentoz canlılarında çok yüksek oranda tespit edilmemiş olmasına rağmen balık örneklerindeki seviyenin yüksek olması bu bilgiler ile paraleldir. Ayrıca metallerce kirlenmiş sularda bulunan balıkların bentozdaki canlıları yiyerek beslenmeleri şeklinde, ortamdaki kirleticileri artan konsantrasyonlarda biriktirebildikleri bilinmektedir. Bentoz canlılarındaki başta kadmiyum olmak üzere diğer toksik metaller (mangan, kurşun, krom ve bakır) tespit edilmiş olması, besin zinciri yoluyla aktarımın bir göstergesi olarak görülmektedir.

Büyük Akgöl’ de Chironomidae türlerinin dağılımlarına etki eden Çözünmüş oksijen ve Nitrit parametrelerinin ilişkisel CANOCA grafiği Şekil 9’da verilmiştir. *C.plumosus* Çözünmüş oksijen bakımından 3.sınıf kalitedeki suda yayılış ilişkisi gösterirken *E. pagana* yayılış ilişkisi göstermemektedir. Büyük Akgöl suyunun Nitrit bakımından 4.sınıf kalitede olduğu değerde *P. hommaniensis*’in yoğunluğu fazladır (Şekil 10). BOI bakımından 1.sınıf kalite gösteren suda ise *P. hammoniensis* yoğunluğu azdır, *P. swammerdami* yayılışı arasında ise ilişki söz konusudur (Şekil 11). Al bakımından 1.sınıf kalite özelliği gösteren suda *Procladius* sp.ve *Monopsectrocladius* sp. arasında ilişki söz konusudur. Ni’in 3.sınıf kalite değerinde *D. nervosus*, *C. tentans* yayılışı arasında ilişki vardır. Hg bakımından 1.sınıf kalite özelliği gösteren suda *P. swammerdami* yayılışı arasında ilişki söz konusudur (Şekil 13). Zn bakımından 1.sınıf kalite özelliği gösteren suda ise *P. hammoniensis* yoğunluğu azdır. Hg bakımından 1.sınıf kalite özelliği gösteren suda *N. communis*, *D. digitata* yayılışı arasında ilişki söz konusudur. Ni bakımından 1.sınıf kalite özelliği gösteren suda *P. aquiseta* yayılışı arasında ilişki söz konusudur (Şekil 14).

Daha önce de belirtildiği gibi Türkiye’de bentik canlılardaki metal düzeylerinin belirlenmesi çalışmaları az olmasına yurtdışında özellikle Oligochaeta ve Chironomidae bireyleri toksisite çalışmalarında yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Finlandiya’da yapılan benzer bir çalışmada (TULONEN et al, 2006) farklı besin zinciri elemanlarında (zooplankton, bentik omurgasızlar ve balık) metal seviyeleri incelenmiş ve Oligochaeta ve Chironomidae bireylerinin diğer bentoz üyelerine göre daha fazla birikim yaptığı gösterilmiştir. Beslenme şekline bağlı olarak sucul canlılarda metal birikimi ile ilgili olarak farklı hayvan gruplarında

yapılan çalışmalarda (CHEUNG and WANG, 2005; RAINBOW et al, 20006; MARTIN et al, 20007), önceki çalışmaları (MUNGER ve HARE, 19997) doğrular şekilde beslenme şeklinin sucul canlılardaki metal birikimini etkileyen en önemli faktör olduğu saptanmıştır. Çalışmada kullanılan *E. lucius* karnivor bir balıktır. *E. lucius* göl tabanında yaşayan canlıları besin olarak kullanmaktadır. Bu canlılarda biriken metal kirleticiler besin yoluyla alınıp *E. Lucius*'un farklı vücut dokularında birikmektedir.

5.2.2.2. *Esox lucius* bireylerinin kas, karaciğer ve solungaç dokularında tespit edilen metal konsantrasyon değerleri

Sucul ortamlar metal kirlenmesinin en yoğun görüldüğü alanlardır. Sudaki metal kirliliği en büyük faktörü, endüstriyel kuruluşların faaliyetleri sonucu oluşan artık maddeleri çoğunlukla atık su şeklinde su kaynaklarına bırakmalarındır. Ağır endüstri fabrikalarının atık suları da yüksek miktarda metali sucul ekosistemlerimize taşımaktadır. Deniz ve nehirlere göre daha kapalı bir sisteme sahip olan göllerimiz bu kirliliğe yüksek oranda maruz kalmaktadırlar. Göl suyuna karışan metaller göl suyunda, sedimentte ve biyotik öğelerde birikmekte ve ekolojik olarak sucul ortamın bozulmasına sebep olmaktadır. Biyotik öğelerden balıklar metal kirliliğinde ayrı bir öneme sahiptirler. Balıkların kas dokusunda biriken metaller besin yoluyla insanlara geçmekte ve insan vücuduna giren oranlarına bağlı olarak çeşitli metabolizma bozukluklarına hatta ölümlere sebep olmaktadır.

Suda çözülmüş halde bulunan metaller, sedimentte bulunan metaller ve besin olarak alınan canlıların yapısındaki metaller balık vücuduna geçer (CHOWDHURY ve ark, 2008; Van CAMPENHOUT ve ark, 2009). Metale maruz kalan balıklarda biyolojik bozukluklar meydana gelir (Van der OOST et al., 2003). Örneğin metale maruz kalan balıklarda osmotik ve iyon düzenlenmesi problemleri ortaya çıkar (GROSELL et al, 2002; CHOWDHURY ve WOOD, 2007) enzim aktiviteleri etkilenir, lipid metabolizmaları ve immün sistem sorunları oluşur (BIELMYER et al., 2006) ve balıkların kondisyon faktörleri düşer (BERVOETS ve BLUST, 2003; OZMEN et al, 2006; REYNDERS et al, 2008).

Balıklarda ki metal kirliliğini iki farklı yönden incelemek gerekir. İlki balık sağlığı açısından; organizma da biriken metaller balığın metabolizmasını bozabilir, üreme faaliyetlerini azaltabilir hatta fazla birikmesi sonucu toksik etki gösterir ve balığın ölümüne yol açabilir. İkincisi insan sağlığı açısından; özellikle insan gıdası olarak kullanılan balıklarda biriken metaller besin yolu ile insana geçer ve metabolizma için çeşitli olumsuz durumların oluşmasına sebep olur. Bu sebeple genellikle bir su ortamında balıkların metal birikim seviyelerine bakılırken karaciğer, solungaç ve kas dokuları tercih edilir. Karaciğer yapısında yüksek oranda metal bağlayan metallothionein proteini bulunduğu ve karaciğerin balığın detoksifikasyon organı olmasından dolayı yüksek oranda metal bulunabilir (ÜNLÜ et al, 1996, KALAY ve ERDEM 1996). Solungaçlar suyla en açık temasın olduğu bölgedir. Balığın pulları ve derisi de su ile temastadır ancak balığı zırh gibi örten pullar suyun dolayısıyla suda bulunan metallerin balığa geçişini önler. Ancak solungaçlar balığın gaz değişim organıdır. Bu değişim sırasında filamentler yoğun olarak suda bulunan metallerle temas halinde olurlar. Metaller solungaçlardaki solunum sırasında seçici geçirgen yapıdaki hücre zarında bulunan semipermeableteyi sağlayan katyonlara (pozitif yüklü metaller) bağlanarak hücre içine geçebilmektedir. Özellikle suda bulunan metallerin oranları ile yakın ilişki gösteren solungaç dokularındaki metal seviyeleri de bu tip çalışmalarda sıklıkla kullanılır (AMUNDSSEN et al, 1997; CANLI ve ATLI 2003; ALTINDAĞ ve YİĞİT 2005 gibi). Balıklarda metal birikiminde en çok bakılan doku kastır. Balıklarda yenebilen doku kas olduğu için kasda biriken metaller kolayca insana geçebilmektedir. Bu yüzden FAO, WHO, EPA gibi kuruluşlar ve ülkelerin gıda işlerinden sorumlu kuruluşları metallerin bazılarının balıklarda bulunması gereken limit değerlerini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalarda kas dokusunun metalleri bağlamada aktif bir yapısı olmadığı görülmüştür. Bu yüzden suda ki metal seviyelerini tahmin etmekte kullanılması hatalı sonuçlar verebilir. Özellikle karaciğer dokusu balığın diğer organlarına göre su kirliliğinin çevresel indikatörü olarak sıklıkla kullanılır (KAYHAN et al, 2009).

Balıklardaki metal birikimleri balığın türüne, boyuna, ağırlığına, beslenme tipine ve cinsiyetine göre değişebilmektedir. Bu çalışmada Akgöl de metal birikimlerine baktığımız *E. lucius* türü karnivor bir türdür ve bulunduğu tatlı su ortamında besin piramidinin en üstünde yer alır. Bu özelliğiyle bu türden elde edeceğimiz bilgiler tüm ekosistem hakkında bize

aydınlatıcı fikirler verecektir. Bu türün yoğun olarak yayılış gösterdiği Kanada ve ABD nin kuzey enlemleri bölgelerinin büyük bir kısmı soğuk ve insanların özellikle de sanayinin çok fazla yerleşmediği bölgelerdir. Bu yüzden bu bölgelerde *E. lucius* türü çok fazla metal kirliliğine maruz kalmamaktadır. Ancak bu iki ülkenin daha güney enlemleri bölgelerinde özellikle civa birikimi ile ilgili çalışmalar vardır (JEWETT ve DUFFY 2007). *E. lucius* yaşadığı Avrupa ülkelerinde de bu türün metal birikimiyle ilgili az sayıda çalışma vardır (AMUNDSEN et al, 1997; FLEİT ve LAKATOS 2003). Yapılan literatür taramasında Türkiye de ise *E. lucius* türünün karaciğer, solungaç ve kas dokusunda yapılan çalışmaya rastlanmamıştır.

E. lucius örnekleri için elde edilen verilerden Fe hariç *E. lucius* bireylerinde hemem hemen en yüksek birikimin kış ayında olduğu görülmektedir. *E. lucius* üreme faaliyetini Aralık ile Mart ayı arasında gerçekleştirmekte ve en uzun yüzme faaliyetini bu sezonda göstermektedir. Kannibalizmden kaçınmak isteyen erkekler dişilerden önce üreme alanlarına giderler bir müddet sonrada dişiler üreme alanlarına gelirler kısıda olsa yapılan bu üreme göçü sırasında *E. lucius* bireyleri belki de 1 yıl boyunca hareket ettiklerinden daha fazla yüzer ve suyun kenarına gelirler. Kış mevsimindeki bu birimin artışı bu üreme göçüyle açıklanabilir.

Ni hariç diğer tüm metaller kas dokusunda solungaç ve karaciğerden az bulunmuştur. Aynı şekilde Ni hariç solungaçtaki metal birikimleri de karaciğerden fazladır. Balık karaciğerinde metallothionein isimli bir protein vardır. Bu protein çok sayıda metali bağlama yeteneğine sahiptir. Ayrıca balıklarda karaciğer bir detoxifikasyon yeri olarak iş yapmaktadır. Bu bilgiler göstermektedir ki karaciğerde kas dokusundan daha fazla metal birikmektedir. Bizim çalışmamızda da birçok metal için benzer sonuç bulunmuştur. Solungaçlar sürekli suyla dolayısıyla sudaki metallerle temas ettiği için ve de gaz alış verişi bu organlarda olduğu için birçok metal için en yüksek birikim olduğu organ olarak görülmüştür.

Yapılan ölçümler sonucunda *E. lucius* un karaciğer ve solungaç doku MBBMsunda Al tespit edilememiştir. Solungaç dokusunda da sadece sonbahar mevsiminde ölçülmüştür. Ancak suda Al sadece yaz ve kış mevsiminde ölçülebilmmiştir. Sonbahar ve İlkbaharda suda Al ölçülmemiştir. Kas ve karaciğerde biriken metaller *E. lucius* bireylerine çoğunlukla besin yoluyla gelir. Ancak solungaç da metallerin en etkin birimi su kaynaklıdır. Bu durumda beklenen solungaç da yaz mevsiminde Al birikiminin ölçülmesidir. Ancak birçok metalin suda çözünmesi ve canlı dokuya geçebilmesi pH ve sıcaklık ile ilişkilidir. Yaz mevsiminin ardından değişen pH ve sıcaklık gölde bulunan aliminyumun sonbahar mevsiminde çözülerek *E. lucius* bireylerinin solungaçlarında birikmiştir. Yaz mevsiminde ki yüksek sıcaklıklar *E. lucius* un metabolizmasını yavaşlatmakta dolayısıyla solunum faaliyeti de azalmaktadır. Sonbahar mevsimiyle düşen sıcaklıklar metabolizmanın ve de solunumun artmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla solungaçlar çok daha fazla suyla temas etmekte ve solungaç dokusunda birikmeye uygun formdaki Al dokuya geçmesini sağlamıştır. Ancak özellikle kış ve ilkbahar aylarında özellikle solungaç ve diğer incelenen kas ve karaciğer dokusunda ölçülmemiştir. Bu durum solungaçtaki aliminyumun solungaçlardan tekrar suya verildiğini veya vücut detoksifikasyon mekanizmaları sayesinde solungaçlardan atıldığını göstermektedir. Karaciğerde hiçbir mevsim görülmemesi de Büyük Akgöl de bulunan Al miktarının *E. lucius* bireyleri tarafından karaciğerlerinde tamamen detoksiye edilerek vücuttan atıldığını göstermektedir. Büyük Akgöl de bulunan Al miktarı *E. lucius* ve dolayısıyla insan sağlığı açısından önemsizdir. Mutfak aletlerinin ve dekorasyon maddelerinin ham maddesi olan ve hafif yapısı nedeniyle elektrik iletim hatlarında kullanılan Al'un Büyük Akgöl de sadece yaz ve kış ayında bulunması göle anlık deşarjın olduğuna bir işarettir.

Büyük Akgöl'deki *E. lucius* bireylerinde yapılan Fe ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Karaciğer>Solungaç>Kas olmuştur. Suda çok az miktarda Fe bulunmasına rağmen *E. lucius* dokularında ölçülen değerler oldukça yüksektir. Fe balıkların yapısında doğal olarak bulunan bir metaldir. Özellikle kan dokusunda hemoglobinin yapısına katılarak oksijenin taşınmasını sağlar. Özellikle yüksek Pb varlığında anemi gelişir bunun sonucunda da kanda ki Fe miktarı artar (BAŞ ve DEMET 1992). Büyük Akgöl de *E. lucius* bireylerinde kas karaciğer ve solungaç da

yüksek oranda Pb ölçülmüştür. Hatta Türk Gıda Koteksi ve FAO nun belirlediği limit değerlere göre *E. lucius* bireylerinin kaslarında ölçülen Pb değeri oldukça yüksektir. Bu çalışmaların ilerletilerek Büyük Akgöl'deki *E. lucius* populasyonunun hemotolojik incelemeler sonucu anemi durumunun belirlenmesi yüksek Fe oranına ışık tutabilecektir. En yüksek Fe oranın karaciğerde görülmesi yüksek orandaki Fe nin karaciğerde detoksifiye edilmeye çalışıldığını göstermektedir. Ancak bugüne kadar yenilebilir dokuda (kas) ne de balıkların diğer dokularında olması gereken bir Fe sınır değeri hiçbir kurum tarafından belirtilmemiştir. Bu konuda da deneysel ve gözlemsel çalışmalar yapılarak hem insan sağlığı hemde balık sağlığı için sınır değerlerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. AMUNDSEN et al, 1997 Norveç ve Rusya da, FLEIT ve LAKATOS (2003) Macaristan da yaptığı *E. lucius* bireylerindeki metal birikimine yönelik çalışmalarda Fe seviyelerini ölçmedikleri için karşılaştırma imkânı yoktur. Mevsimsel olarak bakıldığında Kas için büyükten küçüğe Yaz>Kış>Sonbahar>İlkbahar, Karaciğer için Kış>İlkbahar>Yaz>Sonbahar, solungaç için İlkbahar>Yaz>Kış>Sonbahar sıralamasının olduğu görülmüştür. Bu durum kas, karaciğer ve solungaçtaki birikimlerin birbirinden bağımsız olduğunu göstermektedir.

Büyük Akgöl deki *E. lucius* bireylerinde yapılan Zn ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç>Karaciğer >Kas olmuştur. Suda ölçülen yıllık Zn ortalama değeri 0,087 mg/L olmasına rağmen *E. lucius* dokularında ölçülen değerler oldukça yüksektir. Zn balıkların vücutlarında doğal olarak bulunur, yetersiz miktarda olduğunda büyümeyi sınırlandırırken yüksek konsantrasyonlarda toksik özellik gösteren bir metaldir (KAYHAN et al, 2009). Çinko çevre ve besin kirliliğine sebep olan metallerin başında gelir (BAŞ ve DEMET, 1992). Çinko insan beslenmesi içinde esansiyel bir metaldir. Zn canlılarda enzimlerin ko faktörü olarak görev yapmakta bu sayede enzimatik reaksiyonlar için gerekli ilk aktivasyon enerjisinin oluşturulmasında ve enzimlerin aktive olmasında rol almaktadır. Yetersizliğinde insanlarda da ciddi gelişim bozuklukları oluşur. Et, tahıl, kuruyemiş ve su ürünleri yüksek oranda Zn içerir. Hem su ürünlerinin doğal yapısında bulunması hemde insanların diyetlerinde belli orana kadar bu metale ihtiyaç duymalarından dolayı Türk Gıda Koteksi ve FAO balıkların yenilebilir dokularında (kas) kabul edilen değeri yüksek belirlemelerine sebep olmuştur. Diğer metaller için sınır değerler 0,05 ile 1 mg/kg iken Zn için 50 mg/kg olarak

belirlenmiştir. Yüksek dozda insan vücuduna alındığında hematolojik, hepatit ve renal bozuklukların oluşmasına sebep olmaktadır. Ayrıca tavuk ve ratlarda direkt testiküler enjeksiyon sonucu testiküler tümör oluşumuna sebep olduğu görülmüştür (BAŞ ve DEMET, 1992). Balıklarda eksikliğinde büyüme ve üreme bozukluğuna sebep olan Zn yüksek dozlarda toksik etki göstermekte özellikle hücre içi haberleşme mekanizmaları ile seçici geçirgen hücre zarının bu özelliğini bozmaktadır. Çinko subletal derişimlerde balıklarda patolojik, morfolojik ve fizyolojik bozukluklara yol açmaktadır (HEATH, 1995). Yüksek derişimlerinin akut etkisi solungaç dokusunda yapısal bozulmaların yanı sıra kalsiyum taşınımını etkileyerek hypokalsemiye neden olmaktadır (HOGSTRAND et al, 1994).

Balıklarda çinko alınımında temel yol sindirim sistemi olmakla birlikte, Zn eksikliğinde veya ortamda fazla çinko bulunması durumlarında solungaçlar önemli bir alım yolu oluşturmaktadır (KRAAL et al, 1995; GALVEZ et al, 1998; GIGUERE et al, 2004). Tatlısu balıklarında çinko alınımı, su içmemeleri nedeniyle temelde solungaçlar aracılığıyla olur (ZHANG ve WANG, 2006). Aynı zamanda sudaki yüksek orandaki Zn solungaç da Cd birikimiyle önemli derecede ilişkilidir (KAREN Van CAMPENHOUT et al, 2010).

Büyük Akgöl de yapılan bu çalışmada literatürdeki bilgilere uyumlu olarak (mevsimsel ve yıllık) Zn en çok solungaçta ve karaciğer de yoğun olarak birikmiştir. Zn aktif dokularda daha çok biriktiği için kas dokusunda solungaç ve karaciğere göre daha az tespit edilmiştir. Ancak kasda tespit edilen (yıllık ortalama) 75,202 mg/kg değer Türk Gıda Koteksi (limit 50 mg/kg) ve FAO nun belirlediği (limit 50 mg/kg) değerlerin üstündedir. Bu yüzden Büyük Akgöl' den yakalanan *E. lucius* balıklarının tüketimi Zn miktarı açısından sorun yaratabilir.

Her mevsimde *E. lucius* bireylerinde ölçülen Zn miktarı dokulara göre Solungaç>Karaciğer>Kas şeklindedir. Buda mevsimlere bağlı olarak organlardaki birikiminde değişiklik olmadığını göstermektedir. Solungaç da en yüksek birikim yaz aylarında, karaciğerde ise Kış aylarında olduğu görülmüştür. Yaz aylarında yüksek sıcaklığa bağlı oksijen düşüklüğünden dolayı *E. lucius* bireylerinde solunum için

kullanılan su miktarı artmış buda solungaç dokusunda yüksek miktarda Zn birikimine sebep olmuştur. Karaciğerde kış aylarında yüksek birikmesinin sebebi ise üreme dönemiyle ilgilidir. *E. lucius* bireyleri aralık-mart aylarında yumurta bırakırlar. Üreme döneminde enzimatik faaliyetler en üst seviyeye çıkar buna bağlı olarak da kış mevsiminde karaciğerde Zn birikimi artar. Kasdaki birikim kış mevsimi hariç stabil durum gösterirken kışın müsaade edilen limit değerlerin yaklaşık 4 kat üstüne çıkmıştır. Balıklar üreme dönemlerinde kas da biriktirdikleri enerjilerini sömürerek yumurta ve sperm oluştururlar. Kasların en yoğun metabolik faaliyet gösterdiği dönem üreme dönemidir. Zn yapısal olarak aktif organlarda daha fazla bulunur. Aynı zamanda kışın karaciğerde de çok yüksek artış artan metabolik faaliyeti göstermektedir. Kışın Zn nun kas dokusunda yüksek miktarda birikmesinin sebebi bu yüksek metabolik faaliyettir. Buda bize kas ile karaciğer dokusundaki Zn miktarlarının birbiriyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Norveç ve Rusya da 3 farklı lokalitede yapılan çalışma da *E. Lucius'* unda içinde olduğu 7 farklı türde yapılan ölçümlerde dokulardaki birikim yoğunluğu Solungaç>Karaciğer>Kas olarak bulunmuştur (AMUNDSEN et al, 1997). Bu literatür bilgisi de yaptığımız çalışma ile birebir örtüşmektedir.

Büyük Akgöl deki *E. lucius* bireylerinde yapılan B ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç>Kas >Karaciğer olmuştur. Suda ölçülen B değeri (0,084 mg L⁻¹) gibi düşük olsa da *E. lucius* bireylerinin dokularındaki birikimi (yıllık solungaç 16,512 mg/kg kas 10,578 mg/kg, karaciğer 20,242 mg/kg) nispeten daha yüksektir. Bor bitkiler ve birçok organizma için esansiyel besleyici element bir elementtir ancak yüksek konsantrasyonlarda sucul ve karasal organizmalar için toksik etkiler gösterir (EMİROĞLU et al, 2010). Yüzey sularında genellikle <0.1–0.5 mg L⁻¹ sınırları arasında bulunur. Sakarya nehrinin ana kollarından biri olan Seydi Çayı'nın doğduğu yere çok yakın olan Eskişehir Kırka kasabası'nda dünyanın en önemli Bor üretim alanlarından biri bulunmaktadır. Burada bulunan Kırka Eti Bor İşleme Tesislerinin atık suyu bu dereye karışmakta, bu dere de Bor yükünü Sakarya nehrine boşaltmaktadır. Büyük Akgöl her ne kadar kapalı bir sistem olsa da Sakarya nehrine çok yakındır. Suların yükseldiği zamanlarda Sakarya nehrinden Büyük Akgöl'e su girişi

olabilmektedir. Ayrıca yer altı suları ve özelliklede yakın çevredeki tarım arazilerinin Sakarya nehri ile sulanması sonucu bor Büyük Akgöl e kadar taşınmaktadır. Ülkemiz ve dünyamız için önem arz eden Bor metalinin Sakarya Nehir havzasında balıklarda birikmesi ile ilgili ilk çalışma EMİROĞLU ve arkadaşları (2010) tarafından, Seydi suyundaki *Squalus cephalus*'un kas, karaciğer, solungaç ve kafa örneklerinde yapılmıştır. Bu proje ile gerçekleştirilen çalışma ile de Sakarya havzasında yaşayan *E. lucius* bireylerinde ilk kez Bor birikimine bakılmıştır. Ayrıca yapılan literatür taramasında *E. lucius* bireylerindeki Bor birikimine ait yayınlanmış eser bulunmamıştır. Ayrıca Türk Gıda Kodeksin de balıklar için kabul edilebilir Bor değerleri olmadığı için *E. lucius* bireylerinin yenebilir dokusunda tespit edilen değerler standartlarla karşılaştırılamamıştır. Kanada ürünler müdürlüğü (2007) tolere edilebilir günlük sınırları yetişkinler için 20 mg/gün, gençler için 17 mg/gün, çocuklar için 11,6 ile 3 mg/gün (9-13 yaş, 4-8 ve 1-3 yaş için) belirlemiştir. İnsan vücuduna Bor büyük kısmı bitkiler yoluyla besin olarak alınır. Büyük Akgöl' de ki *E. lucius* bireylerin kaslarından elde ettiğimiz ortalama Bor değeri göstermektedir ki bu balıklar insan gıdası olarak kullanımında Bor açısından çok büyük sorun teşkil etmeyecektir. Ama tüm metaller gibi B sürekli vücudun ihtiyacından fazla alınırsa zamanla birikerek organizmanın fonksiyonel yapısında aksaklıklara sebebiyet verebilir (EMİROĞLU et al (2010). Seydi suyunda *S. cephalus* üzerinde yaptıkları çalışmada 2 ve 3 nolu istasyonlarda kas dokusunda 100 mg/kg Bor taşıyan bireyler bulmuşlardır. Tabi ki bu değerler Büyük Akgöl' de balık kas dokusunda maksimum (kasta 26,63 mg/kg) değerlerden çok yüksektir. Balık türlerinin birbirinden farklı olması ve söz konusu olan iki alanın birbirine olan uzaklığı karşılaştırma yapmanın sağlıklı olmadığını gösterir. Emiroğlu ve ark (2010) yaptığı çalışmada dokuya göre Bor konsantrasyonları 1. istasyon için Büyük Akgöl' de bulduğumuz sıralama ile aynıken (Solungaç>Kas >Karaciğer) 2. ve 3. istasyonlarda çalışmamızdan farklı olarak Kas >Karaciğer> Solungaç olarak bulunmuştur. Rusya da 10 yıldan fazla bor bileşiklerine maruz kalmış erkeklerde sperm sayısında ve cinsel fonksiyonlarda azalma görülmüştür (Natural Health Products, 2007). Vücutlarına sürekli yüksek oranda Bor alan kişilerde üreme fonksiyonlarında olumsuzluklar oluşabilir. Ancak bu konunun laboratuvar ortamında daha ayrıntılı incelenmesine gerek vardır. Mevsimsel bulgular incelendiğinde Kas dokusu hariç en yüksek birikim kış mevsiminde, kas dokusunda ise ilkbaharda biriktiği görülmüştür.

Büyük Akgöl'deki *E. lucius* bireylerinde yapılan Kadmiyum (Cd) ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç>Karaciğer>Kas olmuştur. Ancak her üç dokuda da değerler birbirine çok yakındır. Cd sanayide özellikle elektroliz yoluyla kaplama da çok kullanılır. Cd makine tehcizat üreten yani ağır sanayide vazgeçilmez bir metaldir. Ancak aynı zamanda da çok küçük oranlarda bile toksik etkiler gösterebilen insan ve çevre sağlığı için son derece zararlı bir metaldir. Biyolojik herhangi bir işlevi olmayan kadmiyum, çinkoyla yakından ilişkili olup doğada çinkonun bulunduğu yerlerde bulunmakta ve çinko ve diğer bazı metallerin arındırılması sırasında yan ürün olarak alınmaktadır (MAY et al, 2001). Sudaki kadmiyum balıkların vücut yüzeyi ve solungaçları ile etkileştikten sonra diğer dokulara geçmektedir (HOLLİS, 1999, WONG ve WONG, 2000). Emilen kadmiyum organizmada iki aşamalı bir yayılım gösterir. İlk aşamada kan ve özellikle karaciğerde düşük molekül ağırlıklı bir protein olan metallothioneinle fikse edilir. İkinci aşamada toksisiteden yoksun olan metallothionein-kadmiyum kompleksi mobilize olarak kana geçer ve böbrekte alıkonarak yoğunlaşır (YAZKAN, 2004). Kadmiyum, metallothionein kompleksleri tarafından tecrit edilir. Bu proteinler yüksek oranda kükürt içeren aminoasitlerdir ve bağlanan kadmiyumun hücre içi reseptörlerle etkileşimi kesilmektedir (Kayhan 2006). Su ortamında çok düşük derişimlerde bile balıklarda doku ve omurga bozukluklarına, solunum değişimine ve ölüme neden olabilmektedir (De SMET ve BLUST, 2001). Kadmiyumun balıklarda anemik tepki oluşturarak hematokrit ve hemoglobin düzeyleri ile eritrosit sayısında (Haux ve Larson, 1984) ve serum glukoz düzeyinde (KARATAŞ et al, 2005) önemli düşmeye neden olduğu belirtilmiştir. Balıklarda kadmiyumun diğer önemli bir etkisi ise, iyonik boyutunun kalsiyuma yakın olması nedeniyle, iyon dengesini bozması ve kalsiyumla rekabete girerek hypokalsemi'ye neden olmasıdır (CHOWDHURY et al, 2004).

Cd'un vücuda ilk temas ettiği bölge solungaçlardır. Özellikle Cd; Cu ve Zn ile birlikte solungaçdaki metallothionein varlığının artmasına sebep olur. Bunun sonucu Cu ve Zn hücre geçişinde rekabete girerek Cd'un solungaçlara alınmasını sağlar. Karaciğer dokusu metallerin taşınmasında ve detoksifikasyonunda görev yapan metallothionein ve benzeri proteinlerin başlıca sentez yerlerinden biri olduğu için,

kadmiyum detoksifikasyonundaki işlevi oldukça fazladır (De CONTO, 1999; De SMET, 2001; WU, 1999; SERAFİM, 2002). Cd farklı ortam derişimlerinin etkisinde Sazan balığının (*Cyprinus carpio*) karaciğer ve böbrek dokularındaki Cd birikimi en kısa sürede çok yüksek seviyelere ulaşırken kas dokusundaki birikimin 106 günlük bir etki süresi sonunda ortaya çıktığı belirtilmiştir (De CONTO et al, 1999). Büyük Akgöl'de *E. lucius* bireylerinin dokularındaki Cd birikim seviyeleri bu bilgilerle paraleldir. Cd vücuda girişi ve vücutta depolanma mekanizmalarına göre en yüksek solungaç da sonra karaciğerde ve en az da kasda bulunması beklenen bir durumdur. Ancak özellikle kasdaki birikim seviyesinin solungaç ve karaciğere çok yakın olması çok uzun zamandır Büyük Akgöl' deki *E. lucius* bireylerinin Cd'a maruz kaldığını göstermektedir. Bu veriler Büyük Akgöl' de ekolojik hayatın ve *E. lucius* bireylerinin yoğun bir şekilde Cd kirliliğine maruz kaldığını ve geleceklerinin tehlike altında olduğunu göstermektedir.

Cd'a ek olarak ortamda çinko ve bakır bulunursa balıklar üzerindeki toksik etkinin daha da arttığı belirtilmektedir (KAYHAN, 2006). Çalışmanın yapıldığı Büyük Akgöl'deki *E. lucius* bireylerinin dokularında da hem Zn hem de Cu tespit edilmiştir. Özellikle yenilebilir dokudaki Zn değerleri ve Cu değerleri de oldukça yüksektir. Balıklar için Cd yenilebilir dokuda Cd sınır değeri Türk Gıda Koteksine Göre 0,05 mg/kg, FAO ya göre 0,1 mg/kg dır. Büyük Akgöl'de *E. Lucius*' da ise Cd değeri 6,014 mg/kg (yıllık ortalama) dır ki bu değer belirtilen sınır değerlerin çok üstündedir. Bu açıdan Büyük Akgöl' deki *E. lucius* bireylerinin tüketilmesi insan sağlığı açısından tehlikelidir. Polonya' da *E. lucius* ile yapılan çalışmada kasdaki Cd miktarı 0,0024 mg/kg (LUNCZYNSKA ve JASTRZEBSKA, 2005), Norveç ve Rusya da 3 farklı lokalitede yapılan çalışmada sadece bir lokalitede *E. lucius* kasında çok az miktarda 0,5 µg/g dan az (AMUNDSEN et al, 1997), Tizsa nehrinde yapılan çalışmada 16,57 µg/kg olarak çok az bulunmuştur (FLEIT ve LAKATOS, 2003). Büyük Akgöl'de *E. lucius* kas dokusunda tespit edilen değer bu tür ile yapılan tüm çalışmalardaki değerlerden ciddi anlamda yüksek bulunmuştur.

Mevsimsel olarak bakıldığında sonbaharda balık dokularında Cd'a rastlanmamıştır. En düşük Cd birikimi yaz aylarında, suda yüksek birikimin görüldüğü

kış aylarında ise en yüksek birikim dokularda görülmüştür. Özellikle suda Cd oranının yüksek olduğu kış aylarında solungaçdaki Cd miktarı 19,599 mg/kg gibi yüksek bir miktara ulaşmıştır. Bu durum dokulardaki birikimin sudaki Cd değişimine çok kısa sürede tepki verdiğini göstermektedir. Cd'un kış ayında suda yüksek olmasının bir nedeni de Zn miktarının kış ayında diğer aylara göre yüksek olmasıdır.

Büyük Akgöl' deki *E. lucius* bireylerinde yapılan krom (Cr) ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç>Karaciğer>Kas olmuştur. Doğal sularda Cr'un düzeyi oldukça düşüktür, 1-2 µg/l arasında bulunur (Moore ve Ramamoorthy, 1984). Krom endüstride, kağıt, karton, selüloz, organik kimyasallar ve petrokimya sanayinde, alkaliler, klor ve inorganik kimyasallar, gübreler, petrol rafinerisi, demir-çelik dökümhanelerin de, metal sanayi ve motorlu taşıt, uçak kaplamasında, asbest üretiminde, tekstil sanayide, deri tabaklanmasında ve elektrik santrallerinde kullanılır (Dean ve ark.,1972). Krom'un toksisitesinin kimyasal olarak çeşidine de bağlı olduğu bildirilmiştir. Krom iyonlarının Cr⁺², Cr⁺³, Cr⁺⁵, Cr⁺⁶ olmak üzere 4 aşaması vardır. Bu formlar içinde doğada Cr⁺³ ve Cr⁺⁶ daha çok bulunmaktadır ve önemlidir. Çünkü diğer türleri stabil olmamakla birlikte çabuk okside olarak dönüşüm göstermektedir. Bunlardan heksavalent form olan Cr⁺⁶ akuatik organizmaların biyolojik membranlarına girebilmekte ve daha toksik etki göstermektedir. Bunun sebebi Cr⁺⁶ oksidasyon kapasitesinin daha yüksek olması ve solungaç yüzeyinden pasif diffüzyon ile girdikten sonra diğer doku ve organlarda yüksek seviyeye çıkmakta, solungaç yüzeyinde görülen kadar toksik etkiye sahip olabilmektedir. (Buhler ve ark 1977). Krom birçok organizma tarafından kolaylıkla biriktirilebildiği için ki bazı zamanlar ortamda bulunandan 4000 kat daha fazla biriktiren sucul algleri düşünüldüğünde özellikle tehlikeli bir metal olduğu bildirilmektedir (Duffus, 1980). Krom için 0.2- 5mg/ml derişim aralığı, çeşitli balık türlerin için zehirlilik etkisinin görüldüğü konsantrasyonlardır (ÇİÇEK ve KOPARAL, 2001). Cr biyolojik memranlara kolay girebilme yeteneğinde olduğu için hücrelerde kısa sürede aşırı birikmekte ve hücrel deformasyonlara sebebiyet vermektedir. Özellikle suda ki Cr ile direk temas eden solungaç epitelyum hücrelerinde meydana gelen deformasyonlar balıklarda gaz değişimi ile ilgili sorunların ortaya çıkmasını ve retya mirabile (harika ağ sistemi) sisteminde taşınan gaz miktar ve oranlarında sorun oluşmasına sebep olurlar. Bu

durumda yüzme kesesindeki gaz basıncını ayarlayamayan balıklarda yüzme problemleri ortaya çıkar. Biyolojik zardan kolay geçtiği için Cr'un en çok solungaçta birikmesi ve aktif bir madde olduğu için ikinci olarak karaciğerde ve kas da daha az birikmesi beklenen bir durumdur. Büyük Akgöl de sıralama bu şekilde tespit edilmiştir. Ancak her üç dokuda da birikim miktarları oldukça yüksektir. Vestonice rezarvuvar alanında yapılan çalışmada *E.lucius* un dokularında biriken Cr değeri 0,02 mg/kg altındadır. Doku sıralaması ise Kas>Karaciğer>Solungaç şeklindedir (KENSOVA et al, 2010). İki çalışma arasında dokulardaki bu sıralama farklılığı iki dokularda biriken Cr miktarının birbirinden çok farklı olmasıyla açıklanabilir. Özellikle kas da biriken miktarı FAO nun belirlediği 0,15 mg/kg değerinin çok üstündedir. Birikimin bu kadar yüksek olmasının ana sebebi yapay-doğal gübre kullanımınıdır. Büyük Akgöl ün etrafında büyük tarım alanları vardır ve bu tarım alanlarında kullanılan gübreler yağmur ve yeraltı suyuyla göle gelmektedir. Mevsimsel olarak da bakıldığında kış mevsiminde en çok birikimin olduğu ilkbaharda ikinci sırada birikimin olduğu bunun da suda bulunan Cr miktarıyla paralellik gösterdiği görülmüştür. Gübrelemenin en yoğun yapıldığı dönem Sonbahar ortaları ve kış sonu ilkbahar başıdır. Dolayısıyla kışın ve ilkbaharda Cr miktarının çok çıkması Cr açısından gölü kirleten ana etmenin yakın tarım alanlarında kullanılan gübreler olduğu görülmüştür.

Büyük Akgöl' deki *E. lucius* bireylerinde yapılan bakır (Cu) ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç>Karaciğer>Kas olmuştur. Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıları canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikler fungusit, biosit, anti bakteriyel madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılır (schoolscience.co.uk 2010). Cu yaşam için temel elementlerdendir. Cu hem iyi hem kötü etkileri olan bir metaldir. Az miktarları yararlı çok miktarı ise toksik etkiye sahip zararlı bir metaldir. Cu eksikliğine bağlı olarak hayvanlarda ve insanlarda büyümede gecikme, solunum sisteminde enfeksiyonlar, kemik erimesi, anemi, saç ve deride renk kaybı gibi rahatsızlıklar kendini gösterirken, bakır bileşikler eklemlerin kireçlenmesine ve romatizmaya karşı kullanılır (MERTZ, 1987). Cu vücut fonksiyonları açısından önemli olmanın yanında özellikle saç, deri esnek kısımları,

kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Erişkin insanlarda ortama 50 – 120 mg bulunan bakır, amino asitler, yağ asitleri ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki reaksiyonlarının vazgeçilmez ögesidir. Bir çok enzim ve proteinin yapısında bulunan bakır, demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenir. Bakır eksikliğinde hayvanlarda anormallikler, kansızlık, kemik hataları ve sinir sisteminde bozukluklar tespit edilmiştir (schoolscience.co.uk, 2010). Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda 12mg/gün, erkeklerde 10mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gündür (HABASHİ, 1997). Cu hayvansal organizmalarda, kemik oluşumu, omuriliğin miyelinleşmesi, hemoglobin ve metalloenzimlerin sentezinde işlev görmekte, sitokrom oksidaz gibi hücredeki redoks reaksiyonlarına katılan enzimlerin başlıca yapısal bileşenini oluşturur. Bakırın elektrik endüstrisinde, sulcul vejetasyonu kontrol etmede, gübre ve pestisidlerin bileşiminde tarımda yaygın bir şekilde kullanımı, sulcul ortamlara katılımını arttırarak doğal düzeyinin (0.005 µmol/L) aşılmasına neden olur (NUSSEY et al, 1995). Bakırın balıklar tarafından ortamdaki alınımı, dokularda birikime, hücresel veya moleküler düzeyde yapısal ve işlevsel bozukluklara neden olmaktadır (DETHLOFF et al, 2001). Çeşitli balık türleri ile yapılan araştırmalarda bakırın subletal derişimlerinin uzun süreli etkisinin dokularda birikime (CİCİK, 2003) solungaçlarda yapısal bozukluklara, omurgada deformasyonlara, immün sistemin zayıflamasıyla nörolojik bozukluklara (STAGG ve SHUTTLEWORTH, 1982), hematolojik ve biyokimyasal parametrelerde değişimlere neden olduğu (TORT ve TORRES, 1988) belirlenmiştir. Cu balıklar da solungaç klorit hücrelerinde vakuolleşme, apikal yüzeyde daralma gibi nekrozlara bağlı olarak ozmoregülasyonda bozukluğa ve epitel tabakanın intralamellar yapıdan ayrılarak difüzyon mesafesinin artması sonucu hipoksiya ya neden olduğu belirtilmiştir (JEZIERSKA ve WİTESKA, 2002). O.mykiss’de bakırın uzun süreli etkisinin solungaçlarda Na⁺/K⁺ ATPase aktivitesinde inhibisyona, membran permeabilitesini etkileyerek solungaç epitelyum hücrelerinde ödem oluşumuna, ozmoregülasyondaki bozukluğa bağlı elektrolit kaybına ve sonuçta kardiyovasküler sistemdeki çökmeye bağlı mortaliteye neden olduğu saptanmıştır (HANDY, 2003). Aşırı miktarda Cu ile enfekte olmuş sularda yaşıyan balıklarda solungaç epitelyumunun secici geçirken permabiletesi bozulduğu için ilk ve en yoğun birikme solungaçlarda olması beklenen sonuçtur. Özellikle enzim yapısına katıldığı için ozmoregülasyon ve besin yoluyla vücuda alınan

Cu hedef organ olarak karaciğere taşınır. Gereksinimden fazla olan Cu metabolit olarak karaciğerde depolanır. Dolayısıyla solungaçdan sonra karaciğerde birikmesi de doğal bir durumdur. Kas aktif bir doku olmadığı içinde Cu nun birikimi burada solungaç ve karaciğere göre daha az olmaktadır. Büyük Akgöl de dokular arası birikim miktarları beklenen bu sırayla çıkmıştır. Balıklarda yenilebilir doku için Türk Gıda Koteksinin sınır değeri 20 mg/kg, FAO nun belirlediği sınır değer ise 5 mg/kg dır. Büyük Akgöl’ de *E. lucius* bireylerinin kas dokusunda bulunan Cu miktarı 11,080 mg/kg dir. Bu değer Türk Gıda Koteksinin belirlediği sınır değerinin altında iken FAO nun belirlediği sınır değerinin üstündedir. Mevsimsel olarak bakıldığında *E. lucius* bireylerinin kas dokusunda en yüksek Cu konsantrasyonununun kış ayında görüldüğü tespit edilmiştir. Norveç ve Rusya da 3 farklı lokalitede *E. lucius* ile yapılan çalışmada en yüksek birikim solungaç dokusunda görülmüş solungaçta ölçülen değer ölçülen değer 10µg/gr altındadır (AMUNDSSEN et al, 1997) Vestonice rezarvarında yapılan çalışmada dokulara göre birikim Karaciğer>Solungaç> Kas şeklinde olmuştur. Bu çalışmada da tüm dokularda Cu birikimi 0,01 mg/kg altındadır (KENSOVA, 2010).

Büyük Akgöl’ deki *E. lucius* bireylerinde yapılan mangan (Mn) ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç>Karaciğer>Kas şeklinde olmuştur. Mn suda bulunan metaller içinde Fe ile birlikte en az zararlı olandır. Hücre sitoplazmasında ve diğer organellere göre mitokondride daha fazla bulunan mangan, lipid ve karbohidrat metabolizmasının yanısıra beyin fonksiyonları için de gereklidir. (VATANABE et al, 1997, MANERA et al, 2000). Mn kolaylaştırılmış hücre içine geçişlerde iyon yakalayıcı olarak iş görebilir. Bu yüzden suda çok bulunduğu çok fazla miktarda solungaç epitelyumuna geçmekte ve birikmektedir. Balık vücuduna giren Mn enzimlere ko faktör olarak kullanılmak amacıyla hedef organ olan karaciğere gider. Fazla olması durumunda karaciğerde depolanır. Balıkların kaslarında ise solungaç ve karaciğere göre daha az biriktirilir. . Katyon olarak manganın stabilite sınırı alabalık için 75 mg/L; sazanlar için 600 mg L⁻¹ dir (Çevre Orman Bakanlığı). Büyük Akgöl’ deki *E. lucius* bireylerin de dokulara göre Mn birikimi beklendiği gibi olmuştur. Türk Gıda Koteksi ve FAO nun Mn için balıkların yenilebilir dokusu için belirledikleri bir sınır yoktur. Mevsimsel olarak bakıldığında Mn ilkbaharda sadece solungaçta az miktarda, kışın ise diğer mevsimlere göre her üç dokuda da yüksek

bulunmuştur. Mn insan beslenmesinde gerekli bir metaldir. Ancak ilkbahar aylarında *E. lucius* bireylerin kas dokusunda tespit edilememesi, insan beslenmesinde önemli rölü olan Mn bakımından zengin bir kaynak olmadığını göstermektedir.

Magnezyum (Mg) insan vücuduna kalsiyumun kullanımı, kalp fonksiyonları, kan basıncı, enerji üretimi, dinlenerek uyumaya yardım etmede gereklidir. Eğer vücutta magnezyum eksikliği varsa, kasları kalsiyum istila edip kramplara neden olabilir. Beslenme düzeninde kalsiyum, magnezyum, sodyum ya da potasyum eksikliği bacak kramplarına sebep olabilmektedir. Terlendiğinde vücutta depolanan bu mineral kullanılmaya başlar. Araştırmacılar kalp krizi kurbanlarının genellikle kanında ve kalp kaslarında magnezyum azlığını tespit etmişlerdir. Azlık belirtileri astım, kalp tutukluluğu, kronik yorgunluk, uykusuzluk, asabiyet, sindirim azlığı, solunum bozuklukları, hızlı kalp atışları ve kuşatılmadır. Kalp krizlerinde hastaya hemen magnezyum verilmesi yaşamasını %60 artırdığı bilinmektedir. Çocuklar ve yaşlılar için özellikle kış aylarında magnezyum gereklidir. Migrene karşı özellikle magnezyum mineral takviyesi yapılmaktadır. Magnezyum beyindeki damarları rahatlatarak kan akışını iyileştirmektedir.

Büyük Akgöl' deki *E. lucius* bireylerinde yapılan nikel (Ni) ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Karaciğer>Kas> Solungaç şeklinde olmuştur. Büyük Akgöl' de yapılan bu çalışmada sadece Ni için kasdaki birikim solungaçtan fazla bulunmuştur. Ni bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir. Nikelin ana kullanım alanı paslanmaz çelik, bakır-nikel alaşımları ve diğer korozyona dayanıklı alaşım üretimleridir. Saf nikel kimyasal katalizör olarak elektrolitik kaplamada ve alkali pillerde, pigmentler, madeni para, kaynak ürünleri, mıknatıslar, elektrotlarda, elektrik fişlerinde, makine parçaları ve tıbbi protezlerde kullanılmaktadır (HABASHİ, 1997). Ni bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır. Zararlı etkilerine rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir durumdur. Nikelin toksikolojik olarak temel 3 etkisi vardır. Bunlar Kanserojen etki, Solunum sistemine etki ve Dermatolojik (alerjik) etkidir (EMRE, 2000). Besinlerin günlük 150 µg' dan az nikel içermesi tavsiye edilmektedir. İngiltere'de günlük değer; yetişkinler için 140-150 µg, çocuklar için 14-

250 µg, A.B.D’de 69-162 µg, ve Danimarka’da ortalama 130 (60-260) µg’dır WHO 1996). Nikelin zararlılık sınırı balıklar için 1-5 mg/L dir (Çevre ve Orman Bakanlığı). Yenilebilir balık dokusunda Ni için Türk Gıda Koteksinde bir sınır değeri belirlenmemiştir ancak FAO Ni için yenilebilir balık dokusunda sınır değeri 0,4 mg/kg olarak belirlemiştir. Büyük Akgöl’ de *E. lucius* bireyleri için yenilebilir doku olan kasda bulduğumuz ortalama değeri FAO nun belirttiği sınırların çok üstündedir. Mevsimsel olarak baktığımız da Büyük Akgöl’ deki *E. lucius* bireylerinde ilkbahar ve sonbaharda hiçbir dokusunda Ni birikimine rastlanmamış yaz ayında ise sadece kas dokusunda Ni birikimine rastlanmıştır. Ancak kış aylarında elde edilen bireylerden ölçülen yüksek değerler tüm yıl için dokularda Ni bulunma oranını arttırmıştır. Sonbaharda suda Ni ölçülmemişken ilkbahar ve yaz aylarında da 0,004 ml/L gibi çok düşük düzeydedir. Kışın ise sudaki Ni oranı 0,053 çıkmış ve nerdeyse 13 kat artmıştır. Sudaki Ni konsantrasyonunda ki bu değişim *E. lucius* bireylerindeki Ni birikiminin mevsimsel değişimini açıklamaktadır.

Akgöl deki *E. lucius* bireylerinde yapılan kurşun (Pb) ölçümleri sonucu yıllık ortalamalara göre büyükten küçüğe Solungaç> Karaciğer>Kas şeklinde olmuştur. Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararlı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (Çalışma ortamında izin verilen sınır 0,1 mg/m³) çevresel kirlilik yaratan en önemli metaldir. Bünye için gerekli olmayan kadmiyum, kurşun, civa gibi metaller minimum konsantrasyonda dahi canlıya gerekli değildir, vücuttan atılmalıdır (RAINBOV, 2002). Doğal ortamdaki konsantrasyon oranı arttığında, gümüş, civa bakır, kadmiyum ve kurşun gibi metaller özellikle organizmalar üzerinde toksik etki yapmakta ve enzimleri inhibe etmektedir (KAYHAN et al, 2009). Pb erkek üreme sisteminde impotans, cinsel isteksizlik, sperm sayısında azalma ve morfolojisinde bozulma, infertilite, testikuler atrofi, kadınlarda adet düzensizlikleri, erken membran yırtılması, düşük doğum ağırlığı, ölü doğum, mental nörolojik yetmezlik gibi bozukluklara sebebiyet verir (TEKBAŞ, 2006). Hayvanlarda kan yoluyla alınan kurşun alyuvar hücreleriyle ekstraselüler sıvı arasındaki su-elektrolit alışverişini bozarak, alyuvar hücrelerinin su ve potasyum kaybetmelerine neden olur. Alyuvar hücrelerinin zar bütünlüğü bozulur, parçalanmaları kolaylaşır. Bunun sonucunda anemi

oluşur. Pb nin sebep olduğu hematolojik bozuklukların başında anemi gelir. Anemi eritrositlerin ömrünün kısalması (hücre membranının mekaniksel frajilitesinin artmasına bağlı olarak) ve hem sentezinin bozulmasından ileri gelir. Bunun sonucu olarak kanda demir seviyesi yükselir (BAŞ ve DEMET 1992). Kirlenmiş sulardaki kurşun konsantrasyonu 0.1 mg/l'den az ise suda yaşayan canlılar bundan pek etkilenmezler. Hassas balıklar için 0.1-0.2 mg Pb/l toksisite sınırını teşkil eder (sert sularda bu sınır 1 mg Pb/l'dir) (Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası, 2004). Pb sucul hayvanlar için toksiktir ve 1 ppm sınırında öldürücüdür. Pb solungaçlar üzerine çöker ve solungaçların salgıladığı salgıyı pıhtılaştırarak oksijen alınmasını zorlaştırır (Süren,2004). Cichlidae'den *Tilapia zillii*'de (Gervais, 1848), Pb'un farklı ortam derişimlerinin etkisinde en fazla metal birikimi diğer doku ve organlara göre solungaç dokusunda meydana gelmiştir (KARATAŞ ve KALAY 2002). Pb, Cambaridae'den *Procambarus clarkii*'nin (Girard, 1852) solungaç filamentlerinde neden olduğu yapısal bozukluk sonucunda yüksek derişimde birikmiştir (TORREBLANCA et al, 1989). Büyük Akgöl' deki *E. lucius* bireylerinde ölçülen Pb birikimi beklendiği gibi en yüksek solungaçta meydana gelmiştir. Suda bulunan Pb solungaçtaki hücrelerin membran yapısını bozmuş elektrolit dengelerini kaybetmelerine sebep olmuştur. Bu yüzden solungaç epitelyum hücrelerinde birikmiştir. Az miktarda bile toksik etki yapan Cd gibi Pb de karaciğere taşınarak detoksifiye edilmeye çalışılmış; ancak organa gelen Pb konsantrasyonu yüksek olduğu için karaciğerde birikmiş bunun soucunda kana geçen Pb eritrosit zar yapısını bozarak balıklarda anemi ve bunun yan ürünü olarak da solunum problemlerine yol açmıştır. Vücuda giren Pb nin bir kısmıda kaçınılmaz olarak kas dokusuna geçmiş ve burada birikmiştir. Türk Gıda Koteksinin balıklarda yenilebilir dokular için verdiği Pb değeri 0,3mg/kg, FAO nun ise 0,5 mg/kg dır. Ancak *E .lucius* bireylerinin kas dokusunda ölçtüğümüz Pb değeri bu değerlerin çok üstündedir. Vestonice rezarvuarında *E. lucius* bireyleri ile yapılan çalışmada kas dokusundaki Pb oranı 0,02 mg/kg bulunmuş, En çok birikim karaciğerde, ikinci sırada ise kasda görülmüştür (Kensova ve ark 2010). Tisza Nehri'nde yapılan çalışmada ise *E. lucius* bireylerinin kas dokusun da 32,28 µg/kg gibi çok küçük bir değer bulunmuştur (FLEİT ve LAKATOS 2003). Mevsimsel olarak bakıldığında her üç dokuda da sadece kış aylarında Pb ölçülebilmıştır. Balık dokularında ölçtüğümüz birçok metal gibi Pb de kış aylarında en yüksek konsantrasyona ulaşmıştır.

Hg yaz, kış ve ilkbahar mevsimlerinde dedeksiyon limitlerinin altında tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde ise karaciğerde maksimum 5,14 mg/kg, ortalama 0,79 mg/kg'dır. Bu ortalama değer Türk Gıda Koteksi (2008) ve FAO ya göre sınır değerinin altındadır (1 mg/kg). Kafa da maksimum 4,73 mg/kg, ortalama 1,93 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu ortalama değer Türk Gıda Koteksi (2008) ve FAO ya göre sınır değerinin üstünde tespit edilmiştir (1 mg/kg), (Tablo 10e).

Türkiye'de balıklarda ağır metal çalışması oldukça fazladır ancak *Esox lucius* ile ilgili ağır metal çalışması çok azdır. Bu çalışmalar arasında Tekin-Özan ve Kır 2002 Aralık - 2003 Kasım ayları arasında Işıklı Gölü'nde yaşayan *E. lucius* 'un karaciğeri ve endoparazitindeki *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779)'da bazı ağır metallerin (Fe, Zn, Cu, Mn ve Cr) konsantrasyonlarına bakmışlardır. Cu, Mn ve Cr seviyelerinin karaciğer dokusunda ve parazitte limit değerlerin altında olduğunu bildirmişlerdir. Karaciğerde Fe 0,25 mg/kg, Zn 0,13 mg/kg, *R. Acus*' ta Fe 17,1 mg/kg, Zn 11,3 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Büyük Akgöl' deki *E. lucius* karaciğerinde Fe ve Zn oranı bu değerlerin üstünde tespit edilmiştir (TEKİN-ÖZAN ve KIR 2007).

En son 02 Eylül 2010 tarihinde su yüzeyinde oldukça fazla miktarda irili ufaklı birçok balığın ölmüş olduğu tespit edilmiştir. Balık ölümleri ile ilgili Sakarya Tarım İl Müdürlüğünden gelen personel sudan ve ölü balıklardan örnekler alarak Bakanlık laboratuvarına göndermiş bulunmaktadır. Yapılan ilk ölçümlerde su sıcaklığının 26°C, pH değerinin 7,58, oksijen oranının ise 0,24 mg/l olduğu tespit edilmiştir. www.oltacılar.com. Ayrıca daha öncede Ağustos 2010 tarihinde Büyük Akgöl de toplu balık ölümü olmuştur. Bu kadar yüksek vede toksitesisi yüksek olan metalin (Cd, Pb,Cr gibi) balık dokusunda bulunması artan sıcaklıklarla birlikte azalan oksijen seviyesinin de sayesinde solunum sorunlarından ölmesi kaçınılmaz bir sonuçtur. Çünkü özellikle toksitesisi yüksek olan metaller solungaç dokusundaki epitelyumun yapısını bozmuş ve balık sudaki az miktardaki oksijen ile karbondioksiti yer değiştirememiştir. Büyük Akgöl çevresinde yaklaşık 15000 dönüm sulanabilir tarım arazisi vardır. DSİ nin açtığı kanallarla drenaj suları göle ulaşmaktadır. Bu sayede tarlalarda kullanılan gübre, pestisitlerde bulunan toksik metaller göle taşınmaktadır.

Ölçtüğümüz bu metal seviyelerinin balıklar açısından iki yönlü anlamı vardır. İlki balık sağlığı açısından göldeki ihtiyo fauna yok olmak üzeredir. Öyle ki girdiği her ortam da aşırı çoğalan ve kirliliğe karşı çok geniş toleranslı *Carassius gibelio* populasyonu bile Türkiye de diğer istila ettiği göllerdeki başarısını yakalayamamıştır. Gölde ihtiyofauna yok olursa suya giren organik maddeler sudan balıklar aracılığıyla çekilmeyeceği için karsallaşma süreci hızlanacak ve Büyük Akgöl çok kısa sürede yok olacaktır. Bu yüzden göle tarım arazilerinden gelen drenaj suları engellenmeli ve bölge halkı ile yakın bir eğitim ve bilinçlendirme çalışılmasına girerek, aşırı gübre ve pestisit kullanımının önüne geçilmesi gerekmektedir. İkincisi insan sağlığı için, Göldeki ticareti yapılan diğer balıklarında metal düzeyleri belirlenerek tüm ticari türler metal birikimi açısından sürekli izlenmelidir. Ayrıca insan sağlığı için tehlike oluşturduğu için gölden yakalanan balıkların yenmemesi de uygun olacaktır.

6. Öneriler

Yüzyılımızın en önemli sorunlarından biri kullanılabilir su miktarının ve kalitesinin azalması ve su kıtlığıdır. Fakat temel sorun, alternatifi olmayan doğal bir kaynak olan suyun daha planlı ve ekonomik kullanılması, su kaynaklarını tehdit eden sorunların belirlenmesi ve önlenmesi, su ve suya bağlı ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanması gibi hedeflerle geliştirilen “su kaynakları yönetimi” ile ilgilidir.

Türkiye’deki su kaynakları yönetimi incelendiğinde yönetimin sınırları kurumsal yapı, veri tabanı, izleme ve denetleme, kanun ve yaptırımlar noktasında birçok sorun tespit edilmiştir. Yönetime ilişkin bu sorunlar su kaynakları, çevre kalitesi, su ekosistemleri, çevre dengesi vb. konularda sorunlar oluşturmuştur. Bu sorunları önleyecek, su kaynaklarını (yeraltı, kıyı ve iç sular) havza ölçeğinde bütüncül olarak yönetecek, su kaynaklarıyla ilgili projelendirme, planlama, koruma, rehabilitasyon, izleme, denetleme, uygulama, vb. her türlü faaliyeti yürütecek bir kurum gerekmektedir. Bu kurum yaptırım gücü olan, ulusal ölçekten yerel ölçeğe etkili bir hiyerarşiye sahip, kurumlar arası eşgüdüm ve işbirliğini sağlayabilecek yetkiye sahip, kanun, yönetmelik ve tüzüklerle yetkileri desteklenen bir yapıya sahip olmalıdır.

Kıyı korunmasına yönelik yasal düzenlemelerin uygulanması konusunda titizlik gösterilerek göl çevresindeki düzensiz ve plansız yapılaşma kontrol altına alınmalıdır. Gölün su seviyesi ekolojik dengeleri bozmayacak şekilde korunmalıdır. Bir su kaynağının amaçlara uygun olarak kullanılabilmesi için periyodik olarak sürekli izlenmesi gerekir. Verileri tam olarak değerlendirecek şekilde yönetilen bir izleme programı, çevresel yönetim için oldukça yararlı bilgiler sağlayacaktır.

7. KAYNAKÇA

1. Akın, M. ve Akın, G., Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları Ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47, 2 (2007) 105-118).
2. AKSOY, A., DEMİREZEN, D., DUMAN F. 2005. Bioaccumulation, detection and analyses of heavy metal pollution in Sultan Marsh and its environment. *Earth and Environmental Science*, Volume 164, Numbers 1-4, 241-255, DOI: 10.1007/s11270-005-3538-x.
3. Anonim, 1993. Türkiye’nin Sulak Alanları. T. Ç. V. Yay. 398 s., Ankara.
4. Anonim, 2002. Çevre Bakanlığı Gökent-Akgöl’de Meydana Gelen Kirliliğin Yerinde İncelenmesi Raporu. Gökent Belediyesi. 2 s., Adapazarı.
5. Armitage, P., Cranston, P.S. and Pinder, L.C.V. 1994. *The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges*. Chapman-Hall, London, 572 pp.
6. Arslan, N. Koç, B., and Çiçek A., 2010. Metal Contents in Water, Sediment, and Oligochaeta-Chironomidae of Lake Uluabat, a Ramsar Site of Turkey* *TheScientificWorldJOURNAL* (2010) 10, 1269–1281 DOI 10.1100/tsw.2010.117
7. Balogh K. V., fernandez, S. F., Salanki, J., 1998. Heavy metal concentration of *Lymnaea stagnalis* L. in the environs of lake Balaton (Hungary). *Wat. Res.* Vol.22, No. 10, 1205-1210.
8. Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. & Stribling, J.B. (1999) *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*, 2nd edn. EPA 841-B-99-002. US Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC.
9. BARLAS, N., AKBULUT, N., AYDOĞAN, M. 2005. Assessment of Heavy Metal Residues in the Sediment and Water Samples of Uluabat Lake, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*, 74:286–293.
10. Bernauer, D., Kappus, B. and W. Jansen (1996): Neozoen in Kraftwerksproben und Begleituntersuchungen am nördlichen Oberrhein. – In: H. Gebhardt, R.

- Kinzelbach, S. Schmidt-Fischer (eds.), Gebietsfremde Tierarten, 87-96. Landsberg.
11. Bilgin, T., 1984. Adapazarı Ovası ve Sapanca Oluğunun Alüviyal Morfolojisi ve Kuaternerdeki Jeomorfolojik Tekamülü, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, No. 2572, 199 s., İstanbul.
 12. BİLGİN, F.H., Systematics and distribution of Mollusca species collected from some fresh waters of West Anatolia, Diyarbakır Üniv. Tıp Fak. Dergisi, Volume:8, Sayı:2, 1-64, Diyarbakır. (1980).
 13. Bode, R.W., Novak, M.A., and Abele, L.E. 1996. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 89p
 14. BOUCHARD, R.W., Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp,(2004).
 15. Böhmer, H.J., Heger, T., Trepl, L. (2001): Fallstudien zu gebietsfremden Arten in Deutschland - Case studies on Aliens Species in Germany. – Texte des Umweltbundesamtes 2001 (13), 126pp.
 16. BRINKHURST, R. O., Jamieson, B. G. M., Aquatic Oligochaeta of the World, Oliver-Boyd, Edinburgh, (1971).
 17. BRINKHURST, R., O., 1971. A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta, Freshwater Biological Association Scientific Publication 22: 1-55.
 18. BRINKHURST, R. O., Jamieson, B. G. M., Aquatic Oligochaeta of the World, Oliver-Boyd, Edinburgh, (1971).
 19. Brodersen, K.P., Odgaard, B., Vestergaard, O. and Anderson, N.J. 2001. Chironomid stratigraphy in the shallow and eutrophic Lake Søbygaard, Denmark:Chironomid macrophyte co-occurrence. Freshwater Biology, 46: 253–267
 20. Busch, D., Schuchardt, B., Kettler, J. and B. Steinweg (1995): Die Verbreitung der Muschelarten *Dreissena polymorpha* und *Congria leucocephaeata* in der Weser und ihre Eignung für ein passives Schwermetallbiomonitoring. – In: Gerken and Schirmer (ed.), Die Weser, 109-122.

21. Cheung, M. and Wang W.X. (2005) Influence of subcellular metal compartmentalization in different prey on the transfer of metals to a predatory gastropod. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 286, 155–166.
22. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products, FAO Fisheries Circular, No:764.
23. CRANSTON, P. S. A., Key to The Larvae of The British Orthocladinae (Chironomidae), Freshwater Biological Association Scientific Publication No.45, (1982).
24. Duman, F., 2005, Sapanca ve Abant Gölü su, sediment ve sucul bitki örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 227 s.
25. DUMAN, F., SEZEN, G., NİLHAN TUG, G. 2007. Seasonal Changes of Some Heavy Metal Concentrations in Sapanca Lake Water, Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences.* 1 (3): 25-28.
26. Elangovan, R., White K. N., McCrohan, C. R., 1997. Bioaccumulation of aluminium in the freshwater snail *Lymnaea stagnalis* at neutral pH. *Environmental Pollution* Volume 96, Issue 1, 1997, Pages 29-33
27. Elmacı, A., Teksoy, A., Olcay, F., Özengin, N., Kurtoğlu, H., and Başkaya, H.Ş. (2007) Assessment of heavy metals in Lake Uluabat, Turkey. *Afr. J. Biotechnol.* 6(19), 2236–2244.
28. EMİROĞLU, Ö, Çiçek A., Arslan N., Aksan, S., Rüzgar, M. 2010. Boron Concentration in Water, Sediment and Different Organisms around Large Borate Deposits of Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, DOI: 10.1007/s00128-010-9961-8.
29. EPA METHOD 3051 (1998) Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils.
30. EPA (2006) National Recommended Water Quality Criteria – Correction. Office of Water. EPA 822-z-99-001.
31. EPLER, J.H., Identification Manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of Florida. State of Florida Department of Environmental Protection Division of Water Facilities Tallahassee. 110 pp. (1995).

32. Ertan, O. Ö., Yıldırım, M. Z., Morkoyunlu, A., 1996. Konne Kaynağı (Eğirdir-Türkiye)'nda Yayılış Gösteren Mollusca Türleri ve Beslenme Tipleri. II. Uluslararası Su Ürünleri Sempozyumu, 21- 23 Eylül İstanbul.
33. FİTTKAU, E.J., Roback, S.S., The larvae of Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region- Keys and diagnoses, Ent. Scand. Suppl. 19, 33-73, (1983).G. Milbrink, in: Oligochaete Communities in Pollution Biology. The European Situation with Special Reference to Lakes in Scandinavia (Eds: R. O. Brinkhurst, D. G. Cook), Aquatic Oligochaete Plenum Publ. Corp., New York 1980, 433.
34. GLÖER, P., Die Tierwelt Deutschlands 73. Teil Die S.şwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas, Bestimmungsschl.ssel, Lebensweise, Verbreitung. ConchBooks. Hackenheim. (2002).
35. Gollasch, S. and Leppäkoski, E (eds.). 1999. Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
36. Hamburger K., Dall, P. C. and Jónasson, P. M. (1990): The role of *Dreissena polymorpha* Pallas (Mollusca) in the energy budget of Lake Esrom, Denmark. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 621-625.
37. Harman, W.N., 1974. Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates, Snail (Mollusca:Gastropoda), ed. Hart, C. W. and Fuller, S. L. H., Academic Press, London.
38. Hellowell, M.J. (1998) Toxic substances in rivers and streams. Environ. Pollut. 50, 61–85.
39. Hyman, L. H., 1967. The İnvertebrates, Mollusca I. Volume VI. McGraw- Hill Book Company, United States.
40. Ilies, J., 1978. Limnofauna Europaea. A Checklist of the Animals İnhabiting European İnland Waters With Accounts of their Distrubition and Ecology (except Protozoa) Gustav Ficher Verlag, Stuttgart, New York, Sweets & Zeitlinger B. V., Amsterdam.
41. Karadede, H., ve Ünlü, E., 2000, Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates)-Turkey, Chemosphere, 41: 1371-1376.

42. KATHMAN, R.D., Brinkhurst, R.O., Guide to The Freshwater Oligochaetes of North America, Aquatic Resources Center, Tennessee, USA, 1- 264. 1998
43. Langdon, P.G. Ruiz, Broderson, Z.K.P. and Foster, D.L. 2006. Assessing lake eutrophication using chironomids: Understanding the nature of community response in different lake types. *Freshwater Biology*, 51: 562-577.
44. Loden, L., 1974. Predation by Chironomidae (Diptera) larvae on Oligochaetes.
45. Macan, T. T., 1977. A Key to the British Fresh and Brackish Water Gastropods, No. XIII. Freshwater Biological Association Scientific Publication, 46.
46. Mackie, G. L., Gibbons, W. N., Muncaster, B. W., and Gray, I. M. 1989. The zebra mussel, *Dreissena polymorpha*: A synthesis of European experiences and a preview for North America. Toronto: Queens Printer for Ontario.
47. 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.
48. MANDAVILLE, S.M., Bioassessment of Freshwaters Using Benthic Macroinvertebrates-A Primer. First Ed. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. viii, Chapters IXXVII, Appendices A-D. 244p. (<http://lakes.chebucto.org/ZOOBENTH/BENTHOS/ii.html>), (1999).
49. Mandaville, S. M., 2002. Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. 1-128.
50. Martin, C.A., Luoma, S.N., Cain, D.J., and Buchwalter, D. (2007) Cadmium ecophysiology in larva stonefly (Plecoptera) species: delineating sources and estimating susceptibility. *Environ. Sci. Technol.* 41, 7171–7177.
51. Mendil, D., ve Uluözölü Ö. D., 2007, Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat Turkey, *Food Chemistry*, 101 (2), 739-745 p.
- MOLLER Pillot, H. K. M. De Larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthocladiinae sensu lato), Leiden, S: 1 – 164. (1984).
52. Minchin, D., Lucy, F. and Sullivan, M. (2002). Zebra mussel: Impacts and spread. In: Leppäkoski, E., Gollasch, S. and Olenin, S. (eds) *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 135-146.

53. Munger, C. and Hare, L. (1997) Relative importance of water and food as cadmium sources to an aquatic insect (*Chaoborus punctipennis*): implications for predicting Cd bioaccumulation in nature. *Environ. Sci. Technol.* 31, 891–895
54. OZMEN, H., KULAHCI, F., CUKUROVALI, A., DOGRU, M. (2004). Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*, 55 401–408
55. Özbek, M. ve Sarı, H.M. (2007). Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Bazı Göllerin Hirudinea (Annelida) Faunası. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 2007 Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 83–88.
56. Ponyı, J.E., 1983. Quantative studies on Chironomidae and Oligochaeta in the Benthos of Lake Balaton. *Arch. Hydrobiol.* 97: 196-207.
57. Rainbow, P.S., Poirier, L., Smith, B.D., Brix, K.V. and Luoma, S.N. (2006) Trophic transfer of trace metals: subcellular compartmentalization in a polychaete and assimilation by a decapod crustacean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 308, 91–100.
58. SARKKA. J., Lacustrine, Profundal Meiobenthic Oligochaetes as Indicators of Trophy and Organic Loading, *Hydrobiologia*, 278, 231 –241. (1994)
59. SPERBER, C. A., Guide for the Determination of European Naididae, *Bidrag, Uppsala*, Bd 29, (1950).
60. SOYLAK, M., ve YILMAZ, S. 2006. Heavy Metal Levels in Sediment Samples from Lake Palas, Kayseri-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 15 – No 5.
61. Stanczykowska, A. 1977. Ecology of *Dreissena Polymorpha* (Pallas)(Bivalvia) In Lakes. *Pol. Arch. Hydrolbiol.* 24:461-530.
62. ŞAHİN, Y., Türkiye Chironomidae Potamofaunası, TUBİTAK, Ankara, (1991).
63. Taşdemir, A., M.R. Ustaoglu, Balık, S., Sarı, H.M. (2008). Batı Karadeniz Bölgesindeki (Türkiye) Bazı Göllerin Diptera Ve Ephemeroptera Faunası. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3): 252-260 (2008) DOI: 10.3153/jfscom.mug.200710.
64. TC Çevre Ve Orman Bakanlığı, (2004). Türkiye Çevre Atlası, Çed Ve Planlama Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, 472 ss.

65. TEKİN-ÖZAN S., KIR İ. 2007. Accumulation of Some Heavy Metals in *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) and Its Host (*Esox lucius* L., 1758). *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31 (4): 327-329.
66. TIMM, T. A., Guide to the Estonian Annelida, Naturalist's Handbooks 1, Tartu-Tallin, Estonian Academy Publishers, Estonia., 208pp, (1999).
67. Tulonen, T., Pihlström, T.M., Arvola, L., and Rask, M. (2006) Concentrations of heavy metals in food web components of small, boreal lakes. *Boreal Environ. Res.* 11, 185–194.
68. Tunçer, S., Uysal, H., İzmir ve Çandarlı Körfezlerinde Yaşayan bazı Mollusk Türlerinde Ağır Metal Kirlenmesiyle İlgili Araştırmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, D.12,3,116-125s.,1983
69. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı. Türk Gıda Kodeksi – Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ.
70. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri, su kirliliği kontrolü yönetmeliği, 31 December official gazette, no.25687 51 s. (in Turkish).
71. Yarsan, E. Bilgili, A. Türel, İ., Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri, *TÜBİTAK*,24(2000)93-96,1999.
72. Yıldırım, M.Z., 1999. Türkiye Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) Türleri ve Zoocoğrafik Yayılışları I. Tatlı ve Acı sular, *Tr. J. Of Zoology*, 23, (3) s. 877-900.
73. YILDIRIM, M.Z., Koca, S.B, Kebapçı. Ü., Supplement to the Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) Fauna of Fresh and Brackish Waters of Turkey. *Turk J Zool.* 30 197-204.(2006a)
74. YILDIRIM, M.Z., Gümüş, B.A., Kebapçı, Ü., Koca, S.B., The Basommatophoran Pulmonate Species (Mollusca: Gastropoda) of Turkey. *Turk J Zool.* 30 (2006) 445-458 (2006b).
75. YİĞİT, S., ALTINDAĞ, A. 2006. Concentration of heavy metals in the food web of Lake Egirdir, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 27(3) 475-478.

76. YIĞİT, S., ALTINDAĞ, A. 2005. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beysehir, Turkey. *Chemosphere*, volume 60, issue 4, 552-556.
77. YIĞİT, S., ALTINDAĞ, A. 2002. Accumulation of Heavy Metals in the food Web components of Burdur Lake, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 11 – No 12a.
78. ZHADİN, V.I., Molluscs of Fresh and Brackish Waters of USSR, Israel Program for Scientific Translations Ltd., Jerusalem. (1965).
79. WETZEL, M.J., Kathman R.D., Fend S., Coates K.A., Taxonomy, Systematic and Ecology of Freshwater Oligochaeta. Workbook Prepared for North American Benthological Society Technical Information Workshop, 48th Annual Meeting, Keystone Resort, (2000).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Seval ARAS

T.C. Kimlik No: 18824005996

Doğum Tarihi ve Yeri: 01.01.1981/ Gaziantep

Adres: Kurtuluş Mah. Ziyapaşa Cad. No:20/13

Mail Adresi: seval_kokmen@hotmail.com

Eğitim Bilgileri

2000-2004 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Biyoloji Bölümü Lisans.

2004-2006 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans.

2007-2011 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Doktora.

ÜDS: İngilizce 2007 Mart Dönemi, 70.00

Lisans Ortalaması: 2,82

Yüksek Lisans Ortalaması: 3,44

Doktora Not Ortalaması:

Yayın Bilgileri

Zoobenthos of Lake Uluabat, a Ramsar Site in Turkey, and Their Relationship with Environmental Variables., Clean, 35 (3), 266 -274,2007.

Proje Bilgileri

- Uluabat (Apolyont) Gölü ve Havzası, Bentik Faunasının (Chironomidae (Diptera), Oligochaeta (Annelida)) Taksonomik ve Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi ve Uluabat Gölü'ndeki Turna balığı'nın büyüme parametrelerinin incelenmesi, 2004-2007.

- Kemaliye (Erzincan) ve Çevresinin Biyoçeşitliliği, 2005-2008.
- Mogan Gölü (Ankara) Bentik Omurgasızlarında (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) Taksonomik İncelemeler ve Kirlilik Parametrelerinden Ağır Metallerin Biyotik ve Abiyotik Ögelerde Birikimlerinin Araştırılması,2006-2007.
- Büyük Akgöl (Adapazarı) Makrozoobentik Limnofaunası (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) ve Ağır Metallerin Biyotik ve Abiyotik Ögelerde Birikimlerinin Araştırılması,2009-2010.

Görev ve Sorumluluk

ISAO 2009 (international symposium of aquatic oligochaeta) sempozyum sekreteryası üyesi.

Diğer Faaliyetler

- Kemaliye ve çevresi ekoloji temelli doğa eğitimi, Temmuz 2006.
- II.Ulusal Limnoloji Çalıştayı, Sinop, Eylül 2006.
- European Inland Fisheries Advisory Commission, Antalya, Mayıs 2008
- Fourth Oligochaete Taxonomy Meeting (4th IOTM)Diyarbakır, Turkey,April 20th to 24th, 2009.
- The Eleventh International Symposium on Aquatic Oligochaeta (5-12 October 2009,Alanya-Antalya, TURKIYE).
- Türkiyede Kara Salyangozu Üretimi, İşleme ve Pazarlama Yöntemleri Eğitimi (24-26 Aralık 2009).
- Naime Arslan, Arzu Çiçek, Seval Aras, Özgür Emiroğlu, The Investigation of Element Levels in Pond Snail (*L. Stegnalis* L.Gastropoda,Pulmonata) from Lake Büyük Akgöl (Adapazarı), Turkey, 17.International Congress of Unitas Malacologica, World Cong of Malacology Abstract Book, 203,18-24 July 2010, Phuket, Thailand, 2010.