

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUABAT GÖL SEDİMENTİNDE BAZI KİMYASAL PARAMETRELERİN
BELİRLENEREK MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Sudan KURTOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUABAT GÖL SEDİMENTİNDE BAZI KİMYASAL PARAMETRELERİN
BELİRLENEREK MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Sudan KURTOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUABAT GÖL SEDİMENTİNDE BAZI KİMYASAL PARAMETRELERİN
BELİRLENEREK MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

SUDAN KURTOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 31.10.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Ayşe ELMACI
(Danışman)

Prof.Dr.Hüseyin S.
BAŞKAYA

Doç.Dr.Şükran DERE

ULUABAT GÖL SEDİMENTİNDE BAZI KİMYASAL PARAMETRELERİN VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Zengin akuatik yaşamı ve doğal güzellikleriyle tanınan Uluabat Gölü (Türkiye) Bursa Marmara Bölgesi'nde yer almaktadır. Uluabat Gölü Nisan 1998'de T.C. Çevre Bakanlığı tarafından Ramsar Alanı olarak kabul edilmiştir. Araştırmamızın amacı, Uluabat Gölü'nde sediment kalitesini ve nütrient dinamiğini belirlemektir. Bu amaçla Uluabat (Apoliyont) Gölü üzerinde beş istasyonda Şubat 2003 - Ocak 2004 tarihleri arasında sediment örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ve ağır metallerin (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb, Cr,) aylık ölçümleri yapılmıştır. Araştırma sonuçları Uluabat Gölü'nde alkali şartların baskın olduğunu, majör katyonların gölde sırasıyla Ca > Mg > K > Na şeklinde bulunduğunu göstermektedir. Gölde pH değerlerinin TN ve TP konsantrasyonları ile pozitif bir ilişki, EC değerlerinin TN konsantrasyonları ile negatif bir ilişki gösterdiği görülmüştür. EC değerleri ile TP konsantrasyonları arasında belirgin bir ilişki söylenememektedir. Mobil ağır metaller sediment örneklerinde Pb>Cu>Cr>Ni>Cd>Zn şeklinde sıralanırken, kolay serbest hale geçebilen ağır metaller Pb>Ni>Cr>Cu>Cd>Zn şeklinde belirlenmiştir. Gölde belirlenen mobil haldeki Cu ve Cr konsantrasyonları kolay serbest hale geçebilen Cu ve Cr konsantrasyonlarına göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Mobil haldeki Pb, Cd, Zn, Ni konsantrasyonları kolay serbest hale geçebilen Pb, Cd, Zn, Ni konsantrasyonlarına göre daha düşük tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarımız Uluabat Gölü'nde gelecekte yapılacak sediment kalite izleme ve belirleme çalışmalarını için yol gösterecektir.

Keywords: Sediment, kalite, Uluabat Gölü, fiziksel, kimyasal, nütrient, ağır metal

THE INVESTIGATION OF SOME CHEMICAL PARAMETERS AND SEASONAL VARIATIONS OF SEDIMENT IN LAKE ULUABAT

ABSTRACT

Lake Uluabat, known for its scenic beauty and richness of aquatic life, is situated in Marmara Region, Bursa (TURKEY). In April 1998, Lake Uluabat was granted Ramsar Site status by the Turkish Ministry of Environment. The objective of this research is to evaluate the sediment quality and nutrients dynamics in Lake Uluabat. For this purpose physical, chemical and heavy metals (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb, Cr,) of the sediments in Lake Uluabat were measured monthly at five stations throughout February 2003-January 2004. The results of this study are showed that in Lake Uluabat, alkaline conditions were dominant, major cations in sediments from Uluabat basin were respectively as; $Ca > Mg > K > Na$. There were slightly positive relationships between the concentrations of TN, TP and pH values in the sediments, and negative correlations between TN and EC (Conductivity) values and no obvious correlations between EC and TP. The mobile heavy metals in sediment samples were sequenced as $Pb > Cu > Cr > Ni > Cd > Zn$, whereas the magnitude of easily mobilizable metal concentration was determined as $Pb > Ni > Cr > Cu > Cd > Zn$. Concentrations of Cu and Cr in mobile fraction were detected higher than in easily mobilizable fraction. Concentrations of Pb, Cd, Zn and Ni in mobile fraction were detected in lower levels than in easily mobilizable fraction.

The results of this study are to guide for sediment quality monitoring and assessment studies for Lake Uluabat in the future.

Keywords: Sediment, quality, Lake Uluabat, physical, chemical, nutrients, heavy metal.

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Sediment Tanımı, Yapısı ve Kirleticileri.....	4
1.2. Çalışma Alanının Tanımı.....	7
1.2.1. Uluabat Gölü'nün Coğrafik ve Jeolojik Yapısı.....	7
1.2.2. Uluabat Gölü'nün Biyolojik Çeşitliliği.....	9
1.2.3. Uluabat Gölü'nde Kirlenmenin Düzeyi.....	10
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	13
3. MATERYAL ve METOD	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Çalışma alanının ve örnek alma istasyonlarının tanımı.....	30
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	32
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Uluabat Göl Sedimentinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	47
4.1.1. Fiziksel Parametreler.....	47
4.1.2. Besin Elementleri.....	49
4.1.3. Anyon ve Katyonlar.....	59
4.1.4. Uluabat Göl Sedimentinde Yapılan Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	69
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	90
KAYNAKLAR	93
TEŞEKKÜR.....	105
ÖZGEÇMİŞ	106

ŞEKİLLER DİZİNİ	Sayfa No
Şekil 1.1. Göl Sedimentini Oluşturan Materyallerin Kaynakları.....	5
Şekil 3.1 Uluabat Gölü coğrafik mevki ve örnek alma istasyonları	31
Şekil 3.2. Uluabat gölü ve çevresinin üç boyutlu görüntüsü	31
Şekil 4.1. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen pH değerlerinin mevsimsel değişimi.....	47
Şekil 4.2. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi.....	49
Şekil 4.3. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam azot değerlerinin mevsimsel değişimi.....	51
Şekil 4.4. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen hidroliz toplam azot değerlerinin mevsimsel değişimi.....	52
Şekil 4.5. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam-P değerlerinin mevsimsel değişimi.....	53
Şekil 4.6. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen yarayışlı-P değerlerinin mevsimsel değişimi.....	54
Şekil 4.7. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen organik karbon değerlerinin mevsimsel değişimi.....	56
Şekil 4.8. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen pH ve TP değerleri arasındaki ilişki.....	57
Şekil 4.9. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen pH ve TN değerleri arasındaki ilişki.....	57
Şekil 4.10. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen EC ve TP değerleri arasındaki ilişki.....	58
Şekil 4.11. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen EC ve TN değerleri arasındaki ilişki.....	59
Şekil 4.12. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen kalsiyum değerlerinin mevsimsel değişimi.....	60
Şekil 4.13. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen magnezyum değerlerinin mevsimsel değişimi.....	61

Şekil 4.14. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen sodyum değerlerinin mevsimsel değişimi.....	62
Şekil 4.15. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen potasyum değerlerinin mevsimsel değişimi.....	63
Şekil 4.16. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen klorür değerlerinin mevsimsel değişimi.....	64
Şekil 4.17. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen karbonat değerlerinin mevsimsel değişimi.....	65
Şekil 4.18. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam sertlik değerlerinin mevsimsel değişimi.....	68
Şekil 4.19. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil bakır değerlerinin mevsimsel değişimi.....	70
Şekil 4.10. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen bakır değerlerinin mevsimsel değişimi.....	71
Şekil 4.21. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.....	72
Şekil 4.22. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil kurşun değerlerinin mevsimsel değişimi.....	73
Şekil 4.23. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen kurşun değerlerinin mevsimsel değişimi.....	74
Şekil 4.24. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.....	74
Şekil 4.25. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil krom değerlerinin mevsimsel değişimi.....	76
Şekil 4.26. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen krom değerlerinin mevsimsel değişimi.....	77

Şekil 4.27. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen krom konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.....	77
Şekil 4.28. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil kadmiyum değerlerinin mevsimsel değişimi.....	79
Şekil 4.29. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen kadmiyum değerlerinin mevsimsel değişimi.....	80
Şekil 4.30. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen kadmiyum konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.....	80
Şekil 4.31. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil nikel değerlerinin mevsimsel değişimi.....	82
Şekil 4.32. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen nikel değerlerinin mevsimsel değişimi.....	83
Şekil 4.33. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen nikel konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.....	83
Şekil 4.34. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil çinko değerlerinin mevsimsel değişimi.....	85
Şekil 4.35. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen çinko değerlerinin mevsimsel değişimi.....	86
Şekil 4.36. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen çinko konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa No**

Çizelge 1.1. Kirletilmiş Sedimentlerdeki Ağır Metal Konsantrasyonları için U.S. EPA'nın Maksimum Kirletici Seviyeleri.....	6
Çizelge 2. 1. Sediment örneklerinin özellikleri.....	19
Çizelge 2. 2. Göl sedimentlerindeki elementlerin ortalama konsantrasyonları(mg/kg)..	20
Çizelge 2. 3. Atatürk Baraj göl sedimentindeki ağır metal konsantrasyonu(ppm).....	20
Çizelge 2. 4. Kuetsjarvi Göl sedimentinin yüzey ve geçmiş' indeki ortalama ağır metal konsantrasyonları (µg/g kuru ağırlık) ve kirlilik faktörü (C _f).....	22
Çizelge 2. 5. Göl Sedimentlerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları(ppm).....	24
Çizelge 2. 6. Göl Sedimentlerindeki Pestisidler ve Konsantrasyonları(ppm).....	24
Çizelge 2. 7. Texoma Göl Sedimentindeki Toplam Metal Konsantrasyonları(mg/kg kuru ağırlık).....	26
Çizelge 3.1. Unicam 929 Marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre'sinin Özellikleri.....	33
Çizelge 3. 2. Bazı metallerin mobilitelerinin artmaya başladığı pH değerleri.....	34
Çizelge 4. 1. 1.İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	37
Çizelge 4. 2. 2.İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4. 3. 3.İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4. 4. 4.İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4. 5. 5.İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4. 6. 1.İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	42
Çizelge 4.7.1.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	42
Çizelge 4. 8. 2.İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	43
Çizelge 4.9.2.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g)	43
Çizelge 4. 10.3.İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	44

Çizelge 4.11.3.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	44
Çizelge 4. 12. 4.İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)...	45
Çizelge 4.13.4.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	45
Çizelge 4. 14. 5.İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)...	46
Çizelge 4.15.5.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g).....	46
Çizelge 4. 16. EPA'nın Kanada standartlarına göre ağır metal konsantrasyonları.....	88
Çizelge 4.17. Uluabat göl sediment örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarının literatür değerlerle karşılaştırılması.....	89

1.GİRİŞ

Sucul ekosistemlerde kendi içinde oluşan veya dışardan katılan pek çok zararlı maddeler bulunabilir. Bu maddeler kısmen sistem içerisinde zararsız hale getirilebilir veya yok edilebilir. Ancak ekosistem için zararlı maddelerin miktarı o ortam tarafından yok edilemeyecek düzeye ulaşırsa bu durum sistemdeki tüm canlılar için olumsuz bir yapıya dönüşür, bu olaya **kirlenme** denir. Kirlenmeye neden olan maddelere de **kirletici** adı verilir. Nedeni ne olursa olsun kirleticinin ekosisteme hangi ölçüde katıldığı ve ne düzeyde (ölümcül) zarar yaptığı, kirleticinin türüne, miktarına, kirlenme ortamının fiziksel, kimyasal, biyolojik yapısına, büyüklüğüne (alan ve derinlik olarak) ve etkilenen canlıların tür ve büyüklüğüne bağlıdır(Tanyolaç 1993).

Göller karasal ortamlardaki büyük çukurların sularla dolması sonucu oluşan buharlaşma ile kurumayan ve suları doğal olarak tamamen boşaltılamayan durgun sulardır. İç suların önemli bir bölümünü oluştururlar(Kocataş 1996). Yeryüzünde kullanılabilir tatlı suların %98'i göllerde toplanmıştır. Göller, konutsal ve endüstriyel su temini ile rekreasyonel, taşkın kontrolü, ticari balıkçılık, sulama ve enerji üretimi gibi amaçlarla kullanılırlar. Bu kullanımlara ek olarak göllere evsel ve endüstriyel atıklarda boşaltılır. Göller, oldukça büyük arazi parçalarının drenaj sularını da alırlar. Bu sular bir süre göllerde bekletildikten sonra ya denize doğru boşalırlar ya da buharlaşma yoluyla atmosfere yükselirler(Türkman ve Uslu 1987).

Yüzeysel sular içinde kirlenmeye karşı en hassas olan göllerdir. Özellikle dışarıya akışlı olmayan göllerin havzasında toplanarak, gerek akarsular ve gerekse de yüzey akışıyla gelen her türlü çözünmüş ve askıdaki maddeler gölde birikmeye başlar. Göle giren suların antropojen etkilerle kirlenmiş olması, su kalitesinin giderek bozulması sonucunu doğurur. Özellikle göle giren kirleticiler örneğin ağır metaller, güç parçalanabilir pestisidler gibi, konservatif (bozulmayan) tipte ise, bu kirleticiler gölde giderek artan konsantrasyonlar meydana getirir. Askıda maddeler göl tabanına çökerek birikim yapar ve gölün dolmasına neden olurlar. Kolay parçalanabilir organik maddeler, gölde doğal biyokimyasal süreçler aracılığı ile son ürünlere dönüşerek stabilize olurlar. Ancak gölün doğal arıtma kapasitesini (asimilasyon) aşan organik yükler, göldeki oksijeni tüketerek gölün anaerobik duruma düşmesine sebep olurlar(Bartolomeo ve ark. 2004).

Göllerin; akarsulardan, yağışlardan, kıyı erozyonu, kirletici kaynaklar ve

biyolojik faaliyetler gibi çok çeşitli kaynaklardan askıda katı madde girdileri vardır. Genellikle sediment olarak adlandırılan bu maddeler, gölün ömrü üzerinde büyük etkiler yaparlar. İklima ve su toplama havzasının fiziksel karakteristiklerine bağlı olarak, bu maddeler gölü doldurarak amaçlanan kullanımı engelleyebilir ve sonunda gölleri bataklıklara çevirebilirler. Göllerde, sediment arttıkça dalga hareketleri azalır, bitkiler artar ve böylece gölün dolması hızlanır(Bartolomeo ve ark. 2004).

Toksik bileşiklerin biriktiği ve sediman yapısının ve adsorbe edilen bileşiklerin özelliklerinin doğasına dayanarak içlerinde kompleks fiziksel ve kimyasal adsorbsiyon mekanizmalarının gerçekleştiği sedimentler göl ekosistemleri için önemli kısımlardır(Bartolomeo ve ark. 2004).

Dünya nüfusunun büyük bir hızla artması sonucu besin ve su yetersizliği sorunları ortaya çıkmaktadır. Çevre kirliliği sonucu ülkemizin bir çok göllerinde ve nehirlerinde olduğu gibi, Uluabat gölünün suları da artık kullanılamaz bir durum sınırına gelmiş bulunmaktadır(Anonim 1999a). Uluabat Gölü suyu, içme suyu olarak kullanılamayan ancak sulama suyu olarak iyi özelliklere sahip olan bir göldür. Göl çevresi sahip olduğu doğal güzellikleri, sakinliği ile büyük şehir karmaşasından bıkanların dinlenme ve rahatlama ortamıdır. Bir zamanlar bu yörede kurulmuş olan antik kentler, Türkiye'nin sahip olduğu önemli ve paha biçilmez tarihi zenginliklerinden biridir. Göçmen kuşların barınma ve besin kaynağı olarak önemi olan bir ortamdır. Kerevit üretimi ve ihracatında ülkemizin ekonomisine katkı yapan bir göldür. Ancak bugünkü olumsuz koşulların devam etmesi ve yakın gelecekte ciddi önlemlerin alınmaması durumunda yok olup gidecek olan bir diğer doğal nimetlerden biridir(Bilgel 2002).

Sulak alan ekosisteminin tamamı ile sistemle ilişkili doğal karakteri korunmuş habitatlarında kapsayan 19.900 hektarlık alan 1998 yılında Ramsar Sözleşmesi listesine dahil edilerek, alanının doğal yapısının ve ekolojik karakterinin korunması uluslararası düzeyde taahhüt edilmiştir(Anonim 1998 a).

Uluslararası önemine rağmen Uluabat Göl ekosistemi aşırı avlanma, kıyı gelişmelerinde meydana gelen arazi ıslahları (son 25 yılda 2000 hektar) ve tarımsal, endüstriyel ve evsel atık deşarjlarının neden olduğu ötrafikasyon tehdidi altındadır(Anonim 1999 a).

Gölün doğal yapısının ve ekolojik karakterinin korunabilmesi için göl yönetim planı hazırlanmalı; ayrıca etkin bir izleme ve denetimin sağlanabilmesi, ilgili kuruluşlar arasındaki koordinasyon ve işbirliğinin güçlendirilebilmesi için yerel kurumsal bir yapı oluşturulmalıdır. Bu amaçla 1998 yılında Doğal Hayatı Koruma Derneği (DHKD) Uluabat Gölü için entegre yönetim planı hazırlamak amacıyla Çevre Bakanlığı ve DSİ ile ortak bir proje başlatmıştır. 2002 yılında Uluabat Gölü Yönetim Planı, Çevre Bakanlığı başkanlığında bir araya gelen çeşitli devlet kurumları, üniversite ve sivil toplum kuruluşları temsilcilerinden oluşan Ulusal Sulakalan Komisyonu tarafından onaylanmış ve yürürlüğe girmiştir (Anonim 1998 a).

Akuatik ve insan yaşamını korumak için, kontaminantların konsantrasyonlarının, kabul edilebilir limitlerini belirleyebilmek için 'Su Kalite Kriter ve /veya standart' çalışmaları yapılmaktadır. Doğal su ortamının çevresel kalitesini iyileştirmek ve sürdürmek için, su kalite kriter ve/veya standart değerleri kullanılıyor olmasına rağmen, günümüz literatüründe artan su-sediman etkileşim çalışmaları göstermiştir ki, su kalite kriterlerinin sedimana dayalı olarak yeniden düzenlenmesinin gerektiği vurgulanmaktadır (Shea, 1988). Öyle ki ülkemizde ulusal sediman kalite kriterleri olmadığı gibi, Uluabat Gölünde zamana dayalı sediman kalite izleme çalışmaları yapılmamıştır. Halbuki dip sedimanlarda biriken kirleticiler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zincirinde depolanabilir veya serbest kalarak sediman üzerindeki su tabakasına geçiş yapabilirler. Bu yüzden Uluabat Gölü kirlilik değerlendirilmesinde su ve sediment kaliteleri birlikte incelenmelidir. Yakın zamana kadar Uluabat Gölünde su kalite çalışmaları yapılmış ve göl sedimenti ile ilgili ayrıntılı bir araştırmaya ulaşılmamıştır. İşte bu nedenlerle eksikliği hissedilen bu konudaki açığı kapatabilmek için bu tez çalışmasının yapılması planlanmıştır. Bu çalışmada amacımız, Uluabat Gölü sedimentinde bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin ve ağır metallerin mevsimsel değişimlerini inceleyerek, mevcut durumu ortaya çıkarmaktır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların ileride yapılacak ve yapılması gerekli olan Uluabat Gölü su-sediman etkileşim çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

1.1. Sediment Tanımı, Yapısı ve Kirleticileri

Sediment, genel anlamıyla doğal sularda değişen miktarlarda birikinti materyallerin yığılarak, dip çamurunun oluşması anlamına gelmektedir. Sucul sistemlerde değişik karakterli materyalleri bünyesine alan sedimanlar, coğrafi ve doğal sebeplerden oluşan erozyonla, su içindeki ölü alglerin, organik ve inorganik maddelerin, dip kısma çökerek birikmesi sonucu ortaya çıkmaktadır(Bakan 2000).

Göllere, çökme genellikle karasal kökenli inorganik maddelerle başlar. Biyolojik üretim arttıkça organik kalıntılar oluşur, çökler ve dip çamurundaki inorganik maddelerle birleşir. Bunlarla birlikte insan eliyle oluşturulan maddeler de dip çamurunda birikebilir. Bunlardan pestisidler, metaller, eser elementler gibi bazı maddeler göl sistemlerinde ekolojik problemler oluşturabilirler (Türkman 1987).

Göl dibinde biriken maddelerin miktarı, kalitesi, oranı mevsim ve iklime göre değişir. İlkbahar yağışları ve eriyen kar suları nehirlerin taşıma kapasitesini artırır. Bu durumda göl dibinde fazla miktarda madde birikir. Göl havzasına gelen kaba maddeler hemen dibe oturur. Daha inceler ise bir süre askıda kalır. Göl kışın donduğu zaman veya kurak mevsimlerde gölde dalga ve akıntılar az olduğundan askıntı maddeler de dibe çökerek ilkbahar ve yazın biriken maddelerin üzerini örter(Tanyolaç 1993).

Kıyısal sedimanların, insanların aktivitelerinin bir sonucu olarak kirlendiği bilinmektedir. Özellikle, noktasal, kentsel ve endüstriyel kaynaklardan gelen kirleticiler, su kütlelerine geçebilir ve buradan da askıdaki partiküller üzerine absorbe olarak dağılma nedeniyle dip sedimanında birikebilirler(Bakan 2000). Kontamine sedimanlar, direk toksisite yoluyla ve ayrıca besin zincirinde biyoakümülyasyon yoluyla akuatik yaşama, vahşi yaşama ve insan sağlığına tehlike sunarlar. Kontamine olmuş sedimanların çoğu, yıllar önce kullanımı sınırlandırılmış veya yasaklanmış çeşitli kimyasallarla (örneğin DDT, PCB ve civa gibi) kirlenmiştir. Bazı diğer kimyasallarda, evsel ve endüstriyel deşarjlardan yüzey sularına ulaşan toksik kimyasallar, yerleşim ve tarımsal alanları kirletir ve sedimanda çevresel olarak tehlikeli seviyelerde birikmeye devam ederler. Burada ki, organik ve inorganik maddelerin artmasıyla, bentik organizmalarla da birleşerek ters yönde etki yaparlar(Bakan ve ark. 2003).

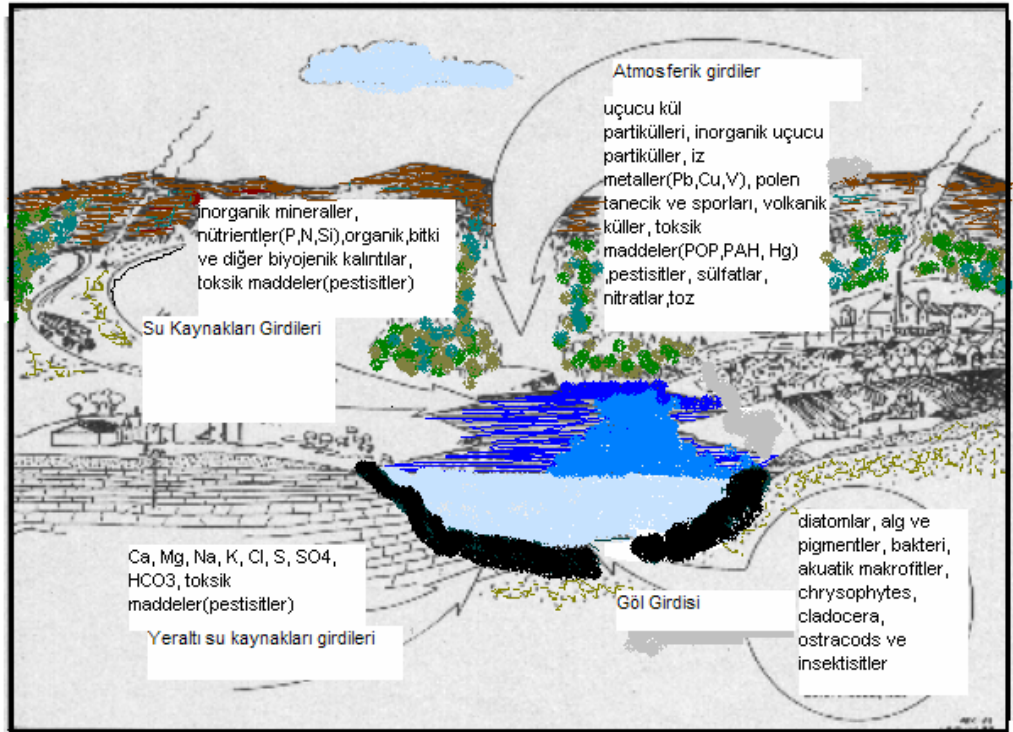
Sedimanda depolanan, partikül halindeki (mekanik, kimyasal ve biyolojik parçalanma ürünü) organik ve inorganik materyallerdir. Çoğu askıdaki ve çözünmüş

materyaller, hidrofobik organik kimyasallarla birleşerek dibe çökmesiyle sedimanda birikebilir. Dip sedimanlarda biriken kirleticiler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zincirinde depolanabilir veya serbest kalarak sediman üzerindeki su tabakasına geçiş yapabilirler(Bakan 2000).

Sediment materyalleri kaynaklarına bağlı olarak iki genel kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar ;

1. Dış Kaynaklar
2. İç Kaynaklar

Dış kaynaklar göl ve su canlıları dışında meydana gelen materyaller olarak ifade edilmektedir(su ve hava yoluyla gelen materyaller gibi). Örneğin; toprak ve kil partiküllerinin erozyonla göle girmesi, ağaçlardan polen taneciklerinin yada duman bacalarından kirleticilerin göle girmesi de dış kaynaklar olarak düşünülebilir. İç kaynakların materyalleri su canlılarının kendileri tarafından meydana gelir. Alg veya akuatik hayvan ölüleri, akuatik makrofit bitki kalıntıları, göl havzası içerisinde meydana gelen proseslerde oluşan kimyasal tortular örnek verilebilir(Smol 2002). Şekil 1.1' de dış ve iç kaynaklar görülmektedir.



Şekil 1.1. Göl Sedimentini Oluşturan Materyallerin Kaynakları (Smol 2002)

Sediman kirleticileri ya direk etkilerle veya sürdürülebilir popülasyonların ihtiyacı olan besin zincirlerini etkileyerek rekreasyonel, genel veya ekolojik önemi olan türleri elimine edebilir veya azaltır. Daha ötesinde, bazı sediman kirleticileri, fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zinciri boyunca biyoakümüle olabilir veya serbest kalarak sediman üzerindeki su tabakasına geçiş yapabilir. Sedimanda yaşamakta olan organizmalar direk kendileri etkilenmese bile vahşi yaşamı etkiler ve tüketicilerini sağlık riskine maruz bırakırlar(Bakan ve ark. 2003).

Kontamine sedimanlar, bentik alanda ve diğer sedimana bağlı organizmalarda ölümcül ve ara ölümcül etkilere neden olabilirler. Ayrıca, doğal ve insan kaynaklı müdahaleler kirleticilerin, sediman üzerindeki suya geçişine neden olup, buradan su kolonundaki organizmalara geçişini sağlar(Bakan ve ark. 2003).

Ağır metaller suda genelde düşük seviyelerde bulunurken sediment ve biotada düşündürücü konsantrasyonlara ulaşmaktadır(Namminga 1976). Çizelge 1.1' de ağır metallerin kirlenmiş ve kirlenmemiş sediment de olabilecek konsantrasyonları verilmiştir(Garbarino ve ark. 1995).

Çizelge 1. 1. Kirlenmiş Sedimentlerdeki Ağır Metal Konsantrasyonları için U.S. EPA' nın Maksimum Kirlenici Seviyeleri

	Kadmiyum	Krom	Bakır	Kurşun	Civa
Doğal sedimentler, kirlenmemiş, µg/g	--	<25	<25	<40	<1
Doğal sedimentler, az kirlenmiş, µg/g	--	25-75	25-50	40-60	--
Doğal sedimentler, çok kirlenmiş, µg/g	>6	>75	>50	>60	>1

Kaynak: Garbarino ve ark. 1995.

İz elementler partiküllerinin kimyasal reaksiyonları sebebiyle sedimentte birikime neden olurlar. Başlıca kaynaklarının uzaklara taşınmasıyla çevrede kalıcı sonuçlar doğururlar. Doğal prosesler (coğrafik hava şartları ve biyolojik ayrışma) kıyı çevrelerine iz metaller ekler, bazen bu durumu insan aktiviteleri (evsel ve endüstriyel kanalizasyon deşarjları, katı atık depolama tesisleri, gemi ve bot aktiviteleri gibi) de yapar(Park ve Presley 1997).

Tatlısu sedimentleri antropojenik kaynaklardan yayılan iz elementler için son noktadır. Tatlısu ekosistemlerinin bazılarında, iz metaller içeren antropojenik kirleticiler

sadece atmosferik çökelmeyle alınmaktadır ve sonra depolanmaktadır, daha sonra da sistem içerisinde yeniden dağılım göstermektedir. Akuatik sistemdeki su, biota ve sedimentlerin içerisinde metallerin dağılımı, metallerin ilgisinin fonksiyonudur ve bu durum sistemdeki kirlilik durumunu açıklar(Yang ve ark. 2002).

Bir gölde çözülmüş anorganik fosfor bileşikleri, fotosentezin meydana geldiği üst tabakalarda ototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanarak besin zincirine dahil edilirler. Partiküler şekilde bağlanan bu fosfatın bir kısmı ölen organizmalar ile çökerken sedimentte depolanır. Göl sedimentlerinin içerdiği fosfor miktarının büyük oranda sedimentin yapısına bağlı olduğu çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir. Fosforun sedimentte depolanmasına ve uygun şartlar altında tekrar serbest bırakılmasına neden olan adsorpsiyon yeteneği de büyük ölçüde sedimentin mineral yapısına ve partikül büyüklüğüne bağlı olup kil içeriği ile paralel artış göstermektedir(Topkaya 1992).

Bakan 2003, sedimanlara tutunan kimyasalların önemini şu şekilde açıklamış; birçok kimyasal ve besin zincirindeki organizmalar yaşamlarının önemli bir kısmını akuatik sedimanların içinde veya üzerinde geçirirler. Bu durum bu kimyasalların besin zinciri boyunca diğer üst seviyedeki canlılar tarafından alınmasını sağlar. Günümüzde kimyasalların, sedimanlarda direkt transferi, bir çok canlı türü için temel açığa çıkış yolu olarak düşünülmektedir. Bunlar, çevresel sediman tabakasının ve kontaminasyonunun (döngü içindeki) önemini ortaya çıkarmaktadır. Ancak, sediman yapısı gereği, diğer çevre matrikslerinden incelenmesi daha zordur. Bir çok sentetik organik maddeler ve metaller, partiküllere bağlanıp, dip birikimlerinde sonlanırlar. Sedimana biriken bu maddeler böylece üst ekosistemde mevcut değildirler ve daha yüksek veya alçak formlara değişebilirler veya sedimandan bentik organizmalara göç ederler veya sedimanda belli bir doygunluk seviyesine ulaştıktan sonra suya geri dönerler.

1.2. Çalışma Alanının Tanımı

1.2.1. Uluabat Gölü'nün Coğrafik ve Jeolojik Yapısı

Uluabat Gölü Marmara Denizinin 15 km güneyinde ve Bursa ilinin 30 km batısında, Mustafa Kemalpaşa'nın doğusunda ve Bursa Karacabey karayolunun

güneyinde 40°10' kuzey enlemleri ile 28°35' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Bilgel 2002). Uluabat Gölü, Marmara Denizi'nin güneyinde, doğu-batı doğrultusunda uzanan tektonik kökenli Yenişehir-Bursa-Gönen çöküntü alanında oluşmuştur. Uluabat Gölü Bursa ili sınırları içerisinde denizden yüksekliği 8-9 m, kent merkezine uzaklığı yaklaşık 34 km mesafededir (Anonim 1998 a). Göl ile ilgili yapılan araştırmalarda, gölün yüzey alanı genellikle 160 km² belirtilmesine rağmen, U.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nün Uzaktan Algılama Merkezi'nin yaptığı çalışmalara göre, 1993 yılı itibarıyla 120 km² olarak belirlenmiştir (Aksoy ve ark. 1997). Göl derinliği, daha önceki çalışmalarda 7.50 m olarak belirtilirken, son yapılan çalışmalara göre, yaz aylarında 1 m'ye kadar düştüğü ve ortalama 3 m olduğu kaydedilmiştir (Bilgel 2002).

Uluabat Gölü ve çevresinde tamamen Marmara iklimi egemendir. Genellikle her mevsimde yağışlı olmakla birlikte, yaz ayları sıcak ve az yağışlı, kış ayları soğuk ve yağışlı, bahar ayları ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bölgenin yıllık ortalama sıcaklığı 14 °C'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 682,8 mm olarak bulunmuştur. Bu değerlerin %41,2'si kış, %23,1'i ilkbahar, %26,6'sı sonbahar, %9,1'i ise yaz aylarında düşmektedir (Anonim 1992).

Göl havzası Kütahya'nın Gediz ilçesi dolaylarından başlamak üzere yaklaşık 10500 km² büyüklüğündedir. Bunun 9856 km²'sini, güney batısından Emet ve Orhaneli Çayları'nın birleşmesiyle oluşan ve gölü besleyen en büyük kaynak olan Mustafakemalpaşa Çayı drene eder. M.Kemalpaşa Çayı'nın yıllık su potansiyeli yaklaşık 2 milyar m³'tür (1974-1988 ortalaması). Bu potansiyelle Emet ve Orhaneli Çaylarının payları sırasıyla %55 ve %45'dir. Havzanın geriye kalan kısmını drene ederek göle akan akarsular, sel deresi nitelikli olduklarından debileri M.Kemalpaşa Çayı'nın sahip olduğu su potansiyelinin yanında ihmal edilecek kadar küçüktür (Demir ve ark. 1998).

Mustafa Kemalpaşa Çayı'nın iki önemli kolu, Kütahya'nın Gediz ilçesi civarından doğan Orhaneli Çayı ve Emet Çayı'dır. Orhaneli Çayı, Gediz ilçesinin 8 km kuzey doğusunda Tavşan, Murat ve Kocadağ dağlarının kuzeyinde, 1100-1300 m yükseklikte, 3 koldan başlamaktadır. Toplam olarak 276 km uzunluğundadır. Emet Çayı ile birleşmeden önce yer alan Kestelek Akım Rasat istasyonunda, yapılan ölçümlerde, yağış alanının 4665 km² , yıllık ortalama su miktarının ise 977 milyon m³ olduğu saptanmıştır (Anonim 1982).

Emet Çayı, Gediz ilçesinin 10 km kuzey batısındaki Şaphane Dağının 1100 m yüksekliğinden başlamaktadır. Toplam uzunluğu 179 kilometredir. Camandar köyü yakınında Orhaneli Çayı ile birleşir. Bu birleşmeden önceki Devecikonağı Akım Rasat İstasyonunda yapılan ölçümlerde, yağış alanının 4853 km², yıllık ortalama suyunun ise 1213,6 milyon m³ olduğu saptanmıştır (Anonim 1982).

1.2.2. Uluabat Gölü'nün Biyolojik Çeşitliliği

Uluabat Gölü'nün uygun iklim koşullarının yanında, geniş sazlık alanlara ve açık su yüzeylerine sahip olması, besin maddesi bakımından da zengin olması değişik türden yüz binlerce canlı için ideal bir ortam oluşturmuştur.

Uluabat Gölü gerek plankton ve dip canlıları, gerekse sucul bitkileri, balık ve kuş popülasyonları açısından ülkemizin en zengin göllerinden birisidir. Gölde 21 değişik balık türünün varlığı bu zenginliğinin en önemli göstergelerindedir. Bu türler içinde ticari amaçla avlananlardan başlıcaları turna (*Esox lucius* L.) ve sazan (*Cyprinus carpio* L.) balıklarıdır. Göldeki en önemli su ürünlerinden biri de kerevittir (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz). Geçmişte yılda ortalama 700 ton kerevit avlanmakta iken, 1986 yılında ortaya çıkan mantar hastalığı nedeniyle kerevit üretimi tamamen bitmiştir (Anonim 1998 a).

Göl, kuşların göç yolu üzerinde yer alması, önemli kuş alanlarından Manyas Kuş Gölü'ne çok yakın mesafede (35 km) bulunması, besin maddelerince oldukça zengin oluşu ve uygun iklim koşullarının varlığı nedeniyle değişik türden kalabalık kuş gruplarına da beslenme, kışlama ve üreme olanağı sağlamaktadır (Anonim 1998 a).

Uluabat Gölü sucul bitkiler yönünden de ülkemizin en zengin sulak alanlarından birisidir. Gölün hemen hemen bütün kıyıları geniş sazlıklarla, sığ kesimleri ise su içi bitkileri ile kaplıdır. Gölde görülen en yaygın bitki grubu kamyş (*Phragmites* sp.) ve saz (*Typha* sp.)'dir. Uluabat Gölü, Türkiye'nin en geniş nilüfer yataklarına sahiptir. Beyaz nilüfer (*Nymphaea alba* L.), gölün kuzeydoğu kıyılarında ve Mustafakemalpaşa Çayı'nın göle giriş ağzında çok geniş alanları kaplamaktadır. Nilüferlerin bulunduğu alanlarda tilki kuyruğu (*Ceratophyllum demersum* L.), kıvrıcık su sümbülü (*Potamogeton crispus* L.) ile su sandalye sazı (*Schoenoplectus lacustris*) da görülmektedir. Gölün kuzeydoğusunda ise nilüferlerle birlikte dik sığır sazı

(*Sparganium erectum* L.) bulunmaktadır. Tilki kuyruğu ve su sümbülleri gölde yaygın olarak görülen diğer bitki türleridir. Tilki kuyruğu gölün güney batı ucunda ve Mustafakemalpaşa Çayı'nın döküldüğü yerlerde saf topluluklar oluşturmaktadır. Gölün güneybatı kesimlerinde ılgınlar (*Tamarix* sp.), tuzcul karakterli *Salicornia* türleri, *Artemisia santonicum* L., *Hordeum* ve *Bromus* türleri yaygındır. Yine Mustafakemalpaşa Çayı'nın döküldüğü yerde söğüt (*Salix* sp.) ve ılgınlardan (*Tamarix* sp.) oluşan bitki toplulukları bulunmaktadır (Anonim 1998 a).

1.2.3. Uluabat Gölü'nde Kirlenmenin Düzeyi

Uluabat Gölü, Marmara bölgesi içinde nüfus ve sanayi yoğunlaşmasının odaklandığı ve kirlenmenin diğer bölgelere göre oldukça yüksek düzeyde bulunduğu bir konumda yer almaktadır. Göl çevresinde çok sayıda yerleşim yeri, fabrika ve işyerleri bulunmaktadır. Bu yerleşim birimleri ve sanayi tesislerinden gelen atık sular çoğu zaman hiçbir arıtıma tabi tutulmadan doğrudan göle deşarj edilmektedir. Bu durum gölde besin tuzlarının miktarında artışa neden olarak gölün trofik seviyesini etkilemektedir.

Gölde kirlenmenin düzeyinden söz ederken sadece Uluabat Gölü'nü ele almak yanlış olacaktır. Çünkü gölü besleyen Mustafakemalpaşa Çayı ve iki kolu Orhaneli ve Emet çaylarında meydana gelen kirlilik doğrudan göle ulaşmaktadır. Uluabat Gölü ve Mustafakemalpaşa Çayı'nın etrafında çok sayıda yerleşim birimi ve sanayi tesisleri mevcuttur. Uluabat Gölü ve yakın çevresinde 16 tane, Uluabat Gölü'ne dökülen Mustafakemalpaşa, Orhaneli ve Emet çayları civarında ise 67 tane yerleşim birimi bulunmaktadır (Demir ve ark. 1998).

Orhaneli Çayı Tunçbilek geçişinde Termik Santral, Orhaneli geçişinde iki ayrı krom madeni ve Kestelek geçişinde de Etibank Bor İşletmeleri'nden atıksu deşarjları almakta, Emet Çayı'na ise Hisarcık'tan sonra Harmancık civarında Krom Madeni İşletmeleri'nden atıksu deşarj edilmektedir. Ayrıca, her iki koldan drene ettikleri, çıplak arazilerden erozyonla gelen süzüntü maddelerini almaktadırlar. Emet'teki Bor İşletmeleri arasında arsenik damarlarına da rastlandığından Mustafakemalpaşa Çayı ve Uluabat Gölü'nde arsenik kirlenmesinden de söz edilmektedir (Önel 1981). Orhaneli Çayı, Tunçbilek kasabasından geçerken, civardaki Garp Linyitleri İşletmesi'nin

Tunçbilek Bölge İşletmesi ile TEK'nun Tunçbilek Termik Santrali'nden de olumsuz yönde etkilenmektedir. Kendisini oluşturan iki ana kolu ile Mustafakemalpaşa Çayı ve onun taşıdığı su ile beslenen Uluabat Gölü'nde hem doğal hem yapay kirlenme mevcuttur.

Uluabat Gölünü de kaplayan Susurluk Havzası'nda bor minerali uzun yıllar boyunca önemli bir kirlilik potansiyeli oluşturmuştur. Emet-Hisarcık'ta ve Orhaneli-Kestelek'te işletilmekte olan kolemenit (bir çeşit bor cevheri) ve bor madenlerinden sızan bor Mustafakemalpaşa Çayı ile Uluabat Gölü'ne taşınmaktadır. Türkiye'nin önemli mineral yatakları Emet, Bigadiç, Kırka ve Mustafakemalpaşa bölgelerinde bulunmaktadır (Önel 1981). Emet Çayı'nda Harmancık'ta işletimde olan krom madeninin konsantratör atık sularının bir kısmı da bir dinlendirme havuzunda dinlendirilip süspansiyon maddesi önemli ölçüde bırakıldıktan sonra deşarj olduğu Kınık Dere vasıtasıyla yaklaşık 20 km'lik bir akış yolundan sonra Emet Çayı'na ulaşmaktadır (Anonim 1999 a).

Orhaneli Çayı'nın ilk kirleticisi Tavşanlı kanalizasyonu, ikincisi Türkiye Elektrik Anonim Şirketi'nin (TEAŞ) Tunçbilek Termik Santrali atıklarıdır. Bu yörenin son kirleticisi Garp Linyit İşletmelerinin (GLİ) Lavyar atık suları ve saha temizliği suları deşarjlarıdır (Anonim 1999 b).

Camandar Köyü ile Mustafakemalpaşa ilçe merkezi arasında kalan yatak kesiminde faaliyette bulunan kum-çakıl ocaklarının kum alırken yatağı örselemesi Mustafakemalpaşa Çayı'nda askıda katı madde oranını yükseltmektedir (Anonim 1999a). Demir ve ark. (1998)'nin bildirdiğine göre, İnan ve ark. nüfusu yaklaşık 40 000 olan Mustafakemalpaşa ilçesinin belediye kanalizasyonunun, 3 ayı yerden hiçbir arıtıma tabi tutulmadan Mustafakemalpaşa Çayı'na deşarj edildiğini belirtmişlerdir.

Gölün drenajı, Uluabat'tan başlayan Göluyağı (Kocasu) deresi ile Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır. Kocasu Deresi; Simav Çayı, Karadere ve Nilüfer Çayı'nı da aldıktan sonra denize dökülmektedir. Ancak, şubat-mart-nisan aylarında yükselen dere tersine akarak, kirlilik yükünü Uluabat Gölü'ne boşaltmaktadır (Torunoğlu ve ark. 1989).

Karacabey ve çevresinde yer alan çok sayıdaki işletmelerden kaynaklanan atık sular doğrudan Kocasu Deresi'ne boşalmaktadır. Özellikle Şubat-Mart-Nisan aylarında

yaşanan ters akım sonucu Kocasu Deresi, aldığı atık suları Uluabat Gölü'ne taşımaktadır (Demir ve ark. 1998).

Buraya kadar ele alınan kirleticiler Susurluk havzasının çeşitli bölgelerinden göle ulaşan ve gölün kirlenmesinde etkisi büyük olan kirleticilerdir. Mustafakemalpaşa Çayı ile göle taşınan kirleticilerden başka, Göl, yakın çevresindeki evsel ve endüstriyel atıksular için de doğal bir alıcı ortam durumundadır (Anonim 1999 b). Gölün kendi havzasında da çok sayıda kirletici kaynak mevcuttur. Bu kirleticilerin başında, Akçalar'dan göle deşarj olan Musa Deresi'nin getirdiği atıklar gelmektedir. Bölgede yer alan Kereviş A.Ş.'den kaynaklanan günlük 1200 m³ evsel ve endüstriyel atık su, işletmede mevcut arıtma tesisinde arıtıldıktan sonra Musa Deresi vasıtasıyla Uluabat Gölü'ne deşarj edilmektedir (Demir ve ark. 1998).

Gölün en büyük adası olan Halil Bey Adası'nda da çok miktarda bulunan küçük ve büyük baş hayvanlardan kaynaklanan hayvansal atıklar kıyı bölgesinden göle karışmaktadır. Bu noktasal kirleticiler görünüşte önemli bir etki yaratmıyor gibi görünse de değişik noktalardan gelen kirletici faktörlerin tümü birleştiğinde göl üzerinde geriye dönüşümü olmayan bozulmalara neden olmaktadır (Anonim 1999 a).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel büyüme ve nüfus artışına bağlı olarak pek çok çevre sorunu ortaya çıkmaktadır. Özellikle içme suyu, sulama ve rekreasyonel amaçlı kullanılan göl suyu kalitesinin bozulması büyük önem taşımaktadır. Yeterli veya hiç arıtımı olmayan yerleşim yerleri ve endüstriler, zirai amaçlı kullanılan gübre ve tarım ilaçları, rekreasyon alanları için öncelikli olarak kirletici kaynakları olarak sıralanabilmektedir. Bu kaynaklar suyun kullanımını sınırlamanın yanı sıra sucul ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle son yıllarda pek çok ülkede göl su kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalar büyük önem kazanmıştır.

Markert ve ark. (1997), Arjantin'deki üç gölde yaptıkları çalışmada, su ve plankton örneklerinde besin maddeleri ve kimyasal elementlerle diğer parametreleri ölçmüşler. Göl sularındaki Sr, Cr, Zn, Cu, Co Pb konsantrasyonlarının dünya tatlı su ortalama değerleriyle aynı olduğunu ve kalan elementlerin (P, S, Si, Fe, Mn, Ni, Na, K, Mg, Ca, As, Cl, Cd) dünya su ortalaması için olan limit değerlere yakın ya da altında olduğunu belirtmişler.

Davies (1998), Batı Kenya'da bulunan altı gölü (Naivasha, Baringo, Turkana, Turkana 1953, Bogoriya, Nakuru gölleri) çeşitli parametreler açısından inceleyerek bir araştırma yürütmüş. Çalışma sonuçları, incelenen göl sularındaki ; HCO_3^- değerlerinin sırasıyla 180, 336, 304, 1304,-, 35300, 12300 mg/l; SO_4^{2-} değerlerinin sırasıyla 17, 40, 56, 57,6, 204, 253 mg/l; Cl^- değerleri sırasıyla 10, 36, 429, 320, 3450, 1375 mg/l; NO_3^- değerlerinin sırasıyla hiç, iz miktarda, iz miktarda, - , - , iz miktarda; PO_4^{3-} değerlerinin sırasıyla 0.4, 0.96, 1.23, 0.5, 1.29, - mg/l; Ca^{+2} değerlerinin sırasıyla 16, 22, 5, 57, 26, 10 mg/l; Mg^{+2} değerlerinin sırasıyla 7, 2, 4, -, iz miktarda, hiç mg/l olduğunu göstermiştir.

1993-1997 yılları arasında Nepal'deki subtropik göllerden Phewa, Begnas ve Rupa'nın limnolojik karakteristiklerinin belirlendiği araştırma sonucunda göl sularındaki su sıcaklığı Begnas Gölü (15-35 $^{\circ}\text{C}$); Phewa Gölü (13-29 $^{\circ}\text{C}$); Rupa Gölü (13-29 $^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen Phewa (0-12,3 $\mu\text{g/l}$); Begnas (0-13,9 $\mu\text{g/l}$); Rupa (0,6-9,2 $\mu\text{g/l}$), pH Phewa (6,3-9,7); Begnas (6-10,1); Rupa (5,4-8,7), $\text{NH}_4\text{-N}$ Phewa (0-0,4 $\mu\text{g/l}$); Begnas (0-2 $\mu\text{g/l}$); Rupa (0-0,24 $\mu\text{g/l}$), (NO_2^- - NO_3^-)-N Phewa (0-0,45 $\mu\text{g/l}$); Begnas (0-0,55 $\mu\text{g/l}$); Rupa (0-0,4 $\mu\text{g/l}$), PO_4^{3-} -P Phewa (0-0,06 $\mu\text{g/l}$); Begnas (0-0,05 $\mu\text{g/l}$); Rupa

(0-0,03 µg/l), TP Phewa (0,001-0,086 µg/l); Begnas (0,001-0,08 µg/l); Rupa (0,012-0,088 µg/l), PC Phewa (0,45-4,44 µg/l); Begnas (0,67-4,38 µg/l); Rupa (0,25-3,69 µg/l), PN Phewa (0,06-0,52 µg/l); Begnas (0,07-0,71 µg/l); Rupa (0,03-0,72 µg/l), PP Phewa (0,007-0,054 µg/l); Begnas (0,04-0,054 µg/l); Rupa (0,007-0,069 µg/l), PC/PN Phewa (8,3-11,6); Begnas gölü (151-363); Rupa (151-363), PN/PP Phewa (16,2-27); Begnas gölü (14,1-34,8); Rupa (6,7-20,9), klorofil (klorofil-*a*+pheopigments) Phewa (0,5-35,4 mg/m³); Begnas (2,7-24 mg/m³); Rupa (0,3-40,2 mg/m³) olarak bulunmuş(Rai 2000).

Yürütülen diğer bir çalışmada, Batı Polonya'daki antropojenik göllerden alınan dip sedimentine bitkilerde ağır metal (Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, V, Zn) ve makronütrient (N, P, K, Ca, Mg, S) konsantrasyonları incelenmiş. Analiz sonuçlarına göre suda belirgin bir sülfat, Cd, Co, Ni, Zn, Pb ve Cu kirliliğinin olduğu tespit edilmiş ve suda belirlenen konsantrasyonların Hollanda hükümeti tarafından kabul edilen kirlenmemiş yüzey sulardaki kirletici elementlerin konsantrasyonlarını aştığı belirtilmiştir(Samecka-Cymerman ve Kempers 2001).

Blindow ve ark. (2002), 1996-1999 yılları arasında güney İsveç'deki Krankesjön Gölü'nde yaptıkları çalışmada 1997 ve 1999 yıllarında yaz mevsiminde, göl suyunun berraklığını 1,2-2,1 m, toplam fosfor değerini 26-40 µg/l, klorofil-*a* değerini 8-18 µg/l arasında; 1996 ve 1998 yıllarında yaz mevsiminde ise, berraklığı 2-2,5 m, toplam fosfor değerini 20-32 µg/l, klorofil-*a* değerini 4-11 µg/l arasında tesbit etmişler.

Haziran 1999-Ekim 2001 tarihleri arasında Texoma Gölü'nde yürütülen çalışmada sudaki çözülmüş metaller ve sedimentteki toplam metaller incelenmiş. Çalışma sonucunda, göl suyunda en yüksek konsantrasyonda bulunan metallerin Na ve Ca olduğu ve bunları Mg ve K'un takip ettiği bildirilmiştir. Ortalama Na konsantrasyonları 204±65 mg/l; Ca konsantrasyonları 102±23 mg/l; Mg konsantrasyonları 38±10 mg/l; K konsantrasyonları 5,34±0,799 mg/l olarak bulunmuş (An ve Kampbell 2003).

Mitikka ve Ekholm (2003), Fillandiya'da farklı özellikteki 253 gölde su kalite belirleme ve izleme çalışmaları yapmışlar. Yaz aylarında ortalama toplam fosfor konsantrasyonunu referans alınan göllerde 6,8±1,8 µg/l, noktasal kirlilik olan göllerde 24±5 µg/l, tarımsal göllerde 58 ±32 µg/l, örnek göllerde 14±2,2µg/l, geniş göllerde 11±2,1 µg/l olarak belirlenmiştir.

Kımalı Sapanca otoyolunun Sapanca Gölü'ne etkilerinin incelendiği çalışmada, otoyoldan gelecek metal kirliliğini saptamak için Aralık 1990'da başlatılan çalışma bir yıl sürdürülmüştür. Analiz sonuçlarına göre, metal kirliliğinin Cd için standart değerlerin altında kaldığı, Pb ve Zn değerleri bakımından ise kirlilik olduğu belirtilmiştir. NO₂-N ve PO₄-P dışındaki su kalitesini belirleyen diğer parametreleri izin verilen standart değerlerin altında bulunmuştur (Yalçın ve Sevinç 1993).

Morkoç ve ark. (1993), Sapanca Gölü'nün limnolojik karakteristiğini belirlemeye yönelik bir çalışma yürütmüşler. Bu çalışma kapsamında Sapanca Göl suyunda sıcaklık, elektriksel iletkenlik, pH, çözülmüş oksijen, klorofil-*a*, nitrat+nitrit, orta fosfat, toplam azot, silikat, toplam organik karbon, inorganik karbon, toplam fosfat analizleri yapılmış ve yüzey sedimentinde de Mn, Fe, Co değerlerinin dağılımı incelenmiş, temel fiziksel ve biyokimyasal parametreler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda göl suyunun içme suyu, proses suyu ve sulama amaçlı kullanıma elverişli olduğu belirtilmiştir.

Morkoç ve ark. (1998), 1989-1992 yılları arasında Sapanca Gölü'nün trofik karakteristiğini belirlemek üzere bir çalışma yürütmüşler. Sistematik olarak ölçülen ışık özellikleri, major ve minör kimyasal konsantrasyonlar ve birincil üretim sonuçları Sapanca Gölü'nün oligotrofik seviyede olduğunu ortaya koymuşlar.

Akkoyunlu ve İleri (1998), yürüttükleri çalışmada, Sapanca Gölü'nün trofik seviyesini belirlemek için gölde belirlenen iki noktada sechhi disk derinliği, klorofil-*a*, toplam fosfor konsantrasyonlarını tespit etmişler. Çalışma sonucunda; SD 2,20-9 m, Kl-*a* 0,26-2,92 mg/m³, TP 1,85-7,69 mg/m³ olarak bulunmuştur ve Sapanca Gölü'nün mezotrofik durumda olduğu belirtilmiştir.

Aydın ve Polatsü (1999), Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonuna su sağlayan Batı Göletinin ötrofikasyon derecesini belirlemeye çalışmışlar. Gölet suyunda fosfor fraksiyonları (toplam fosfor, toplam ortafosfat, toplam filtre edilebilir ortofosfat, partiküler inorganik fosfor), azot fraksiyonları (amonyak azotu, nitrit azotu, nitrat azotu), klorofil-*a* konsantrasyonu ile bazı fiziko kimyasal özellikler (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, ışık geçirgenliği, elektriksel iletkenliği, toplam sertlik, kalsiyum ve magnezyum sertliği, organik madde, bikarbonat alkalitesi) tespit edilmiş. Toplam fosfor konsantrasyonunu baz aldıklarında, göletin besin düzeyi açısından hiperötrofik olduğunu ve özellikle amonyak azotu değerinin bütün deneme periyodu boyunca

alabalık yetiştiriciliği yapılan sular için izin verilen değerlerden yüksek olduğunu saptamışlar.

1998-1999 yılları arasında Burdur Gölü'nün su kalite ve ekolojik özelliklerini belirlemek için yapılan çalışmalar sonucunda ; sıcaklık Haziran 1998'de 18-22 °C, Ekim 1998'de 14-17 °C, Mayıs 1999'da 17-22 °C, pH ilkbaharda 9,1-9,5 , yazın 9,1-9,3; EC ilkbaharda 22000-26000 µs/cm, yazın 30200-31000 µs/cm; secchi disk derinliği ilkbaharda 1,5-3,22 m, yazın 3,1-4,2; çözünmüş oksijen ilkbaharda 6,2-9,5 mg/l, yazın 7,6-9 mg/l; nitrat ve nitrit azotu 0, ortafosfat fosforu 0-0,291 mg/l, kalsiyum ilkbaharda 18-39 mg/l, yazın 60-180 mg/l, magnezyum ilkbaharda 1159-1499 mg/l, yazın 2254-2432 mg/l olarak bulunmuş (Arcak ve Altındağ 2000).

Burnak ve Beklioğlu (2000), Mart 1997-Nisan 1998 yılları arasında Mogan Göl suyunun fiziko-kimyasal karakterleri ile zooplanktonu üzerinde çalışmışlar. Mogan gölüne akan derelerde çok yüksek düzeyde çözünmüş inorganik azot (DIN) ve toplanmış fosfor (TP) belirlenmiş. Çalışma sonucunda, Mogan gölünün düşük fosfor (yıllık ortalama 63 µg/l) ve klorofil-*a* (yıllık ortalama 8,47 µg/l) konsantrasyonları, yüksek secchi disk derinliği ve tüm gölü kaplayan sualtı bitkileriyle, makrofitlerin baskın olduğu berrak su özelliğinde zengin bir sığ göl olduğu belirtilmiştir.

Beklioğlu ve ark. (2000), Mart 1997-Nisan 1998 tarihleri arasında Eymir Gölü'nde, gölün su kaynaklarını, Eymir su girdisini, 1.Kışlacık deresini ve göl çıkıntısını fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler açısından aylık olarak incelemişler. Gölde TP yoğunluğunun (yıllık ortalama 305 µg/l) çok yüksek olduğunu bulmuşlar. Gölde bahar aylarında klorofil-*a*'nın arttığını fakat bu artışın yaz aylarında düştüğünü belirtmişler (yıllık ortalama 19 µg/l). Yaz aylarındaki düşük klorofil-*a* konsantrasyonunda, secchi disk derinliğinin de düşük kaldığını tespit etmişler.

Güneş ve ark. (2001), Eğirdir Gölünün su kalitesi ve göle dökülen bazı derelerdeki kirlilik yüklerini tespit etmek için bir çalışma yürütmüşler. Aldıkları örneklerde fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin ölçümlerini yapmışlar ve göl suyunun özelliklerini saptamışlar. Analiz sonuçlarına göre sıcaklık 6-25 °C; iletkenlik 200-400 µs/cm, çözünmüş oksijen 8-15 mg/l, pH 8-9, ortafosfat 0,1-4 µg/l, nitrat+nitrit azotu göl ortasında 0,1-20 µg/l kıyıda 450 µg/l, amonyum azotu 50-500 µg/l, toplam fosfat 0,5-35 µg/l, toplam azot 200-400 µg/l, klorofil-*a* 0,1-3 µg/l şeklinde bulunmuş.

Elde edilen sonuçlar; Eğirdir Gölü'nün besin tuzları açısından oldukça fakir olduğunu ve oligotrofik özelliğini koruduğunu ortaya koymuş.

Obalı ve ark. (2001), Nisan 1998-Aralık 2000 tarihleri arasında Türkiye'deki bazı göl ve baraj göllerinde (Beyşehir, Mogan, Abant Gölü, Sarıyar Barajı) mevsimsel olarak su ve planktonik organizmalarda ağır metal birikimini incelemişler. Ayrıca inceleme yaptıkları göl ve baraj göllerinde suyun bazı fiziksel, kimyasal parametrelerini de tespit etmişler. Araştırmalarının sonuçları; Sarıyar Baraj Gölü için; sıcaklık 8,7-26,6 °C, pH 8,2-9,5, $EC_{(25\text{ }^{\circ}\text{C})}$ 520-800 $\mu\text{s/cm}$, ışık geçirgenliği 75-140 m, Cd (suda) 17,4-37,5 $\mu\text{g/l}$, Cd (planktonda) 9,49-102,05 $\mu\text{g/g}$, Pb (suda) 109,5-322 $\mu\text{g/l}$, Pb (planktonda) 10,14-198,04 $\mu\text{g/g}$, Hg (suda) 0,064-1,94 $\mu\text{g/l}$, Hg (planktonda) 3,51-7,17 $\mu\text{g/g}$, Cr (suda) 32,5-88 $\mu\text{g/l}$, Cr (planktonda) 22,46-63,215 $\mu\text{g/g}$; Beyşehir Gölü için; sıcaklık 3-25,5 °C, pH 7,8-8,2, çözünmüş oksijen 8-11,8 mg/l, $EC_{(25\text{ }^{\circ}\text{C})}$ 0,3-0,4 $\mu\text{s/cm}$, ışık geçirgenliği 138-175 m, Cd (suda) 65-121 $\mu\text{g/l}$, Cd (planktonda) 80,7-308,42 $\mu\text{g/g}$, Pb (suda) 165-235,5 $\mu\text{g/l}$, Pb (planktonda) 127,01-570,84 $\mu\text{g/g}$, Hg (suda) 0,028-9,025 $\mu\text{g/l}$, Hg (planktonda) 6,19-17,53 $\mu\text{g/g}$, Cr (suda) 53-93 $\mu\text{g/l}$, Cr (planktonda) 84,84-262,39 $\mu\text{g/g}$; Mogan Gölü için; sıcaklık 3-20,4 °C, pH 8,8-9,1, çözünmüş oksijen 8,2-11,5 mg/l, $EC_{(25\text{ }^{\circ}\text{C})}$ 2,1-2,4 $\mu\text{s/cm}$, ışık geçirgenliği 85-207 m, Cd (suda) 35,5-113 $\mu\text{g/l}$, Cd (planktonda) 62,09-132,61 $\mu\text{g/g}$, Pb (suda) 207,5-307,5 $\mu\text{g/l}$, Pb (planktonda) 209,55-360,14 $\mu\text{g/g}$, Hg (suda) 0,0152-8,52 $\mu\text{g/l}$, Hg (planktonda) 3,82-15,72 $\mu\text{g/g}$, Cr (suda) 43,50-88,5 $\mu\text{g/l}$, Cr (planktonda) 31,64-219,46 $\mu\text{g/g}$; Abant Gölü için; Cd (suda) 21-108,5 $\mu\text{g/l}$, Cd (planktonda) 45,16-100,81 $\mu\text{g/g}$, Pb (suda) 93,5-267 $\mu\text{g/l}$, Pb (planktonda) 88,48-589,82 $\mu\text{g/g}$, Hg (suda) 0,52-6,68 $\mu\text{g/l}$, Hg (planktonda) 1,07-9,07 $\mu\text{g/g}$, Cr (suda) 23,5-58 $\mu\text{g/l}$, Cr (planktonda) 57,8-144,64 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiş.

Albay ve Aykulu (2002), İznik Gölü'nün litoral bölgesinden topladıkları çeşitli epifitik alglerle omurgasız hayvanlar arasındaki ilişkileri Mayıs 1993-Kasım 1994 tarihleri arasında yürüttükleri çalışmada incelemişler. Ayrıca bu çalışma sürecinde çeşitli kimyasal ve fiziksel parametreleri de incelemişler. Çalışma sonucunda, su sıcaklığı 13-27 °C, elektriksel iletkenlik 990-1050 $\mu\text{s/cm}$, pH 8,9-9,3, toplam fosfor 12-37,1 $\mu\text{g/l}$, toplam azot 140-873 $\mu\text{g/l}$, karbonat 45-72 $\mu\text{g/l}$, bikarbonat 342-460 $\mu\text{g/l}$ arasında bulunmuş.

Dişli ve ark. (2003), Şanlıurfa Balıklı Göl suyunu fiziksel parametreler açısından değerlendirerek, mevsimlere göre inceledikleri söz konusu fiziksel kirlilik parametrelerinin standartlara uygun olduğunu bildirmişler. Göl suyunda sıcaklık 18-27 °C, EC 296-385 µmho/cm, AKM 12,6-17,6 mg/l, bulanıklık 5 NTU, renk 5 (Pt-Co) olarak belirlenmiş.

Tüfekçi ve ark. (2004), Ömerli Baraj Gölü ve göle dökülen derelerdeki su kalitesindeki değişimleri zamana (2002-2003) ve bölgeye bağlı olarak incelemişler. Gölde ötrofikasyona sebep olan besin elementleri (azot, fosfat, silikat) yüklerini belirleyerek, birincil üretimi sınırlayan besin elementi tespiti yapmışlar. Bütün istasyonlara ait ortalama secchi disk derinliğini 1,9 m olarak hesaplamışlar. Ölçüm sonuçlarının; secchi disk derinliğinin mevsim şartlarına, istasyonlara ve birincil üretime bağlı olarak değiştiğini belirtmişler. Göl suyunda örnekleme zamanının çoğunda saptadıkları yüksek konsantrasyondaki toplam azotun, amonyum ve nitrat azotundan kaynaklandığını ve özellikle amonyum azot konsantrasyonunun oldukça yüksek olduğunu belirtmişler. Ömerli Baraj Gölünün, toplam azot ve toplam fosfor parametresi bakımından ötrofikasyonun kontrol sınır değerlerinin çok üstünde olduğunu tespit etmişler.

Altuğ ve ark. (2004), Temmuz 2002-Mayıs 2003 tarihleri arasında Sapanca Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında indikatör bakteri ve *Salmonella* ssp. ile bakteriyel metabolik aktivasyon düzeyini araştırmak için bir çalışma yürütmüşler. Maşukiye deresi, Karanlık dere ve Yanık derenin göle karıştığı noktalar da toplam koliform düzeyini 24.000 EMS/100 ml, fekal koliform düzeyini 1200 EMS olarak tespit etmişler.

Özan ve ark. (2004), 2003 yılının yaz ve sonbahar mevsimlerinde Kovada Gölü suyunda ve balıkta bazı ağır metal birikimlerini araştırmışlar. Yaptıkları çalışma sonucunda suda Fe, Zn ve Mn tespit etmişler ancak Cu, Cr, Pb, Cd düzeyleri AAS'nin ölçüm değerinin (<0,078) altında bulmuşlar. Suda biriken ağır metal düzeylerini Fe 0,1-0,54 mg/l, Zn 0,03-0,87 mg/l, Mn 0,2-0,5 mg/l arasında tespit etmişler.

Çetin ve Şen (2004), Orduzu Baraj Gölü fitoplanktonunun tür kompozisyonunu ve mevsimsel değişimini bir yıl süreyle incelemişler. Ayrıca göl suyunda çeşitli fiziksel ve kimyasal parametreleri de belirlemişler. Çalışma sonuçlarına göre su sıcaklığı Ağustos'da 23,5°C, Şubat'ta 4,8°C; ÇÖ 8,9-10 mg/l; EC Temmuz'da 375 µs, Kasım'da 200 µs; ışık geçirgenliği Nisan'da 0,36 m, Ağustos'da 1,46 m; pH 7,5-8,3; toplam

sertlik 143-180 mg/CaCO₃; nitrat azotu Şubat'ta 0,023 mg/l, Temmuz'da 0,08 mg/l; sülfat Ağustos'da 5,06 mg/l Eylül'de 2,16 mg/l olarak tespit edilmiş.

Keban Baraj Gölü'nün Uluova Bölgesindeki üç istasyondan toplanan yüzeysel sediment örneklerinde partikül büyüklüğüne bağlı olarak toplam, anorganik ve organik fosfor miktarları ve dağılımları tespit edilmiş. Keban Baraj Gölü'nün Uluova bölgesinin evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarının yanısıra tarımsal alanlardan gelen ve önemli miktarlarda besin maddesi taşıyan yüzeysel akışların etkisi altında olduğu belirtilmiştir. Deşarj edilen bitki besin maddelerinden özellikle fosforun aerobik şartlar altında sedimentte depolandığı, göl sedimentlerinin fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerinin de partikül büyüklüğü ile değiştiği vurgulanmıştır. Çalışmada ki sediment örneklerinin özellikleri Çizelge 2.1' de özetlenmiştir.

Çizelge 2. 1. Sediment örneklerinin özellikleri

Örnekleme İstasyon	Ağustos			Kasım		
	I	II	III	I	II	III
Kum (%)	24	20	34	24	28	28
Silt (%)	41	50	42	28	44	48
Kil (%)	34	30	24	48	28	24

Kaynak: Topkaya 1992.

Her üç istasyon için tespit ettiği fosfor miktarlarının sediment partikül büyüklüğüne bağlı olarak değişiminde ilk göze çarpan olgu; en yüksek fosfor miktarlarının Elazığ ili evsel atıksularının deşarj noktasına yakın olan I. istasyonda 10-25 µm; diğerlerinde ise 2,5-10 µm fraksiyonda ortaya çıkması olmuş. I. ve II. istasyonlarda 0,45 µm'den küçük fraksiyon için de yüksek fosfor miktarları tespit etmiş. Anorganik ve organik fosfor miktarlarının toplam fosfor içerisindeki paylarını incelediğinde, organik fosfor oranının kıyıya yakın I.istasyonda 10-25 µm, diğerlerinde ise 2,5-10 µm fraksiyonda ve anorganik fosfordan daha yüksek olduğunu görmüş. Organizma artıklarının birikmesi sonucu oluşması muhtemel bu durumun sediment partikül boyutu küçüldükçe değişmekte olacağını ve anorganik fosfor miktarının artacağını belirtmiş. Bu olguyu, anorganik fosforun adsorbsiyon ve çökelme yoluyla zenginleşmesi ile de açıklamıştır. Genellikle anorganik fosforun toplam fosfor içindeki payının % 60-80; organik fosforun ise % 20-40 arasında olduğunu söylemiştir. Fosforun partikül büyüklüklerine göre dağılımlarının incelenmesiyle elde ettiği değerler

I.istasyonda 10-25 μm ile $<0,45 \mu\text{m}$; II. istasyonda 2,5-10 μm ile $<0,45 \mu\text{m}$ ve III. istasyonda 2,5-10 μm fraksiyonlarda olmuştur(Topkaya 1992).

Batı Polonya'daki üç göl (Boszkowo, Dominickie, Wielkie) sedimentinde ağır metal konsantrasyonlarına (Ni, Cr, Co, Zn, Mn, Pb, Cd, Cu, Fe) ve makro nütrientlerin (P, Ca, Mg) miktarına bakmışlar. Tüm göller şehir kanalizasyonları tarafından tehdit altında bulunmakta olduğu belirtilmiş. Çizelge 2.2' de göl sedimentlerinde buldukları elementlerin ortalama konsantrasyonları verilmiştir.

Çizelge 2. 2. Göl sedimentlerindeki elementlerin ortalama konsantrasyonları(mg/kg)

Ni	Cr	Co	Zn	Mn	Pb	Cd	Cu	Fe	Ca	Mg	K	Hg
Wielkie												
1,6±0,12	1,15±0,08	2,3±0,09	571±9,8	39±2,1	9,7±0,4	1,2±0,03	2,05±0,09	30,2±9	4420±89	454±14	661±12	0,29±0,02
Boszkowo												
2,95±0,18	1,85±0,11	4,2±0,17	1100±7,5	101±6,3	13,4±0,4	1,8±0,05	2,95±0,11	98,9±16	6780±112	478±12	636±14	054±0,04
Dominickie												
2,05±0,11	1,3±0,09	2,25±0,08	475±7,8	178±7,2	12,9±0,4	1,25±0,08	2,65±0,1	44,1±16	9630±132	587±23	659±9	0,25±0,03

Kaynak: Szymanowska ve ark. 1999.

Hollanda hükümeti tarafından kirlenmemiş dip sedimentinde kabul edilen ağır metal değerlerine göre göl sedimentlerinin limit değerleri aştığı belirtilmiş. Zn için limit değer tüm göllerde 140 mg/kg, Cd için limit değer tüm göllerde 0,8 mg/kg, Hg için limit değer Boszkkowa gölünde 0,3 mg/kg olarak belirtilmiş. Sonuç olarak Batı Polonyadaki üç göldeki çalışma sonuçlarına göre dip sedimentlerinin Zn, Cd, Cu, Pb ve kısmen Ni ve Hg ile kirlendiğini belirtmişler(Szymanowska ve ark. 1999).

Atatürk Baraj göletinde ki iki noktadan alınan sediment örneklerinde (Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn) metal konsantrasyonlarını ölçülmüşler. Çizelge 2.3' de yaptıkları çalışma sonucu sedimentte buldukları metal konsantrasyonları verilmiştir.

Çizelge 2. 3. Atatürk Baraj göl sedimentindeki ağır metal konsantrasyonu(ppm)

	Cd	Co	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn
BOZYAZI (Bozova)	N.D	N.D	14,54	12587	N.D	73,6	N.D	43,69	N.D	60,79
AKPINAR (Adıyaman)	N.D	N.D	22,7	19265	N.D	514,07	N.D	139,69	N.D	59,14

N.D:Belirlenememiş

Kaynak: Karadede ve Ünlü. 2000

Çizelge 2.3' e göre Cu, Fe, Mn ve Ni konsantrasyonlarının Akpınar sedimentinde Bozyazı'dakine göre daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Atatürk Baraj göl sedimentinde çoğu ağır metallerin (Cd, Co, Hg, Mo, Pb) toksik seviyede olmadığını belirtmiş. Bundan dolayı diğer metallerin (Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn) kaynağının Atatürk Baraj gölü ve Fırat nehrinin coğrafik çevresinden geldiği düşünülmüştür. Sonuç olarak Atatürk Baraj göl sedimentinde çok fazla toksik etkide bulunan Cd, Hg ve Pb belirlenmemiş. Ancak endüstriyel gelişmelerin, antropojenik atıkların ve bölgede ki popülasyon artışının yakın gelecekteki çevresel kirliliğin önemini arttıracaklarını belirtmişler(Karadede ve Ünlü. 2000).

Bir dağ gölü olan Lochnagar Gölünün farklı alanlarından 17 sediment örneği toplamışlar ve Hg, Pb, Cd, Zn ve Cu analizleri yapmışlar. Kayıtlar Lochnagar Gölü 1860'lardan beri Hg, Cd, Pb, Zn ve Cu tarafından önemli derecede kirletildiğini göstermiştir. Bazı bölgelerde Hg ve Pb konsantrasyonlarının üst sedimentte 1860'lardan sonra hızlı bir artış gösterdiğini izlemişler. İz metallerin konsantrasyonlarının dağılımının yöneliminde farklı yerlerde değişiklikler olduğunu belirtmişler. Hatta aynı metalin dağılımında da farklılıklar olabileceğini söylemişler. Yüzey sedimentlerinde ki iz metallerin yüksek konsantrasyonları önemli olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan analizler sonucu yüzey sedimentinde buldukları değer aralıkları;Hg için 110-250 ng/g , Pb için 100-360 µg/g , Zn için 39-180 µg/g , Cd için 0,3-1,9 µg/g , Cu için 8-25 µg/g olarak belirlenmiş. Sonuç olarak Lochnagar'ın bir dağ gölü olmasına rağmen atmosferik çökmeden antropojenik kaynaklarla iz metalleri aldığını ve bu gölün Hg, Pb, Zn, Cu ve Cd tarafından şiddetli olarak kirletildiğini söylemişler(Yang ve ark. 2002).

Yiğit ve Altındağ (2002), Burdur Gölü'nden aldıkları su, sediment, plankton ve balık örneklerinde ağır metal (Pb, Cd, Cr, Hg) birikimini incelemişlerdir. Sıcaklık 14-21 °C, pH 9-9,5, EC 24-31,2 µs/cm, çözünmüş oksijen 6-6-9 mg/l, secchi disk derinliği 1,5-4,15 cm olarak belirlenmiştir. Ağır metallerin birikimi suda Cd>Cr>Pb>Hg, planktonda Pb>Cd>Cr>Hg şeklinde bulunmuştur.

Kanada' da Erie Gölü'nde sedimentlerdeki PCB konsantrasyonları 1971 ve 1997 yıllarında ölçülmüş. Toplam PCB değerleri olarak, baskın olan 24 PCB türünün konsantrasyonlarının toplamı alınmış. Erie Gölü'nde baskın olan PCB türleri (B/Z #) ; 16, 24, 38, 31, 32, 44, 52, 74, 87, 99, 101, 110, 118, 138, 149, 163, 174, 180, 182, 187, 194, 195, 201 ve 206 olarak bulunmuş. 1971 yılında ölçtükleri PCB konsantrasyonu 136 ng/g, 1997

yılında ölçtükleri PCB konsantrasyonu ise 43 ng/g olarak kaydetmişler. PCB konsantrasyonunda 1997 yılında büyük bir düşüş görmüşlerdir. PCB değerlerinin gölde doğudan batıya ve kuzeyden güneye doğru gidildikçe artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Erie Gölü sedimentindeki PCB kirliliğinin azalmasının sebebini; sayı ve büyüklük olarak PCB kaynaklarının 1970'lerden beri 20 kat azalması ve bunun da atmosferik çökeltme ve yerel noktasal kaynakların emisyonlarının öncelikle sınırlandırılmasıyla olduğunu belirtmişlerdir.(Marvin ve ark. 2003).

Kuetsjarvi Göl ekosistemi Pechenganickel Şirketinin aktiviteleri tarafından 50 yıldan daha fazla süredir şiddetli kirliliğe maruz bırakılmış. Lukin ve ark. (2003)'nin yaptıkları altı yıllık araştırmalar tüm ekosistem seviyesinde meydana gelen değişiklikleri açıklamıştır. Yaptıkları çalışmada 12 sediment örneğini 6 istasyondan 1991-1994 yılları arasında toplamışlar. Yüzey ve zemin sediment örneklerinde Ni, Cu, Co, Zn, Cd, Pb, Hg, Fe ve Mn konsantrasyonlarını belirlemişler ayrıca her metal için kirlilik faktörünü (C_f) hesaplamışlardır. Çizelge 2.4' de yüzey sedimentlerinde ve geçmişte sedimente ölçtükleri ortalama ağır metal konsantrasyonları ve her metal için kirlilik faktörü verilmiştir.

Çizelge 2. 4. Kuetsjarvi Göl sedimentinin yüzey (0-1 cm) ve geçmiş (20 cm' den derin) 'indeki ortalama ağır metal konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) ve kirlilik faktörü (C_f)

	Ni	Cu	Co	Zn	Cd	Pb	Hg	Fe	Mn
Yüzey	2218	905	120	261	1,61	19	0,4000	55500	4140
Geçmiş	85	63	22	126	1,16	12	0,035	46900	2290
C_f	26,0	14,3	5,5	2,1	1,4	1,6	11,4	1,2	1,8

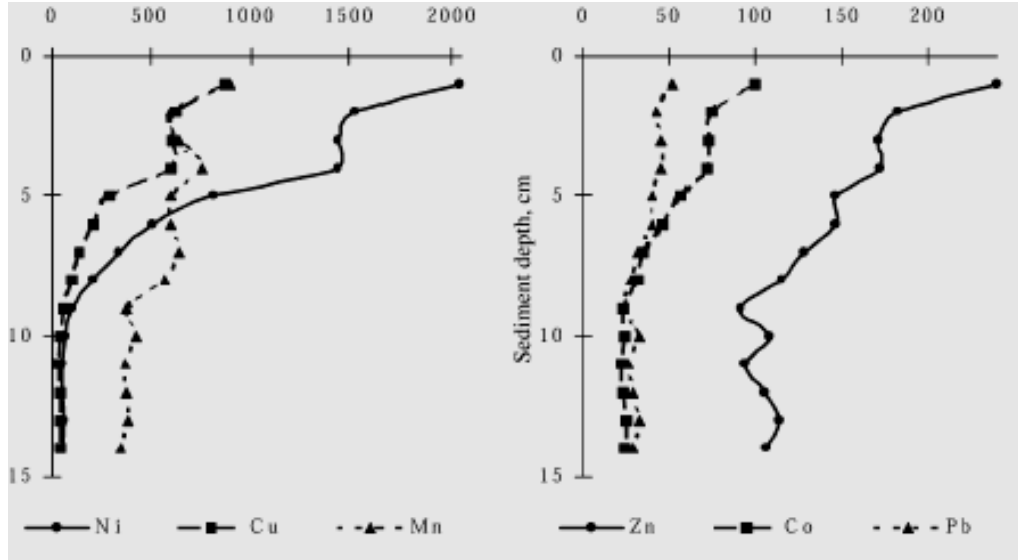
C_f :yüzeydeki kons./geçmişteki kons.

Kaynak: Lukin ve ark. 2003.

Göl sedimentinin geçmişteki ağır metal konsantrasyonlarını Ni için 49-173 $\mu\text{g/g}$, Cu için 38-96 $\mu\text{g/g}$, Co için 5-34 $\mu\text{g/g}$, Zn için 106-163 $\mu\text{g/g}$, Cd için 0,25-1,82 ve Pb için; 5-29 arasında bulmuşlar. Kola Peninsula'daki diğer göllerde geçmişte yapılan araştırmalarda da sedimentde ortalama ağır metal konsantrasyonu aynı seviyelerde bulmuşlar.

Ağır metallerin sedimentteki dikey dağılımlarının zamanla değişimleri ile sediment yüzeyine doğru konsantrasyonun artmasını Kuetsjarvi Gölündeki üç

istasyondan aldıkları örneklerde kanıtladıklarını belirtmişler. Bu durum Şekil 2.1’ de gösterilmektedir. Bu durumun Ni, Cu, Zn, Co, için özellikle tipik bir durum olduğunu söylemişler. Çünkü bunlar bu alanda baskın kirleticilermiş. Nedenini de Pechenganickel Şirketinden kaynaklanan emisyonlar olduğunu belirtmişler.



Şekil 2. 1. Kuetsjarvi Gölündeki 3 istasyondan alınan sedimentlerdeki ağır metal konsantrasyon dağılımı(µg/g) (Lukin ve ark. 2003)

Şekil 2.1’ de görüldüğü gibi kurşun ve mangan dikey bir dağılım göstermektedir.

Yüzey sediment tabakasındaki buldukları konsantrasyonlar ise Ni için 1556-3073 µg/g, Cu için 465-1499 µg/g, Co için 81-165 µg/g, Zn için 162-309 µg/g, Cd için 0,33-0,42 µg/g arasında değişmiştir. Kuetsjarvi Gölünün yüzey sedimentini Kola Peninsula’daki diğer göllerin geçmişteki ortalama değerleri ile karşılaştırdıklarında Ni, Cu, Hg ve Co konsantrasyonlarını yüksek bulmuşlardır(Çizelge 2.4 ve Şekil 2.1). Diğer ağır metallerin (Zn, Pb ve Cd) geçmişteki değerlerle önemli derecede farklılık göstermediğini belirtmişler.

Kuetsjarvi gölünün derinliklerinden (genellikle 20 cm’den fazla) topladıkları sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarını Kola Peninsula için tipik olan değerlerle hemen hemen aynı bulmuşlar. Çöplüklerden ve madenlerden atıksu boşaltımı

kadar yakma tesislerinden kaynaklanan Ni, Cu, Co, Zn, Cd ve Hg'nin atmosferik emisyonlarının da olası ana kaynak olabileceğini belirtmişler.

Sonuç olarak bu çalışmada yaptıkları yüzey sedimentinin geçmişte ki değerleriyle karşılaştırmaları, göl sedimentinin yüzeydeki ağır metal konsantrasyonları zaman içerisinde arttığını göstermiştir(Lukin ve ark. 2003).

Mısır'da yer alan Qarun Gölü ve Wadi El-Rayan Göllerinden sediment örnekleri toplamışlar ağır metal ve pestisid analizleri yapılmış. Çalışmadaki analiz sonuçları Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 2. 5. Göl Sedimentlerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları(ppm)

Metal	Qarun Gölü		Rayan 1.Gölü		Rayan 2. Gölü	
	Aralık	Ort.±S.S	Aralık	Ort. ±S.S	Aralık	Ort.S.S
Zn	6,90-12,4	8,63±0,79	1,88-3,26	2,73±0,31	3,695-7,20	5,35±0,93
Fe	336-1241	814±152,5	21,52-61,3	42,9±8,8	394,6-699,0	507±67,3
Mn	117-491	288,0±71,7	5,63-14,11	10,12±2,18	26,60-52,80	394±6,16
Cu	2,75-5,14	4,06±0,37	0,59-1,65	1,11±0,23	1,88-2,08	1,97±0,04
Cd	0,27-0,64	0,45±0,07	0,06-0,12	0,10±0,01	0,02-0,09	0,06±0,02
Cr	1,88-2,86	2,31±0,16	0,91-3,68	2,90±0,35	0,96-2,46	1,78±0,39
Ni	14,7-21,0	17,1±1,41	2,96-3,90	3,30±0,21	1,69-5,19	3,23±0,87
Pb	0,66-0,76	0,70±0,02	0,40-0,51	0,48±0,03	0,11-0,21	0,15±0,02
Co	0,80-5,16	2,88±0,80	2,16-5,24	3,82±0,72	2,13-2,97	2,71±0,2
Sn	1,36-4,62	2,82±0,52	0,0-0,10	0,02±0,01	0,0-0,08	0,02±0,01
Toplam	1142		67,5		561	

Kaynak: Mansour ve ark. 2003

Çizelge 2. 6. Göl Sedimentlerindeki Pestisidler ve Konsantrasyonları(ppm)

Qarun Gölü	Rayan 1.Gölü	Rayan 2.Gölü
Aldrin (0,969)	Lindane (0,001)	Lindane (0,001)
o,p'-DDE (0,264)	Malathion (0,003)	Malathion (0,002)
p,p'-DDE (0,118)		
p,p'-DDD (0,646)		
Profenofos(0,013)		

Kaynak: Mansour ve ark. 2003

Çizelge 2.5' e göre, sedimentlerdeki metal (Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, Cr, Co) konsantrasyonlarının düşündürücü olduğu belirtilmiş. Örneğin Qarun Göl sedimentindeki Fe konsantrasyon aralığı 336-1241 ppm ile ortalama değeri 815 ppm olmuş. Bu değerler Wadi El-Rayan'nın 1. Gölünde 22-61 ppm (ort:43 ppm) arasında

değişirken 2. gölünde 395-699 ppm (ort:507 ppm) arasında değişmiş. Toplam ağır metal konsantrasyonunun Qarun Göl sedimentinde yüksek (1142 ppm) olduğunu, bunu Wadi El-Rayan'ın 2. Gölü 561 ppm ile takip ettiğini ve içlerinde en düşük değerin Wadi El-Rayan'ın 1.Gölünde (68 ppm) bulunduğunu söylemişler.

Çizelge 2.6' ya göre Qarun Göl sedimentinin Wadi El-Rayan'daki göllerin sedimentlerinden pestisid kalıntıları ile daha çok kirletildiğini belirtmişlerdir. Zaten bu durumun olacağını bekliyolarmış. Çünkü Qarun gölü Fayoum eyaletinin tarımsal atıksu drenajları için genel bir rezervuar olarak kullanılmaktaymış(Mansour ve ark. 2003).

An ve Kampbell (2003) Haziran 1999-Ekim 2001 tarihleri arasında Texoma göl sedimentinde toplam metal konsantrasyonlarını ölçmüşler. Texoma gölünün önemli rezervuarlardan ve rekreasyonel amaçlı kullanıldığından bahsetmişler. Ayrıca bölgede tarımsal faaliyetlerinin olduğunu, Texoma gölündeki bot aktivitelerinin ve tamir işlemlerinin gölde metal kirliliğine yol açtığını söylemişler. Ekim 2001'de beş farklı marınadaki 8 yerleşimden sediment örnekleri toplamışlar. Yaptıkları çalışmalar sonucunda buldukları değerler Çizelge 2.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 7. Texoma Göl Sedimentindeki Toplam Metal Konsantrasyonları(mg/kg kuru ağırlık)

Metal	Ort ±S.S	Aralık	% (Olus)
Ca	56811±53142	5385-16664	100
Al	31095±14638	9445-53285	100
Fe	19393±7835	7989-32046	100
K	6089±2954	1921-10914	100
Mg	5128±2727	1216-9692	100
Na	713±360	242-1538	100
Mn	377±161	145-643	100
Ti	231±67	123-361	100
Sr	183±116	36-350	100
Ba	163±69	68-272	100
Zn	89±53	33-242	100
V	59±24	24-99	100
Cu	38±34	9-136	100
Cr	30±13	12-51	100
Ni	17±8	6-31	100
Pb	10±3	5-15	100
Co	9±3	4-14	100
Cd	2±3	1-3	100
As	11±2	6-16	87,5
Be	1±0,8	1-2	75
TI	3±0,4	1-6	37,5
Ag		0	
B		0	
Mo		0	
Se		0	

Kaynak: Joo An ve ark. 2003

Çizelge 2.7 'ye göre metallerin sedimentte yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirtmişler (En yüksek Ca ve Al , bunları da Fe, K ve Mg takip eder). Bakır konsantrasyonunun analizledikleri 16 sediment içerisinde 9-136 mg/kg arasında değer olduğunu bulmuşlar. En yüksek değeri ise (136 mg Cu kg⁻¹) lokal antropojenik kaynakların olduğu istasyonda bulduklarını kaydetmişler. Bu istasyonun bot tamir işletmesinin yakınında olduğunu belirtmişlerdir. Sedimentteki Cu kirliliğinin ana kaynağını, bot tamir aktivitelerinin meydana getirdiğini söylemişler(Joo An ve ark. 2003).

Çalışma alanımız olan Uluabat (Apolyont) Gölü'nde günümüze kadar yapılan çalışmalardan ilki 'Apolyont Gölü ve Yan Kolları Projesi' adı altında DSİ Bursa Bölge Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen bir çalışmadır. Bu çalışmada Apolyont Gölü ve göle dökülen çayların mevcut kirlilik durumu incelenmiştir (Anonim,1982).

Torunoğlu ve ark. (1989), Uluabat Gölü ve hidrolojik havzasında su kaynaklarında kirlenmeyi tespit etmek ve kirlenme düzeyini belirlemek için inceleme yapılmıştır. Su kalite gözlemlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin ölçümlerinin yanında hidrobiyolojik gözlemlerde yapmışlardır. Gölde su derinliğini ilkbahar sonuna doğru çoğu zaman 2 m bazen de 1,5 m, sonbahara doğru ise 1-1,5 m; klorofil-*a* ortalama değerini 31,82 mg/l; Si 19-80 mg/l; P 14-52 mg/l; Bor 0,59-0,92 mg/l; arsenik 12-15 µg/l olarak belirlemişlerdir.

Sonal (1995), İznik ve Uluabat Gölleri'nden avlanan balık türlerinde çeşitli metallerin kirlilik düzeylerini belirlemiştir. Uluabat Gölündeki balıklarda ortalama kadmiyum, civa, kurşun, bakır, demir ve çinko konsantrasyonları sırasıyla, 0,101, 0,225, 0,407, 2,081, 11,251 ve 16,670 ppm olduğu bildirilmiştir.

Yılmaz ve ark. (1995), Uluabat Gölü'nde avlanılan yaban ördeklerinde kurşun ve kadmiyum düzeylerini tespit etmişlerdir. Ortalama kurşun ve kadmiyum kalıntı düzeyleri sırasıyla karaciğerde $0,706 \pm 0,085$ ppm, ve $1,758 \pm 0,360$ ppm; böbreklerde ise $0,855 \pm 0,126$ ppm ve $3,887 \pm 0,889$ ppm olarak bulunmuştur.

Aksoy ve ark. (1997), 1984 ve 1993 yıllarına ait Landsat-5 TM sayısal uydu verileri ve Coğrafik Bilgi Sistem tekniklerini kullanarak Bursa ili doğal kaynaklarının olumsuz değişimlerini belirlemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda Uluabat Gölü alanının 1984 yılında 133,1 km² iken, çevresindeki tarım arazilerinin drenaj sularının, yan derelerin ve özellikle Mustafakemalpaşa Çayının getirdiği sedimentlerle dolması sonucu % 10 oranında küçülerek 1993 yılında 120,0 km² olduğunu belirtmişlerdir.

Uluabat Gölü için bir çevre yönetim planı geliştirmek üzere Bulanık Bilişsel Haritalama/Modelleme (BUBİM)'nin kullanıldığı bir çalışma yapılmıştır ve bu analizlerin sonuçlarının Uluabat Gölü için yönetim planı hazırlanmasında kullanılacağı bildirilmiştir (Özesmi ve Özesmi, 2001).

Yürütölen diğer bir çalışmada Uluabat Gölü'nün Ostracod türlerinin mevsimsel dağılımı incelenmiş ve 12 ostracod türü tanımlanmıştır (Altınşaçlı ve Griffiths, 2001).

Aksoy ve Özsoy (2002), 1984, 1993 ve 1997 yıllarına ait Landsat-5 TM sayısal uydu verileri ve fotoğrafları ile topografik haritaları kullanarak Uluabat Göl alanının 116,8 km² olduğunu belirlemişlerdir.

Doğal Hayatı Koruma Derneği, Uluabat Gölü'nde türeyen bütün kuş türlerinin toplam sayılarının tahminini , bütün kuş türlerinin üreme alanlarının dağılımını gösteren

haritaları, proje süresince yapılan kuş gözlemlerinin tam listesini, başlıca vejetasyon tiplerinin dağılımını gösteren haritaları oluşturmuştur ve Uluabat Gölünde ve gölün Ramsar alanı sınırları içerisinde kalan çevresinde üreyen kuşları ve bitki örtüsünü araştırmışlardır (Anonim, 1998 b).

Çevre Bakanlığı, Bursa Büyükşehir Belediyesi Yerel Gündem 21, Schot ve ark., Bursa Valiliği, DSİ, Meriç ve ark., tarafından Uluabat Gölü'nün mevcut durumunu belirlemek için çeşitli çalışmalar yürütülmüştür (Meriç ve ark. 1993, Anonim 1997, Anonim 1998 a, Demir ve ark. 1998, Schot ve ark. 1998, Anonim 1999 a, Anonim 1999 b, Anonim 2002).

Çelik (2000), 'Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirmesi ve Uluabat Ramsar Alanı İçin Problem Formülasyonu' adlı yüksek lisans tezi çalışmasında Uluabat Gölü Ramsar alanı için yönetim hedeflerini oluşturmuş, risk altındaki ekosistemin karakterizasyonunu, göl üzerindeki ekolojik etkileri, baskı unsurlarını ve değerlendirme uç noktalarını belirlemiş ve bunlardan yola çıkarak Uluabat Gölü kavramsal modelini geliştirmiştir.

Karacaoğlu (2000), 'Uluabat Gölü'nün (Bursa) Fitoplantonunun Mevsimsel Değişimi' adlı yüksek lisans tez çalışmasında Temmuz 1998-Haziran 1999 tarihleri arasında göldeki fitoplanktonların mevsimsel değişimlerini, kompozisyonunu, populasyon yoğunluklarını ve türlerin bolluk derecelerini incelemiştir. Ayrıca göl suyunda yapılan fiziksel kimyasal analizler sonucunda; pH 8,46, SD 84,8 cm, EC 446,4 $\mu\text{s/cm}$, TDS 405 mg/l, ÇO 8,026 mg/l, BOI_5 3,952 mg/l, $\text{NO}_3\text{-N}$ 1,036 mg/l, O-PO_4 0,0178 mg/l, SO_4 89 mg/l, Kl-a 11,456 mg/m^3 , toplam alkalinite 142,8 mgCaCO_3/l olarak bulunmuştur.

Dalkıran (2000), 'Uluabat Gölü'nün Epipelik, Epifitik ve Epilitik Alglerinin Mevsimsel Değişimi' adlı yüksek lisans tez çalışmasında Temmuz 1998-Haziran 1999 tarihleri arasında epipelik, epifitik ve epilitik alglerinin mevsimsel değişimini inceleyerek 406 takson tanımlamıştır. Bunun yanısıra bazı fiziksel, kimyasal analizlerle bu algler arasındaki korelasyonu belirlemiştir. Su sıcaklığı, ÇO , BOI , TDS, EC, pH, kl-a , NO_3 , O-PO_4 , SO_4 , Si, Fenol, Toplam alkalinite ve sertlik analizleri beş istasyonda yapılmıştır.

Telli (2000), 'Uluabat Gölü Yüzey Sularının Kirliliğinin İncelenmesi' adlı yüksek lisans tez çalışmasında, gölün mevcut durumunu ortaya koymuş ve göl suyunun

çeşitli fiziksel, kimyasal parametrelerini incelemiştir. Analiz sonuçlarını şu şekilde belirtmiştir; pH 7,577, klorür 41,43 mg/l, sülfat 61,63 mg/l, nitrit 0,072 mg/l, nitrat 6,536 mg/l, fosfor 1,91 mg/l, toplam sertlik 379,2, magnezyum 55,16 mg/l, kalsiyum 54,86 mg/l.

Şentürk ve ark. (2004), Orhaneli, Emet ve Mustafakemal Çaylarının Uluabat Gölü'ne etkilerini belirlemek için, Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarında belirledikleri 12 istasyondan Kasım 2000-Temmuz 2001 tarihleri arasında mevsimsel olarak 60 örnekleme yapmışlardır. Bu örneklerin her birinde 27'şer adet fiziksel ve kimyasal analiz gerçekleştirmişlerdir. Bunlardan sıcaklık, pH, nitrat, nitrit, amonyum, fosfat, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı ve bor değerlerini kullanarak kıta içi su kaynaklarının kalite kriterlerine göre istasyonların su kalite sınıflarını belirlemişlerdir. Her üç çayda da, sıcaklık, pH ve nitrat değerlerine göre tüm istasyonları I. Sınıf su kalitesinde tespit etmişler ve diğer kimyasal analiz sonuçlarına göre su kalitesinin I. Sınıf ve IV. Sınıf arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Orhaneli, Emet, Mustafakemalpaşa Çaylarının mansap kısımlarında bulunan istasyonlardan Uluabat gölüne katılan bazı kimyasal parametrelerin miktarlarını ton/yıl olarak ön plana çıkarmışlar. En dikkat çekici parametre olarak toplam çözünmüş madde miktarını (SS) ve Mustafakemalpaşa çayının Ayazköy istasyonundan 16802 ton/yıl süspans madde girdisi olduğunu belirtmişlerdir.

Literatür araştırmaları sonucunda görülmüştür ki; birkaç çalışma dışında, Uluabat Gölü'nde günümüze kadar yapılan çalışmalar genellikle gölün mevcut durumunu ortaya koymaya yönelik çok kapsamlı olmayan derleme çalışmalarıdır. Göl sedimentinin fiziksel, kimyasal özellikleri ve ağır metal birikimini belirten hiç bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenlerden dolayı, görülen eksiklikleri kapatabilmek ve bundan sonra yapılması planlanan araştırmalara temel olması düşüncesiyle, Uluabat Gölü'nde sedimentte fiziksel, kimyasal özellikleri ve ağır metal birikimini belirlemek ve sediment kalitesini ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarabilmek amacıyla bu araştırmanın yapılması planlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1 Çalışma alanının ve örnek alma istasyonlarının tanımı

Uluabat Gölü, Bursa ilinin Karacabey ve Mustafakemalpaşa ilçeleri içerisinde yer almakta, Bursa iline 34 km mesafede bulunmaktadır.

Gölün sediment kalitesini ve kirlilik düzeyini belirlemek amacıyla gölü temsil edebilecek farklı özelliklerde ve DSİ tarafından daha önce yapılan çalışmalarda da kullanılan 5 istasyon belirlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

1. istasyon gölün kuzeybatı ucunda yer alan Uluabat Gölüyağı açıklarından seçilmiştir. Bu istasyon yaz aylarında yoğun su otları ile kaplanmaktadır. Gölün drenajı, Uluabat'tan başlayan Gölüyağı (Kocasu) deresi ile Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır. Kocasu Deresi; Simav Çayı, Karadere ve Nilüfer Çayı'nı da aldıktan sonra denize dökülmektedir. Ancak, şubat-mart-nisan aylarında yükselen dere tersine akarak, kirlilik yükünü Uluabat Gölü'ne boşaltmaktadır (Torunoğlu ve ark. 1989).

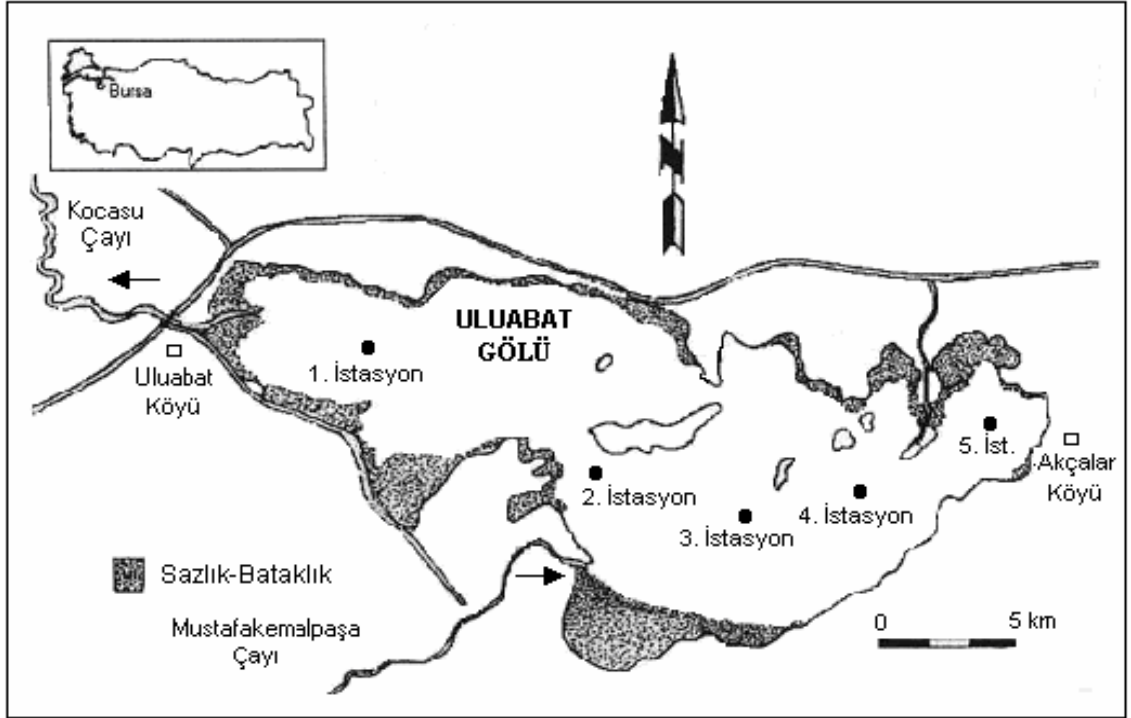
2. istasyon gölün en büyük adası olan Halilbey Adası'nın güneyinde yer almaktadır. Hayvan artıkları Uluabat Gölü'ne Halilbey Adasından karışmaktadır. Bu istasyon da, su bitkileri yönünden zengindir. *Vallisneria spiralis* L. Ve *Chara* spp. yaygın olarak görülmektedir. Mustafakemalpaşa Çayının Göle girişi de bu istasyonun yakınlarındadır.

3. istasyon gölün kuzeyinde bulunan Eskikaraağaç Köyü'nün açıklarında, Mutlu Adası'nın güneybatısında yer alan bir bölgeden seçilmiştir. Bu istasyondan evsel atıksu girişleri olmaktadır.

4. istasyon Mutlu Adası ve Gölyazı Köyü arasında yer alan bir bölgede bulunmaktadır. Yeni otoyol köyün yakınlarından geçmektedir.

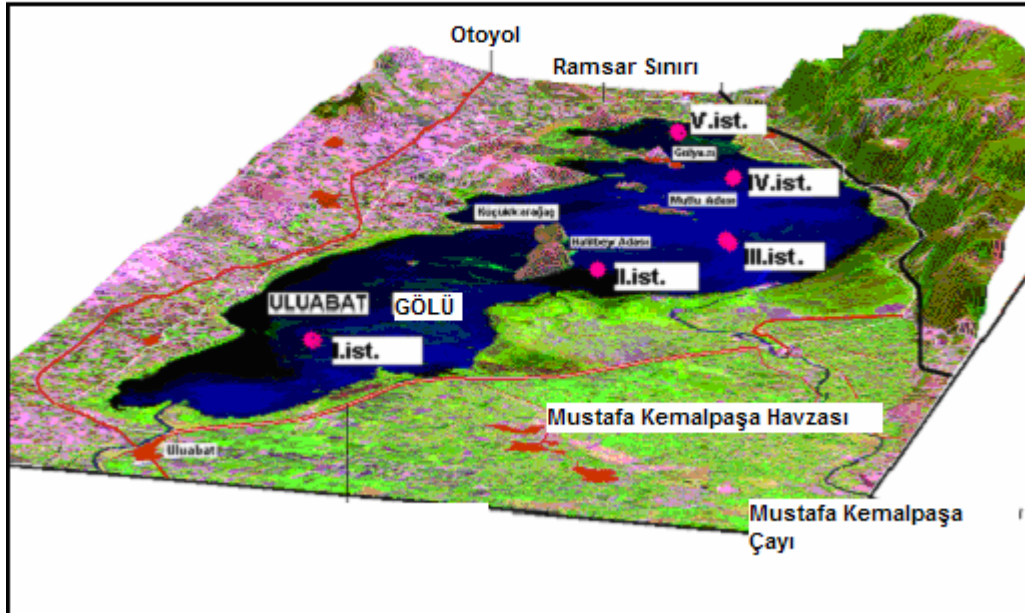
5. istasyon ise gölün doğusunda yer alan Akçalar Köyü açıklarından seçilmiştir. Akçalar sanayi bölgesinin evsel ve endüstriyel atıksuları Akçalar'dan göle boşalmaktadır.

Tüm istasyonlarda zemin sedimentle kaplıdır.



Şekil 3. 1. Uluabat Gölü coğrafik mevki ve örnek alma istasyonları

Kaynak: Aksoy ve Özsoy 'dan (2002) değiştirilerek alınmıştır.



Şekil 3. 2. Uluabat gölü ve çevresinin üç boyutlu görüntüsü (LANSAT-5 TM 543/KYM)

Kaynak: Aksoy ve Özsoy'dan (2002) değiştirilerek alınmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1 Fiziksel ve kimyasal analizler

Uluabat (Apoliyont) Gölü'ne Şubat 2003 Ocak 2004 tarihleri arasında ayda bir kez gidilerek daha önceden belirlenen 5 istasyondan örnekler alınmıştır. Göl içerisinde belirlenen istasyonlardan Eckman sediment örnekleyicisiyle aldığımız sediment numuneleri hemen laboratuvara ulaştırılarak, laboratuvar ortamında kurutulmuş ve tane çapı $< 0,2$ mm olacak şekilde öğütülerek analize hazır hale getirilerek saklanmıştır.

Sediment örneklerinde pH ölçümleri Metrohm marka pH metre ile, elektriksel iletkenlik Jenway 4310 marka elektriksel iletkenlik ölçer ile ölçülerek kaydedilmiştir. Alınan örneklerde toplam azot (TN), hidrolize olabilir toplam azot (H-TN), toplam fosfor (TP), yarıyıllı fosfor (YP), organik karbon (OC), Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , K^{+} , Cl^{-} , CO_3^{-} , $CaCO_3^{-}$ analizleri standard metodlara göre yapılmıştır (Anonymous 1998). Toplam N ve Hidrolize N belirlenmesi için Kjeldahl yöntemine göre yaş yakma yapılmış ve ekstrakttaki azot miktarı su buharı destilasyonu ile belirlenmiştir. Toplam P belirlenmesi için sülfürik asit-nitrik asit karışımıyla yaş yakma yapılmıştır. Ekstraktlardaki ve sudaki PO_4-P askorbik asit yöntemine göre belirlenmiştir. Yarıyıllı P belirlenmesi için aktif kömür kullanılmış ve sülfürik asit-nitrik asit karışımıyla yaş yakma yapılmıştır. OC %'leri Walkley Black yöntemine göre belirlenmiştir. Değişebilir katyonların ve Cl^{-} belirlenmesi için 20 g toprak örneği üzerine 1 N Amonyum asetat çözeltisinden 100 ml ilave edilmiş ve 30 dk çalkalanmıştır. Karışım çökteldikten sonra üstte kalan sıvı alınarak örnek olarak kullanılmıştır. Na^{+} ve K^{+} alev fotometresi ile tayin edilmiştir. Ca^{++} ve Mg^{++} EDTA (etilen diamin tetra asetik asit) titrimetrik yöntemine göre Erio krom T ve müreksid kullanılarak belirlenmiştir. Klorür konsantrasyonu, potasyum kromat indikatörü kullanılarak gümüş nitrat çözeltisi ile titrasyon sonucu arjantimetrik olarak tayin edilmiştir. CO_3^{-} , $CaCO_3^{-}$ yüzdeleri gravimetrik yöntemine göre HCl karıştırılarak karbonatların parçalanmasıyla açığa çıkan CO_2 ' in gitmesi sonucu sedimentte saptanan ağırlık azalmasıyla belirlenmiştir. Daha önceden hazırlanan sediment örneklerinde çinko (Zn), bakır (Cu), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) konsantrasyonları aşağıda açıklandığı şekilde Unicam 929 marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okumaları yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1998). Çizelge

3.1’ de Unicam 929 marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinin özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Unicam 929 Marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre’sinin Özellikleri

	Ni	Zn	Cu	Cr	Cd	Pb
Atomik No	28	30	29	24	48	82
Atomik Ağırlık	58,71	65,37	63,54	51,99	112,40	207,20
Dalgaboyu (nm)	232,00	213,90	324,80	357,90	228,80	217,00
Hassasiyet						
Alev(mg/l)	0,06	0,01	0,04	0,05	0,03	0,10
Fırın(pg)	3,60	0,22	1,80	1,30	0,56	1,50
FuelAkışOranı(l/min)	0.8 - 1	0,9 - 1,2	0,8 - 1,1	4,0 - 4,4	1,0 - 1,3	0,9 - 1,2
İşaret mg/l (0,4 A)	5,70	1,2	3,7	4,5	3	9,4

Kaynak: Anonymous 1998.

Ağır Metallerin Ekstraksiyon Yöntemleri

Topraklardaki ağır metal konsantrasyonlarının artışının ekolojik anlamının yorumlanabilmesi için ağır metallerin topraklardaki fraksiyonlarını belirlemek gerekir. Bu sayede mobil, alınabilir ve fikse konsantrasyonlar tahmin edilebilir.

Mobil Ağırmetaller ve Kolay Serbest Hale Geçebilen Ağırmetaller

İnsan kaynaklı ağır metaller çevrede genel olarak sediment üzerine zayıf fiziksel veya kimyasal bağlarla tutunan ve kolay adsorbe olabilen inorganik kompleksler veya hidrat iyonları şeklinde bulunmaktadır. Bu nedenle; antropojen kökenli ağır metallerin sediment yüzeyinde ekstrakte olabilme oranı daha yüksektir. Organik maddelerle metallerin birleşmesi bu maddelerin benzeşmesinden kaynaklanmaktadır; özellikle Cu, Zn ve Pb doğal organik maddelerin bir fraksiyonudur. Antropojen kökenli Cd, Ni, Zn ve Pb’ un jeolojik kökenli olanlara nazaran daha yüksek mobilitede olduğu bildirilmiştir (Sekhar ve ark. 2003).

Ağırmetallerin topraktaki toplam derişimlerinden çok mobil fraksiyonlarının derişimleri önemlidir. Çünkü toksik etki mobil – alınabilir formların etkisi sonucu ortaya çıkmaktadır. Hg ve Pb ekseriya düşük mobiliteye sahip ortamda bulunurken, Cd, Zn ve Mn, kısmen de Ni oldukça yüksek mobilitede ve ekolojik açıdan etkili formlarda bulunmaktadır. Özellikle Cd çok az ağır metal derişimi gösteren ortamda bile yüksek mobilitesi nedeniyle bitki bünyesinde birikerek bunları tüketenler için büyük tehlike yaratabilir (Başkaya ve Teksoy 1996).

Ağırmetallerin mobilitesini tayin eden faktörlerin başında mobilizasyona müsait formların miktarı ve ortam pH'ı gelir. Mobil ağır metal fraksiyonunun ekstraksiyonunda genellikle CaCl_2 ve NH_4NO_3 çözeltileri kullanılmaktadır (Başkaya ve Teksoy 1996).

Genel kural olarak toprak pH'ının düşmesi ile ekstrakte edilebilen ağırmetal derişimi yükselmektedir. Ancak çeşitli ağırmetallerin mobil formlara dönüşmeleri farklı pH değerlerinde başlamaktadır. Örneğin Cd <6,5 pH'da büyük ölçüde mobil formda bulunmaktadır. Buna karşılık Pb ve Hg ise 4-4,5 pH'larda mobil formlarda bulunabilmektedir. Ağırmetallerin mobilitesinde $\text{Cd} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Hg}$ sırası geçerli olup, mobilite artış pH'ları Çizelge 3.2' de görülmektedir. Çizelgede görülen pH değerlerinin altında söz konusu ağırmetaller maksimum mobilite göstermektedirler (Başkaya ve Teksoy 1996).

Çizelge 3. 2. Bazı metallerin mobilitelerinin artmaya başladığı pH değerleri

Metal	pH	Metal	pH
Cd	6-6,5	Cu	4,5
Mn	5,5	Cr(III)	4,5
Zn	5,5	Pb	4
Ni	5,5	Hg	4
Co	5,5	Fe(III)	3,5
Al	4,5		

Kaynak: Başkaya ve Teksoy 1996.

Mobil Ağırmetal Ekstraksiyonu

a) 2 g 0,2 mm'den elenmiş toprak asitle yıkanmış ve 100 ml'lik polipropilen santrifüj tüplerinde tartılmıştır.

b) 50 ml 1 M NH_4NO_3 (80,04 g/l) üzerine ilave edilmiş, kapakları kapatılmıştır.

c) 24 saat 20°C 'de çalkalama aletinde çalkalanmıştır.

d) 15 dakika 20°C 'de 2500 devir/ dak santrifüjlenmiş. Üstteki berrak kısım Schleicher – Schüll katlı filtreden asitle yıkanmış 100 ml'lik polietilen şişelere süzölmüştür.

e) Ekstraktın stabilizasyonu için örneklere 0,5 ml konsantre HNO₃ (%65'lik) ilave edilmiştir(Zeien ve Brümmer, 1989).

Kolay Serbest Hale Geçebilen Ağırmetal Ekstraksiyonu

a) Santrifüj tüpünde kalan toprak örneğine 50 ml 1 M CH₃COONH₄ (pH=6,0) (77,08 g/l)ilave edilmiştir. pH %50'lik CH₃COOH ile 6,0'a ayarlanmıştır. Karbonat içeren topraklarda karbonatların nötralizasyonu için gerektiği kadar seyreltik HCl kullanılmıştır.

b) Kapağı kapatılan santrifüj tüpleri 24 saat 20 °C'de aletle çalkalanmıştır.

c) Tüpler 15 dakika 20 °C'de 2500 dev./dak santifüje edilmiştir. Üstteki berrak çözelti Schleicher – Schüll katlı filtreden asitle yıkanmış 100 ml'lik polietilen şişelere süzölmüştür.

Ekstraktların stabilizasyonu için 0,5 ml konsantre HNO₃ (%65'lik) ilave edilmiştir(Zeien and Brümmer, 1989).

Hazırlanmış olan ekstraktlarda çinko (Zn), bakır (Cu), krom (Cr), nikel (Ni), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) konsantrasyonları Unicam 929 marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okumaları yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1998).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Uluabat gölünde Şubat 2003-Ocak 2004 tarihleri arasında gölde seçilen beş istasyonda tespit edilen fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1, 4.2, 4.3., 4.4 ve 4.5 'de verilmiştir. Gölde belirlenen aynı istasyonlarda yapılan mobil ve kolay serbest hale geçebilen ağır metal analiz sonuçları da Çizelge 4.6 – 4.15 'de sunulmuştur.

Çizelge 4. 1. İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
pH	7,65	7,82	7,20	8,01	7,71	7,47	7,88	7,76	7,23	7,88	7,69	7,92	7,69	0,25
EC _(25 °C) (µS)	407	359	368	388	395	330	280	375	636	591	559	193	407	123
TN (mg/g)	0,5523	0,6414	1,1155	0,8088	0,7000	0,8333	0,8317	0,7545	0,8251	0,9960	0,8367	0,8645	0,813	0,142
H-TN (mg/g)	0,3757	0,2380	0,2368	0,3483	0,2789	0,3360	0,3633	0,3493	0,5165	0,3071	0,4044	0,3590	0,343	0,073
TP (mg/g)	0,3951	0,3442	0,3618	0,2775	0,3868	0,3398	0,3370	0,2808	0,2247	0,3657	0,3960	0,3889	0,342	0,052
AP (mg/g)	0,0835	0,1528	0,1578	0,0297	0,0720	0,0239	0,0286	0,0669	0,0233	0,0370	0,0524	0,0318	0,063	0,045
OC (mg/g)	1,0124	0,7569	0,6820	0,6403	0,5406	0,6299	0,8149	0,8043	0,7162	0,8866	0,6976	0,9855	0,764	0,137
Ca ⁺⁺ (mg/g)	2,6000	3,5000	3,4000	8,7000	2,6000	2,7000	2,4000	3,7000	3,6000	2,0000	3,1000	3,2000	3,458	1,660
Mg ⁺⁺ (mg/G)	2,1000	1,8000	2,8800	4,2000	1,9800	1,6200	4,7400	3,6000	3,5400	4,8000	6,3600	1,9800	3,300	1,438
Na ⁺ (mg/g)	0,0301	0,0542	0,0336	0,0613	0,0542	0,0666	0,0751	0,0826	0,0453	0,0805	0,0709	0,0294	0,057	0,018
K ⁺ (mg/g)	0,1334	0,1188	0,1304	0,3102	0,2438	0,1419	0,2222	0,2371	0,1243	0,1457	0,2787	0,1098	0,183	0,068
Cl ⁻ (mg/g)	0,0011	0,0010	0,0008	0,0008	0,0007	0,0009	0,0011	0,0004	0,0011	0,0009	0,0011	0,0006	0,001	0,000
CO ₃ ⁼ (%)	1,3820	1,4553	1,8035	1,5759	1,5839	1,8031	1,8307	2,7319	3,1245	2,5515	2,4251	2,1249	2,033	0,534
CaCO ₃ ⁻ (%)	11,5243	12,1359	15,0388	13,1411	13,2083	15,0358	15,2660	22,7809	26,0548	21,2761	20,2224	17,7195	16,950	4,455

Çizelge 4. 2. 2. İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
pH	7,76	7,86	7,31	7,77	7,73	7,47	7,87	7,74	7,51	7,88	7,7	7,87	7,71	0,17
EC_(25 °C) (µS)	329	395	425	443	329	389	538	438	757	641	658	342	474	136
TN (mg/g)	0,6402	0,6148	0,6148	0,6440	0,5567	0,8104	0,9684	0,6440	0,6389	0,9130	0,6667	0,6123	0,6937	0,1247
H-TN(mg/g)	0,3780	0,3080	0,2649	0,2789	0,3490	0,3074	0,5868	0,3780	0,5729	0,2800	0,2928	0,3611	0,3631	0,1038
TP (mg/g)	0,3540	0,2518	0,4069	0,2526	0,3343	0,2210	0,3021	0,3388	0,3125	0,3494	0,3951	0,3406	0,3216	0,0544
AP (mg/g)	0,0576	0,0595	0,0270	0,0375	0,0418	0,0244	0,0423	0,0747	0,0226	0,0187	0,0193	0,0370	0,0385	0,0171
OC (mg/g)	0,8544	0,7861	0,7236	0,6507	0,8698	0,6715	0,7710	0,7329	0,7710	0,7878	0,9229	0,8317	0,7811	0,0768
Ca⁺⁺ (mg/g)	3,4000	2,8000	2,0000	9,0000	3,0000	3,5000	2,7000	1,5000	2,8000	2,5000	3,4000	2,8000	3,2833	1,8101
Mg⁺⁺ (mg/G)	2,0400	3,8400	4,1400	0,4200	0,4200	2,4000	3,8400	2,5200	8,1600	6,1200	4,0800	0,9000	3,2400	2,2132
Na⁺ (mg/g)	0,0237	0,0563	0,0510	0,0744	0,0308	0,0854	0,0599	0,0393	0,0397	0,0563	0,0460	0,0155	0,0482	0,0193
K⁺ (mg/g)	0,1261	0,1115	0,1117	0,2753	0,1039	0,1444	0,1509	0,1052	0,1083	0,1128	0,1368	0,0823	0,1308	0,0473
Cl⁻ (mg/g)	0,0012	0,0011	0,0008	0,0007	0,0007	0,0004	0,0012	0,0009	0,0012	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0002
CO₃⁻(%)	2,1790	1,9891	2,3974	1,9782	2,1102	2,1609	1,8351	1,3406	1,9813	1,2579	1,7606	2,3841	1,9479	0,3433
CaCO₃⁻ (%)	18,1702	16,5869	19,9912	16,4960	17,5970	18,0195	15,3023	11,1791	16,5217	10,4891	14,6812	19,8805	16,2429	2,8624

Çizelge 4. 3. 3. İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort:	SH
pH	7,80	7,87	7,35	7,84	7,88	7,39	7,88	7,79	7,46	7,79	7,84	7,96	7,74	0,20
EC_(25 °C) (µS)	332	388	360	398	285	273	473	455	476	316	445	395	383	68
TN (mg/g)	0,6917	0,6693	0,5567	0,6720	1,2016	0,5299	0,8333	0,8383	0,6667	0,6667	0,6148	1,9561	0,8248	0,3808
H-TN(mg/g)	0,3059	0,2789	0,2647	0,2647	0,4866	0,3210	0,3633	0,4588	0,4736	0,2797	0,2800	0,3347	0,3427	0,0805
TP (mg/g)	0,3647	0,3007	0,3915	0,2871	0,3134	0,3589	0,3155	0,1884	0,3506	0,3781	0,3933	0,3790	0,3351	0,0562
AP (mg/g)	0,0524	0,0456	0,0351	0,0629	0,1122	0,0327	0,0432	0,0260	0,0653	0,0300	0,0324	0,0310	0,0474	0,0231
OC (mg/g)	0,8149	0,6403	0,6299	0,6611	0,6503	0,4840	0,7710	0,7439	0,7162	0,8517	0,8517	0,9635	0,7316	0,1235
Ca⁺⁺ (mg/g)	2,8000	3,4000	4,5000	5,0000	4,1000	2,3000	2,0000	3,6000	3,0000	3,5000	4,2000	2,5000	3,4083	0,8874
Mg⁺⁺ (mg/g)	2,7000	2,7600	3,4200	3,0000	0,3600	1,8000	4,9200	2,4600	3,4200	4,2600	2,4000	3,1200	2,8850	1,1065
Na⁺ (mg/g)	0,0201	0,0453	0,0687	0,0925	0,0453	0,0627	0,0340	0,0751	0,0510	0,0624	0,0528	0,0365	0,0539	0,0189
K⁺ (mg/g)	0,1304	0,1022	0,2936	0,3185	0,1246	0,1393	0,1240	0,1409	0,1407	0,1280	0,2637	0,1057	0,1676	0,0736
Cl⁻ (mg/g)	0,0012	0,0012	0,0011	0,0009	0,0004	0,0009	0,0005	0,0008	0,0010	0,0010	0,0008	0,0009	0,0009	0,0002
CO₃⁻ (%)	2,0571	1,1288	1,8529	1,8677	1,7810	1,8507	1,7057	1,9673	3,5340	2,2779	2,1463	1,9914	2,0134	0,5330
CaCO₃⁻ (%)	17,1537	9,4125	15,4508	15,5747	14,8512	15,4323	14,2239	16,4052	29,4694	18,9954	17,8976	16,6058	16,7894	4,4446

Çizelge 4. 4. İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
pH	7,81	7,92	7,37	7,72	7,90	7,58	7,96	7,78	7,45	6,82	7,83	7,71	7,65	0,31
EC _(25°C) (µS)	501	413	375	533	415	428	282	541	631	289	599	369	448	109
TN (mg/g)	0,7809	0,6427	0,5578	0,6427	0,6667	0,6693	1,3333	0,9482	0,8854	0,6667	0,5567	0,6111	0,7468	0,2113
H-TN (mg/g)	0,3757	0,2783	0,3077	0,2657	0,6154	0,3750	0,3074	0,3360	0,4597	0,2937	0,2800	0,3080	0,3502	0,0956
TP (mg/g)	0,3817	0,3297	0,3551	0,3043	0,3967	0,1185	0,3245	0,3370	0,2573	0,3704	0,3674	0,3710	0,3261	0,0725
AP (mg/g)	0,0466	0,0500	0,0295	0,0439	0,0992	0,0588	0,0353	0,0223	0,0220	0,0300	0,0390	0,0351	0,0426	0,0201
OC (mg/g)	0,6942	0,8591	0,6299	0,5153	0,8588	0,7028	0,7710	0,6890	0,7272	0,8754	0,6383	0,7549	0,7263	0,1020
Ca ⁺⁺ (mg/g)	4,1000	3,0000	2,4000	3,5000	3,0000	4,3000	2,5000	3,4000	4,2000	2,0000	3,4000	3,0000	3,2333	0,6992
Mg ⁺⁺ (mg/g)	1,3800	2,8200	2,7000	4,3200	1,3200	3,0600	2,8200	1,8000	3,4200	6,7200	2,3400	3,3000	3,0000	1,3943
Na ⁺ (mg/g)	0,0826	0,0521	0,0347	0,0805	0,0407	0,0794	0,0248	0,0996	0,1330	0,0329	0,0581	0,0468	0,0637	0,0306
K ⁺ (mg/g)	0,4847	0,1004	0,0755	0,3169	0,1250	0,3036	0,1182	0,1839	0,1260	0,1098	0,2870	0,1143	0,1954	0,1196
Cl ⁻ (mg/g)	0,0009	0,0010	0,0005	0,0006	0,0008	0,0008	0,0013	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0009	0,0002
CO ₃ ⁻ (%)	2,3034	3,0797	2,2285	1,9976	2,0230	1,9778	1,9102	3,2624	1,1935	1,4272	1,9650	2,4083	2,1480	0,5624
CaCO ₃ (%)	19,2073	25,6808	18,5827	16,6578	16,8697	16,4927	15,9284	27,2044	9,9522	11,9015	16,3855	20,0821	17,9121	4,6901

Çizelge 4. 5. İstasyonun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
pH	7,74	7,85	7,33	7,68	7,73	7,62	7,80	7,66	7,33	7,75	7,76	7,86	7,68	0,17
EC _(25°C) (µS)	601	453	533	564	543	495	504	643	564	628	828	770	594	106
TN (mg/g)	1,1155	0,6707	0,8942	0,8960	1,0640	1,1155	1,0000	1,0360	0,9463	0,8333	0,9800	0,9800	0,9610	0,1210
H-TN(mg/g)	0,4036	0,4467	0,3056	0,3611	0,5015	0,3347	0,2505	0,4318	0,4722	0,3198	0,3920	0,3353	0,3796	0,0716
TP (mg/g)	0,4237	0,3995	0,3944	0,2852	0,4121	0,3283	0,3218	0,3823	0,3777	0,3599	0,2726	0,3978	0,3629	0,0477
AP (mg/g)	0,0416	0,0490	0,0442	0,0493	0,0360	0,0382	0,0384	0,0749	0,0174	0,0242	0,0331	0,0599	0,0422	0,0146
OC (mg/g)	0,7309	0,9945	0,8174	0,6820	0,8162	0,9632	0,9940	0,7548	0,9686	0,7219	0,9822	1,0631	0,8741	0,1273
Ca ⁺⁺ (mg/g)	2,0000	2,3000	4,0000	3,5000	3,0000	2,3000	4,2000	2,8000	4,0000	2,4000	3,3000	3,0000	3,0667	0,7134
Mg ⁺⁺ (mg/g)	5,7600	1,8600	2,8200	1,3200	1,1400	2,9400	4,6800	2,9400	2,0400	3,3000	2,7600	3,4800	2,9200	1,2677
Na ⁺ (mg/g)	0,0379	0,0595	0,0755	0,1212	0,0407	0,0262	0,0929	0,0648	0,0606	0,0719	0,0340	0,0482	0,0611	0,0259
K ⁺ (mg/g)	0,1502	0,1193	0,2953	0,2770	0,1344	0,0688	0,3086	0,1150	0,1107	0,1093	0,1187	0,1260	0,1611	0,0789
Cl ⁻ (mg/g)	0,0008	0,0008	0,0007	0,0005	0,0006	0,0007	0,0011	0,0008	0,0009	0,0010	0,0009	0,0007	0,0008	0,0002
CO ₃ ⁼ (%)	2,9550	3,1256	2,7701	2,5261	2,6420	2,7428	2,5702	1,9338	2,1639	2,0126	2,7156	2,7134	2,5726	0,3483
CaCO ₃ ⁻ (%)	24,6414	26,0638	23,0992	21,0648	22,0314	22,8719	21,4323	16,1260	18,0447	16,7830	22,6447	22,6264	21,4525	2,9045

Çizelge 4. 6. 1.İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0207	0,0021	0,0033	0,0056	0,0141	0,0021	0,0006	0,0149	0,0199	0,0026	0,0227	0,0129	0,0101	0,0083
Pb	0,0135	0,0133	0,0151	0,0145	0,0097	0,0244	0,0109	0,0040	0,0136	0,0193	0,0070	0,0162	0,0135	0,0054
Cr	0,0058	0,0017	0,0108	0,0036	0,0077	0,0095	0,0010	0,0033	0,0075	0,0084	0,0054	0,0080	0,0061	0,0031
Cd	0,0021	0,0021	0,0026	0,0012	0,0034	0,0016	0,0013	0,0026	0,0022	0,0006	0,0012	0,0014	0,0019	0,0008
Ni	0,0120	0,0090	0,0062	0,0021	0,0132	0,0120	0,0089	0,0070	0,0167	0,0106	0,0071	0,0075	0,0094	0,0038
Zn	0,0009	0,0011	0,0044	0,0014	0,0015	0,0038	0,0007	0,0029	0,0007	0,0019	0,0003	0,0036	0,0019	0,0014

Çizelge 4. 7. 1.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0093	0,0058	0,0036	0,0021	0,0113	0,0058	0,0021	0,0009	0,0009	0,0113	0,0088	0,0222	0,0070	0,0061
Pb	0,0135	0,0230	0,0176	0,0085	0,0043	0,0116	0,0167	0,0094	0,0165	0,0098	0,0086	0,0103	0,0125	0,0052
Cr	0,0052	0,0008	0,0111	0,0054	0,0081	0,0034	0,0117	0,0006	0,0077	0,0078	0,0091	0,0037	0,0062	0,0037
Cd	0,0017	0,0022	0,0016	0,0034	0,0029	0,0018	0,0033	0,0045	0,0029	0,0042	0,0040	0,0035	0,0030	0,0010
Ni	0,0171	0,0108	0,0113	0,0127	0,0111	0,0061	0,0050	0,0081	0,0096	0,0175	0,0142	0,0098	0,0111	0,0039
Zn	0,0040	0,0017	0,0013	0,0051	0,0004	0,0018	0,0009	0,0059	0,0002	0,0025	0,0048	0,0002	0,0024	0,0020

Çizelge 4. 8. 2. İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0227	0,0042	0,0024	0,0031	0,0137	0,0019	0,0024	0,1860	0,0211	0,0005	0,0020	0,0001	0,0217	0,0524
Pb	0,0198	0,0253	0,0116	0,0060	0,0203	0,0114	0,0236	0,0195	0,0075	0,0169	0,0029	0,0086	0,0144	0,0074
Cr	0,0061	0,0152	0,0073	0,0143	0,0068	0,0040	0,0154	0,0037	0,0079	0,0087	0,0060	0,0138	0,0091	0,0044
Cd	0,0029	0,0010	0,0017	0,0015	0,0028	0,0013	0,0011	0,0068	0,0013	0,0017	0,0019	0,0022	0,0022	0,0016
Ni	0,0161	0,0037	0,0013	0,0012	0,0106	0,0118	0,0049	0,0131	0,0084	0,0082	0,0052	0,0225	0,0089	0,0063
Zn	0,0013	0,0014	0,0044	0,0017	0,0005	0,0008	0,0006	0,0035	0,0035	0,0006	0,0002	0,0011	0,0016	0,0014

Çizelge 4. 9. 2. İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0106	0,0021	0,0017	0,0001	0,0142	0,0036	0,0176	0,0006	0,0017	0,0006	0,0087	0,0209	0,0069	0,0074
Pb	0,0063	0,0198	0,0260	0,0227	0,0199	0,0056	0,0033	0,0083	0,1140	0,0050	0,0128	0,0111	0,0212	0,0302
Cr	0,0039	0,0149	0,0106	0,0034	0,0078	0,0161	0,0144	0,0138	0,0106	0,0071	0,0027	0,0072	0,0094	0,0047
Cd	0,0012	0,0014	0,0025	0,0060	0,0013	0,0014	0,0029	0,0024	0,0026	0,0018	0,0023	0,0026	0,0024	0,0013
Ni	0,0139	0,0124	0,0184	0,0061	0,0115	0,0056	0,0092	0,0037	0,0093	0,0049	0,0049	0,0157	0,0096	0,0048
Zn	0,0000	0,0045	0,0051	0,0053	0,0038	0,0021	0,0013	0,0009	0,0077	0,0017	0,0006	0,0030	0,0030	0,0023

Çizelge 4. 10. 3. İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0209	0,0031	0,0027	0,0078	0,0017	0,0041	0,0009	0,0209	0,0219	0,0014	0,0041	0,0006	0,0075	0,0085
Pb	0,0236	0,0132	0,0091	0,0158	0,0189	0,0176	0,0089	0,0065	0,0109	0,0006	0,0130	0,0084	0,0122	0,0062
Cr	0,0134	0,0022	0,0072	0,0079	0,0107	0,0148	0,0128	0,0105	0,0132	0,0128	0,0048	0,0046	0,0096	0,0041
Cd	0,0027	0,0015	0,0013	0,0042	0,0028	0,0011	0,0039	0,0068	0,0009	0,0018	0,0016	0,0012	0,0025	0,0017
Ni	0,0087	0,0025	0,0091	0,0113	0,0044	0,0072	0,0045	0,0104	0,0151	0,0056	0,0035	0,0075	0,0075	0,0037
Zn	0,0004	0,0016	0,0019	0,0024	0,0008	0,0009	0,0005	0,0008	0,0015	0,0007	0,0008	0,0003	0,0011	0,0006

Çizelge 4. 11. 3. İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0041	0,0096	0,0027	0,0005	0,0006	0,0025	0,0014	0,0026	0,0023	0,0014	0,0036	0,0218	0,0044	0,0060
Pb	0,0091	0,0105	0,0148	0,0242	0,0078	0,0218	0,0069	0,0267	0,0112	0,0291	0,0004	0,0093	0,0143	0,0090
Cr	0,0112	0,0035	0,0114	0,0024	0,0080	0,0080	0,0084	0,0106	0,0129	0,0035	0,0122	0,0094	0,0085	0,0036
Cd	0,0048	0,0033	0,0015	0,0017	0,0034	0,0016	0,0039	0,0016	0,0035	0,0011	0,0030	0,0033	0,0027	0,0012
Ni	0,0168	0,0055	0,0136	0,0074	0,0066	0,0244	0,0141	0,0153	0,0166	0,0032	0,0183	0,0063	0,0123	0,0064
Zn	0,0054	0,0011	0,0056	0,0041	0,0009	0,0020	0,0003	0,0006	0,0001	0,0003	0,0013	0,0020	0,0020	0,0020

Çizelge 4. 12. 4. İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0214	0,0096	0,0101	0,0091	0,0018	0,0060	0,0203	0,0198	0,0219	0,0037	0,0043	0,0012	0,0108	0,0080
Pb	0,0050	0,0219	0,0103	0,0223	0,0239	0,0054	0,0101	0,0073	0,0048	0,0148	0,0201	0,0154	0,0134	0,0073
Cr	0,0026	0,0008	0,0151	0,0106	0,0090	0,0117	0,0118	0,0032	0,0167	0,0099	0,0175	0,0064	0,0096	0,0055
Cd	0,0032	0,0018	0,0014	0,0013	0,0032	0,0017	0,0040	0,0017	0,0031	0,0010	0,0017	0,0031	0,0023	0,0010
Ni	0,0069	0,0123	0,0065	0,0071	0,0038	0,0089	0,0059	0,0131	0,0064	0,0041	0,0054	0,0060	0,0072	0,0029
Zn	0,0002	0,0024	0,0009	0,0033	0,0008	0,0003	0,0014	0,0004	0,0001	0,0003	0,0015	0,0006	0,0010	0,0010

Çizelge 4. 13. 4.İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0064	0,0091	0,0005	0,0034	0,0178	0,0034	0,0186	0,0005	0,0006	0,0123	0,0049	0,0213	0,0082	0,0075
Pb	0,0125	0,0067	0,0084	0,0196	0,0075	0,0137	0,0038	0,0165	0,0195	0,0112	0,0078	0,0146	0,0118	0,0051
Cr	0,0062	0,0090	0,0093	0,0033	0,0037	0,0048	0,0145	0,0143	0,0044	0,0147	0,0087	0,0088	0,0085	0,0042
Cd	0,0024	0,0017	0,0039	0,0020	0,0038	0,0008	0,0030	0,0035	0,0010	0,0029	0,0013	0,0038	0,0025	0,0011
Ni	0,0013	0,0112	0,0112	0,0059	0,0094	0,0101	0,0076	0,0101	0,0162	0,0140	0,0116	0,0078	0,0097	0,0038
Zn	0,0009	0,0018	0,0015	0,0031	0,0005	0,0020	0,0006	0,0006	0,0025	0,0007	0,0006	0,0049	0,0016	0,0013

Çizelge 4. 14. 5. İstasyonunda belirlenen mobil ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0246	0,0113	0,0041	0,0048	0,0031	0,0041	0,0207	0,0218	0,0244	0,0016	0,0046	0,0025	0,0106	0,0094
Pb	0,0113	0,0035	0,0063	0,0214	0,0011	0,0055	0,0126	0,0128	0,0580	0,0094	0,0082	0,0172	0,0139	0,0150
Cr	0,0029	0,0039	0,0180	0,0142	0,0197	0,0050	0,0135	0,0170	0,0114	0,0099	0,0133	0,0071	0,0113	0,0056
Cd	0,0018	0,0032	0,0023	0,0229	0,0050	0,0031	0,0022	0,0046	0,0005	0,0033	0,0036	0,0023	0,0046	0,0059
Ni	0,0069	0,0122	0,0138	0,0038	0,0071	0,0149	0,0067	0,0178	0,0029	0,0066	0,0016	0,0047	0,0082	0,0052
Zn	0,0005	0,0005	0,0010	0,0013	0,0013	0,0006	0,0014	0,0031	0,0015	0,0026	0,0064	0,0012	0,0018	0,0017

Çizelge 4. 15. 5. İstasyonda belirlenen kolay serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları (mg/g)

	Şub.03	Mar.03	Nis.03	May.03	Haz.03	Tem.03	Ağu.03	Eyl.03	Eki.03	Kas.03	Ara.03	Oca.04	Ort	SH
Cu	0,0092	0,0015	0,0030	0,0032	0,0016	0,0068	0,0123	0,0013	0,0015	0,0209	0,0112	0,0174	0,0075	0,0068
Pb	0,0061	0,0052	0,0136	0,0205	0,0078	0,0214	0,0071	0,0308	0,0190	0,0094	0,0194	0,0078	0,0140	0,0081
Cr	0,0072	0,0080	0,0118	0,0013	0,0075	0,0113	0,0074	0,0064	0,0015	0,0030	0,0015	0,0114	0,0065	0,0039
Cd	0,0027	0,0033	0,0007	0,0024	0,0005	0,0229	0,0033	0,0041	0,0012	0,0022	0,0044	0,0035	0,0043	0,0060
Ni	0,0081	0,0171	0,0103	0,0189	0,0010	0,0132	0,0037	0,0107	0,0158	0,0052	0,0099	0,0132	0,0106	0,0055
Zn	0,0027	0,0011	0,0013	0,0011	0,0005	0,0045	0,0001	0,0043	0,0007	0,0039	0,0011	0,0035	0,0021	0,0016

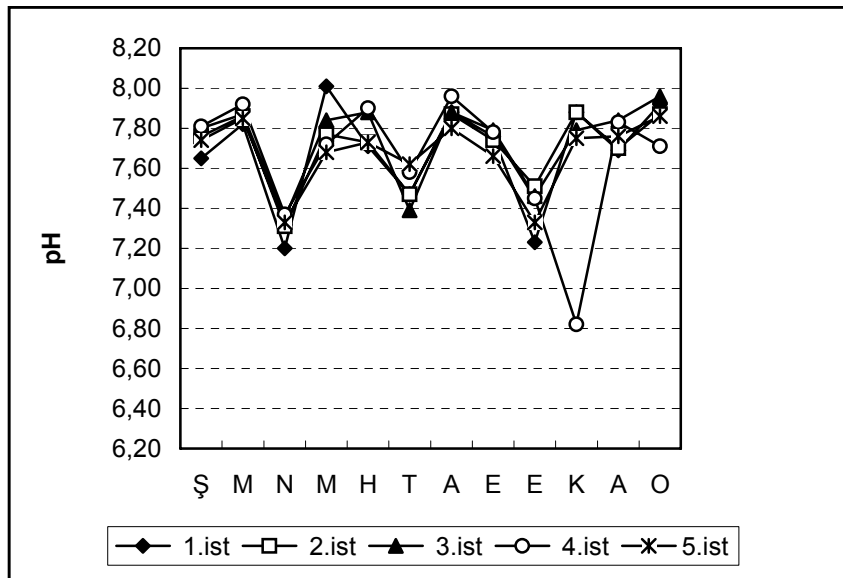
4.1. Uluabat Göl Sedimentinde Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

4.1.1. Fiziksel Parametreler

pH

Uluabat Gölü'nde ölçülen pH değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de 7,20 olarak, en yüksek değer Mayıs 03'de 8,01 olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama pH değeri $7,69 \pm 0,25$ olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de 7,31, en yüksek değer Kasım 03'de 7,88 olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama pH değeri $7,71 \pm 0,17$ 'dir. 3. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de 7,35, en yüksek değer Ocak 04'de 7,96 olarak ölçülmüştür. Yıllık ortalama pH değeri $7,74 \pm 0,20$ olmuştur. 4. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 6,82, en yüksek değer Ağustos 03'de 7,96 olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama pH değeri $7,65 \pm 0,31$ ' dir. 5. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de ve Ekim 03'de 7,33, en yüksek değer Ocak 04'de 7,86 olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama pH değeri $7,68 \pm 0,17$ olmuştur (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5).

pH değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.1'de sunulmuştur. Ölçülen pH değerleri istasyonlar arasında önemli farklılıklar göstermemesine rağmen, aylara ve mevsimlere bağlı olarak değişiklikler göstermiştir.



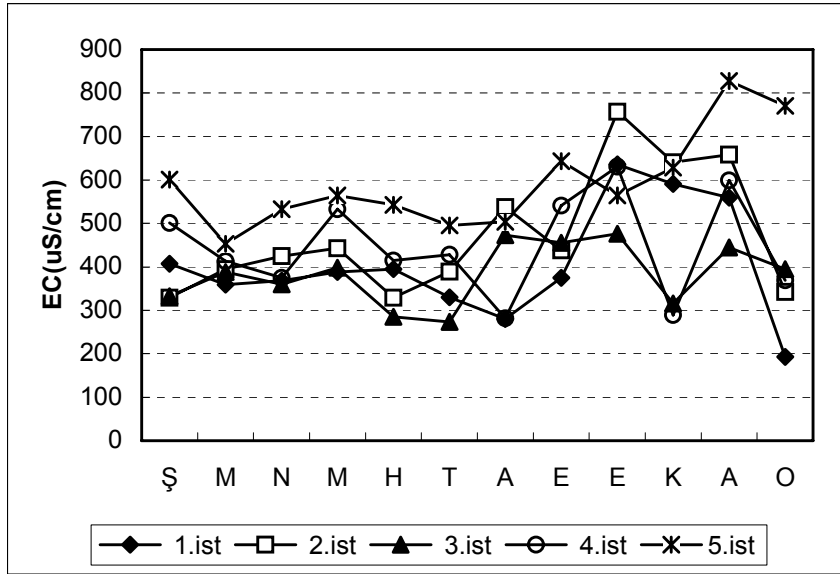
Şekil 4. 1. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen pH değerlerinin mevsimsel değişimi.

Bu çalışmada belirlenen tüm istasyonların hesaplanan ortalama pH değeri incelendiğinde pH 7,69>7 olarak bulunmuştur. Bu duruma göre Uluabat Gölü'nde alkali şartların baskın olduğu söylenebilir.

Elektriksel iletkenlik ($EC_{(25^{\circ}C)}$)

Ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 193 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 636 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama $EC_{(25^{\circ}C)}$ değeri 407 ± 123 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de ve Haziran 03'de 329 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek değer Ekim 03'de 757 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama $EC_{(25^{\circ}C)}$ değeri 474 ± 136 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. 3. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 273 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 476 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur. 3. istasyona ait yıllık ortalama $EC_{(25^{\circ}C)}$ değeri 383 ± 68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 282 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek değer Ekim 03'de 631 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama $EC_{(25^{\circ}C)}$ değeri 448 ± 109 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. 5. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 453 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en yüksek değer Aralık 03'te 828 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama $EC_{(25^{\circ}C)}$ değeri 594 ± 106 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olmuştur (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların EC değerlerinin ortalaması alındığında EC değeri 461 ± 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir.

$EC_{(25^{\circ}C)}$ değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.2'de sunulmuştur.



Şekil 4. 2. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimsel değişimi.

Fytianos (2004) Yunanistan'da Ramsar alanı olan Volvi ve Koronia göllerinde yaptığı çalışmada sırasıyla EC ve pH değerlerini Volvi'de 1145 $\mu\text{S/cm}$, 8,87, Volvi 2'de 1134 $\mu\text{S/cm}$, 8,95, Koronia'da 5080 $\mu\text{S/cm}$, 8,95 olarak belirlemiştir. Göl derinliği 13,5 m olan Volvi meso-ötrofik, göl derinliği 2 m olan Koronia hiper-ötrofik olarak belirlenmiştir. Uluabat Gölü derinliği ortalama 3 m ve ötrofik özelliktedir (Barlas ve ark. 2005, Akdeniz 2005). Uluabat Gölü'nün ortalama pH (7,69) ve EC (461 $\mu\text{S/cm}$) değerleri Volvi ve Koronia Gölleri ile karşılaştırıldığında, Volvi ve Koronia Gölü sediment pH ve EC değerleri Uluabat Gölü sediment pH ve EC değerlerine göre yüksektir.

4.1.2. Besin Elementleri

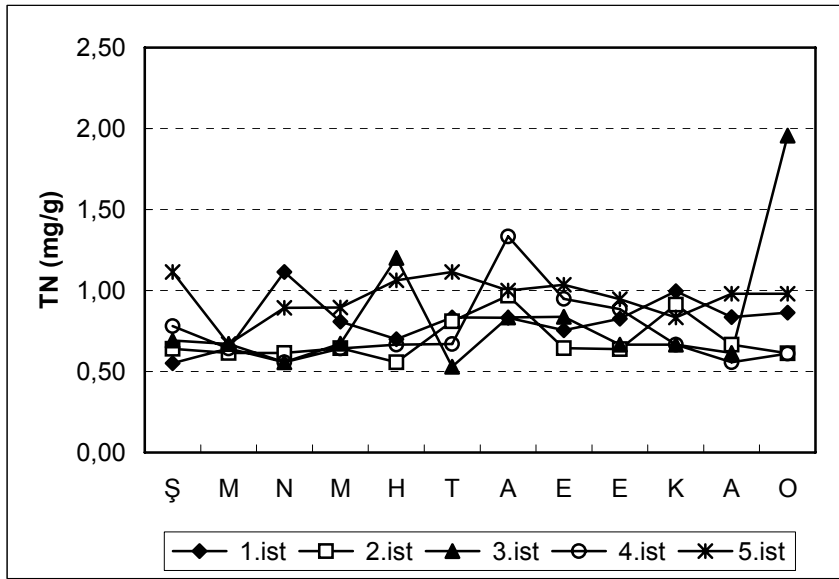
Dünyanın her yerinde göl ötrofikasyonu ciddi bir su kalite problemidir. Bu durum göl yönetimleri tarafından çözülmesi gereken en önemli sorundur. Ötrofikasyon limitlendirilen nütrient (özellikle azot, fosfor) miktarına bağlıdır. Ötrofikasyon kontrolünün en kolay olduğu göller derin göllerdir. Derin göllerde nütrient yüklemesinin azalmasına bağlı olarak nütrient konsantrasyonu azalır. Sığ göllerde ötrofikasyonun kontrol edilmesi daha karmaşıktır ve derin göllerde yapıldığı gibi sadece besin tuzu kontrolü ile çözülemez (Xu ve ark. 2003, Schauser ve ark. 2003, Beklioğlu

ve ark. 2001). Fosforun biyokimyasal karakteristiği ötrofikasyon proseslerinde önemli rol almaktadır. Fazla kirlilik yüklemelerinde fosfor sedimentte birikebilir ve dış yüklemeler fazla artış gösterdiğinde sedimentten suya fosfor salınımı olur(Wang ve ark. 2003). Doğal ekosistemlerde nütrient elementleri N, P, C akuatik bitkilerin büyümesi için önemlidir(Baudo ve ark. 2000). Bu nedenle Uluabat Göl sedimentinde TN, H-TN, TP, AP ve OC konsantrasyonları incelenmiştir.

Toplam-N (TN)

Uluabat Gölü'nde ölçülen toplam azot değerleri aylara ve istasyonlara göre farklılık göstermiştir. 1. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de 0,5523 mg/g olarak, en yüksek değer Nisan 03'de 1,1155 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama TN değeri 0,813±0,142 mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Haziran 03'de 0,5567 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,9684 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama TN değeri 0,6937±0,1247 mg/g'dir. 3. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 0,5299 mg/g olarak, en yüksek değer Ocak 04'de 1,9561 mg/g olarak bulunmuştur. 3. istasyona ait yıllık ortalama TN değeri 0,8248±0,3808 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Aralık 03'de 0,5567 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 1,3333 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama TN değeri 0,7468±0,2113 mg/g'dir. 5. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 0,6707 mg/g, en yüksek değer Şubat 03'de ve Temmuz 03'de 1,1155 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama TN değeri 0,9610±0,1210 mg/g 'dir (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların TN konsantrasyonlarının ortalaması alındığında TN konsantrasyonu 0,8079±0,1042 mg/g olarak belirlenmiştir.

Toplam azot değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.3'de sunulmuştur.

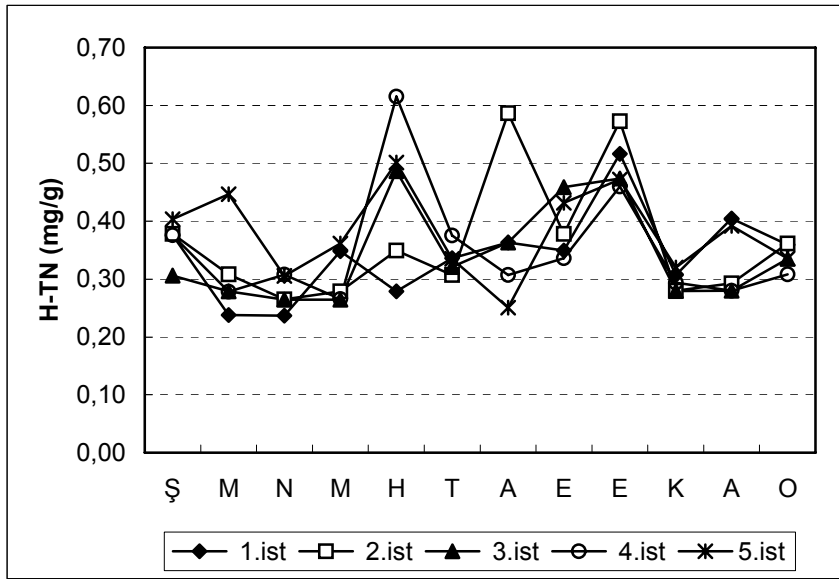


Şekil 4. 3. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam azot değerlerinin mevsimsel değişimi.

Hidroliz Toplam Azotu (H-TN)

Ölçülen H-TN değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de 0,2368 mg/g olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 0,5165 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama değer 0,0,343±0,0,073 mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Nisan 03' de 0,0,2649 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,5868 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,3631±0,1038 mg/g'dir. 3. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de ve Mayıs 03' de 0,2647 mg/g olarak, en yüksek değer Haziran 03'de 0,4866 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,3427±0,0805 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,2657 mg/g, en yüksek değer Haziran 03'de 0,6154 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,3502±0,0956 mg/g'dir. 5. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,2505 mg/g, en yüksek değer Haziran 03'de 0,5015 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,3796±0,0716 mg/g 'dir (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların H-TN konsantrasyonlarının ortalaması alındığında H-TN konsantrasyonu 0,3600±0,0650 mg/g olarak belirlenmiştir.

H-TN değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.4'de sunulmuştur.



Şekil 4. 4. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen hidroliz toplam azot değerlerinin mevsimsel değişimi.

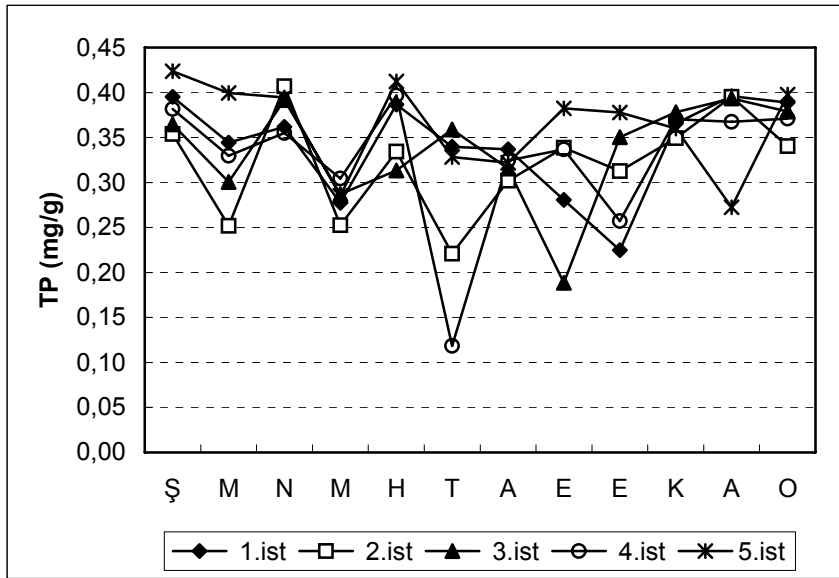
Toplam-P (TP)

Bir gölde çözülmüş anorganik fosfor bileşikleri, fotosentezin meydana geldiği üst tabakalarda ototrof üreticiler tarafından alınır, organik olarak bağlanarak besin zincirine dahil edilirler. Partiküler şekilde bağlanan bu fosfatın bir kısmı ölen organizmalar ile çökelirken sedimentte depolanır. Göl sedimentlerinin içerdiği fosfor miktarının büyük oranda sedimentin yapısına bağlı olduğu çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir. Fosforun sedimentte depolanmasına ve uygun şartlar altında tekrar serbest bırakılmasına neden olan adsorpsiyon yeteneği de büyük ölçüde sedimentin mineral yapısına ve partikül büyüklüğüne bağlı olup kil içeriği ile paralel artış göstermektedir (Topkaya 1992).

Ölçülen Toplam-P değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,2247 mg/g olarak, en yüksek değer Aralık 03'de 0,3960 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama değer $0,342 \pm 0,052$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 0,2210 mg/g, en yüksek değer Nisan 03'te 0,4069 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,3216 \pm 0,0544$ mg/g'dir. 3. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,1884 mg/g olarak, en yüksek değer Aralık 03'de 0,3933 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,3351 \pm 0,0562$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de

0,1185 mg/g, en yüksek değer Haziran 03'de 0,3967 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0,3261\pm 0,0,0725$ mg/g'dır. 5. istasyonda en dūřuk değer Aralık 03'de 0,2726 mg/g, en yüksek değer şubat 03'te 0,4237 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,3629\pm 0,0477$ mg/g'dir (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların TP konsantrasyonlarının ortalaması alındığında TP konsantrasyonu $0,3375\pm 0,0403$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Toplam-P değerlerinin aylara ve istasyonlara gōre değişimi şekil 4.5'de sunulmuştur.



Şekil 4. 5. Uluabat Gōlü örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam-P değerlerinin mevsimsel değişimi.

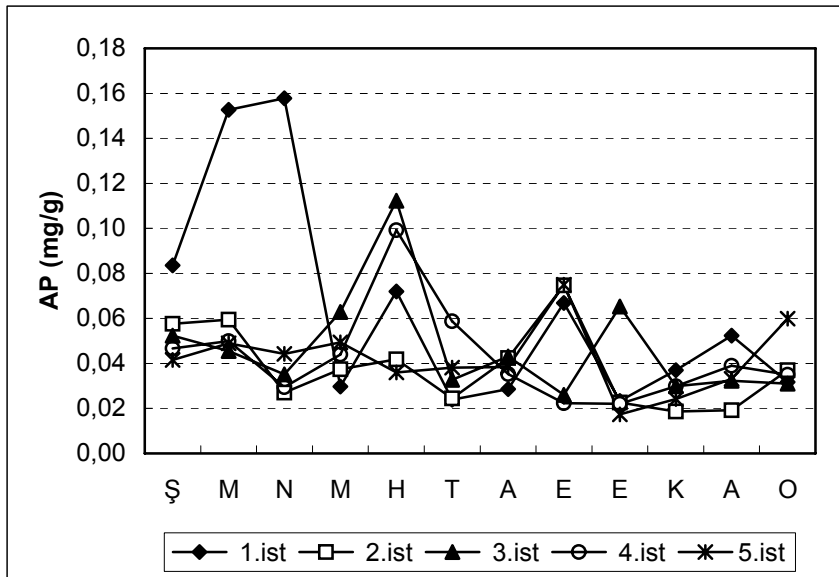
Çin'de Yangtze Nehri bölgesindeki altı gōlde yapılan çalışma sonucunda gōllerin sedimentinde TP içeriğini $217,8 - 1,640$ mg kg⁻¹ arasında belirlemişler(Wang ve ark. 2005). Gōl değerlerimizle (max-min; 0,42-0,12 mg/g) karşılaştırdığımızda Uluabat Gōl sedimentinde TP değerlerinin ysek olduğu ortaya çıkmaktadır. Çin' de yapılan çalışmadaki gōllerin sığ ve tarım kimyasaları, gübreler, evsel atıksu deşarjları ve çevrelerindeki ysek populasyon yoğunluğu dolayısıyla ötrofik ve meso-ötrofik şartlar altında olduğu belirtilmiş(Wang ve ark. 2005). Uluabat Gōlü' nde TP yükü evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışma sonucunda Çin'de yapılan araştırma sonucuna nazaran Uluabat Gōlü'nde gōrlen ysek TP

konsantrasyonunun göle taşınan evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yarayışlı Fosfor (AP)

Ölçülen AP değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0233 mg/g olarak, en yüksek değer Nisan 03'de 0,1578 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama değer $0,063 \pm 0,045$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 0,0187 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0747 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0385 \pm 0,0171$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,0260 mg/g olarak, en yüksek değer Haziran 03'de 0,1122 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0474 \pm 0,0231$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0220 mg/g, en yüksek değer Haziran 03'de 0,0992 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0426 \pm 0,0201$ mg/g'dır. 5. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0174 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0749 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0422 \pm 0,0146$ mg/g'dır (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların AP konsantrasyonlarının ortalaması alındığında AP konsantrasyonu $0,0469 \pm 0,0153$ mg/g olarak belirlenmiştir.

AP değerinin aylara ve istasyonlara göre değişimini Şekil 4.6'da sunulmuştur.



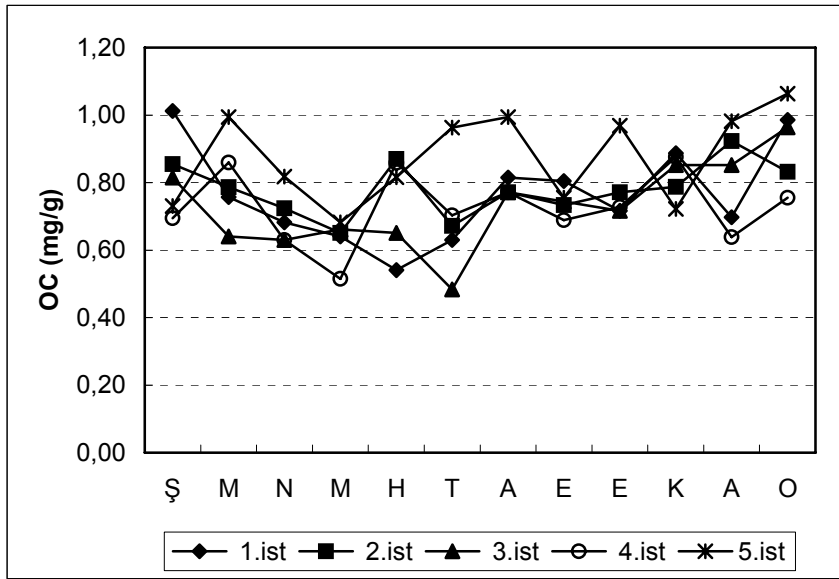
Şekil 4. 6. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen yarayışlı-P değerlerinin mevsimsel değişimi.

1.istasyonda Mart ve Nisan aylarındaki AP değerlerinin yüksek görülmesi o bölgede su bitkilerindeki azalma nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Yaz aylarında da özellikle 1. istasyonda su bitkilerinde gözlenen yoğun bir artış, AP değerlerinin yaz aylarındaki azalmasını açıklamaktadır.

Organik Karbon (OC)

Ölçülen OC değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Haziran 03'de 0,5406 mg/g olarak, en yüksek değer Şubat 03'de 1,0124 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama OC değeri 0,764±0,137 mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,6507 mg/g, en yüksek değer Aralık 03'de 0,9229 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama OC değeri 0,7811±0,0768 mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'te 0,4840 mg/g olarak, en yüksek değer Ocak 04'te 0,9635 mg/g olarak bulunmuştur. 3. istasyona ait yıllık ortalama OC değeri 0,7316±0,1235 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,5153 mg/g, en yüksek değer Kasım 03'de 0,8754 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama OC değeri 0,7263±0,1020 mg/g'dır. 5. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,6820 mg/g, en yüksek değer Ocak 04'de 1,0631 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama OC değeri 0,8741±0,1273 mg/g olmuştur (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların OC konsantrasyonlarının ortalaması alındığında OC konsantrasyonu 0,7754±0,0781 mg/g olarak belirlenmiştir.

Organik karbon değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.7' de sunulmuştur.

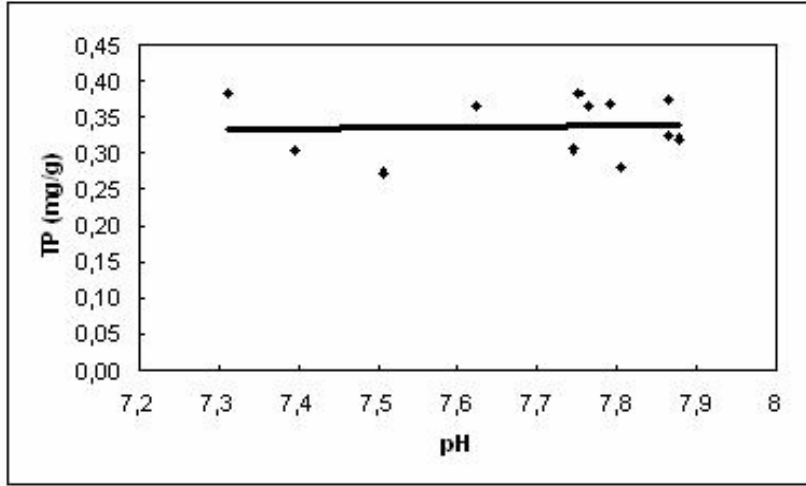


Şekil 4. 7. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen organik karbon değerlerinin mevsimsel değişimi.

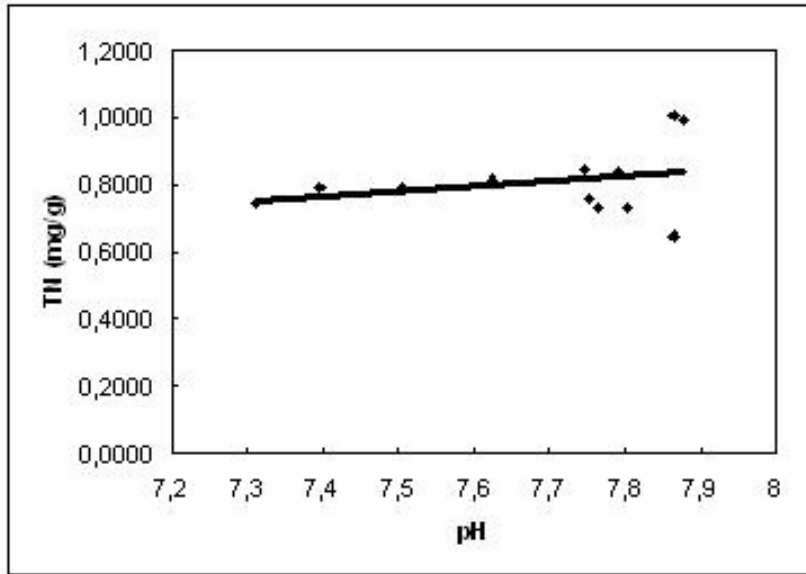
Göllerde yüksek üretime bağlı olarak OC konsantrasyonunda da artış olduğu belirtilmektedir(Björck ve ark. 1993). Yaz aylarında sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak organizma sayısında gözlenen artışa paralel olarak OC seviyeside yükselmektedir. Bu durum Uluabat Gölü'nde de diğer istasyonlara nazaran 2. ve 5. istasyonlarda kısmen daha belirgin olarak görülmektedir.

Uluabat Göl sedimentinde gözlenen yüksek TP ve TN konsantrasyonlarının nedeninin, Mustafakemalpaşa ve Karacabey ilçelerindeki hayvansal, tarımsal ve buna bağlı olarak gelişen sanayi faaliyetlerinden oluşan atıksuların ve Emet, Orhanlı ilçelerinden gelen özellikle evsel ve endüstriyel atıksuların göle taşınması ile olduğu düşünülmektedir. Uluabat Göl sedimentinde kış aylarında ki TP ve TN konsantrasyonlarının yüksek olmasına yukarıda bahsedilen nedenlerin yanısıra, havzalardan göle gelen toprak üstünde kalan bu mevsimde oluşan yağışların da sebep olduğu söylenebilir. Uluabat Göl çevresinde kış aylarındaki yağış miktarı, yıllık toplam yağış miktarından yüksektir. Yıllık ortalama yağış miktarı 682,8 mm olarak bulunmuştur. Bu değer %41,2'si kış, %23,1'i ilkbahar, %26,6'sı sonbahar, %9,1'i ise yaz aylarında düşmektedir (Anonim 1992). Çin'de Chao Gölü'nde yapılan çalışmada sedimentte yüksek TP ve TN konsantrasyonları Ağustos ve Kasım (Yaz ve Sonbahar) aylarında bulunmuş. Çin' de yaz ve sonbahar aylarındaki yağışların toplam yıllık yağıştan %60 yüksek olduğu belirtilerek bu durum açıklanmıştır(Xu ve ark. 2003).

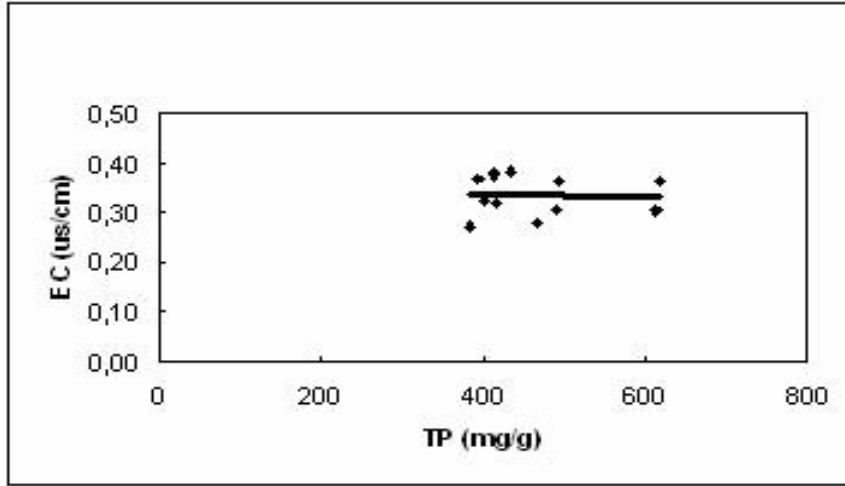
Uluabat Göl sedimentinde ölçülen pH ve EC değerlerinin ölçülen TN ve TP konsantrasyonları ile olan ilişkilerini gösteren grafikler Şekil 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 de sunulmuştur.



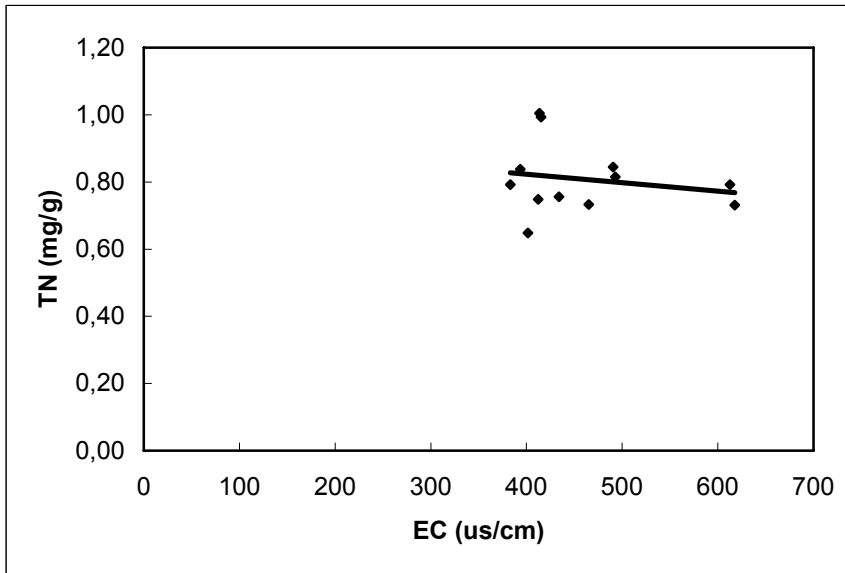
Şekil 4. 8. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen pH ve TP değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4. 9. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen pH ve TN değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4. 10. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen EC ve TP değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4. 11. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen EC ve TN değerleri arasındaki ilişki

Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'a göre Uluabat Göl sedimentinde ölçülen pH konsantrasyonları TP ve TN konsantrasyonları ile pozitif ilişki gösterdiği görülmüştür. Şekil 4.11'ye göre TN konsantrasyonu EC değeri ile negatif bir ilişki göstermektedir. Uluabat Göl sedimentinde belirlediğimiz EC değerleri ile TP konsantrasyonları arasında belirgin bir ilişki söylenememektedir(Şekil 4.10). Chao Gölü'nde sedimentte yapılan çalışmada TP ve TN konsantrasyonlarının pH değerleri ile pozitif ilişkide olduğunu, TN konsantrasyonlarının EC değerleri ile negatif ilişkide olduğunu, EC değerleri ile TP konsantrasyonları arasında da belli bir ilişkinin olmadığını belirtmişler(Xu ve ark. 2003). Chao Göl sedimentindeki EC ve pH değerlerinin TN ve TP konsantrasyonlarıyla

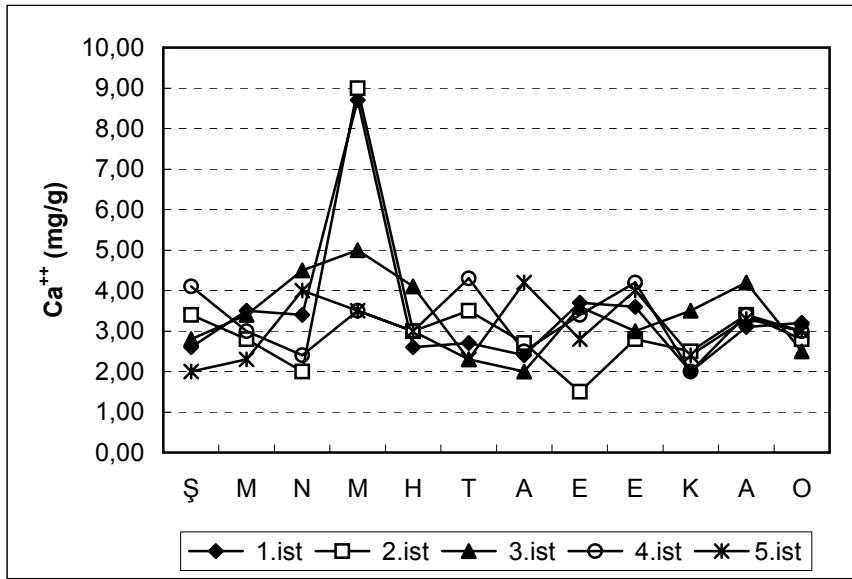
olan ilişkilerinin bizim çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği söylenebilir. Uluabat Gölü ve Chao Gölü ortalama göl derinliği ve ötrofik karakterizasyonu benzerlik göstermektedir. Chao gölünün ortalama göl derinliği 3,06 m ve ötrofik olduğu belirtilmiştir(Xu ve ark. 2003). Uluabat Gölü ortalama derinliği 3 m ve ötrofik özelliktedir(Barlas ve ark. 2005). EC ve pH değerlerinin TN ve TP konsantrasyonlarıyla olan ilişkilerinin iki göl arasında benzer olmasının, göllerin ötrofik özellik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.1.3. Anyon ve Katyonlar

Kalsiyum (Ca^{++})

Ölçülen kalsiyum değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 2,000 mg/g olarak, en yüksek değer Mayıs 03'de 8,7000' te mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $3,458 \pm 1,660$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 1,5000 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 9,000 mg/g olarak kaydedilmiştir. Ortalama değer $3,2833 \pm 1,8101$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 2,000 mg/g olarak, en yüksek değer Mayıs 03'te 5,000 mg/g olarak bulunmuştur. Ortalama değer $3,4083 \pm 0,8874$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 2,000 mg/g, en yüksek değer Ekim 03'te 4,200 mg/g olarak kaydedilmiştir. Ortalama değer $3,2333 \pm 0,6992$ mg/g'dır. 5. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de mg/g, en yüksek değer Temmuz 03'de 4,300 mg/g olarak kaydedilmiştir. Ortalama değer $3,0667 \pm 0,7134$ mg/g'dır(Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların kalsiyum konsantrasyonlarının ortalaması alındığında kalsiyum konsantrasyonu $3,2900 \pm 0,8822$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Kalsiyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.12'de sunulmuştur.



Şekil 4. 12. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen kalsiyum değerlerinin mevsimsel değişimi.

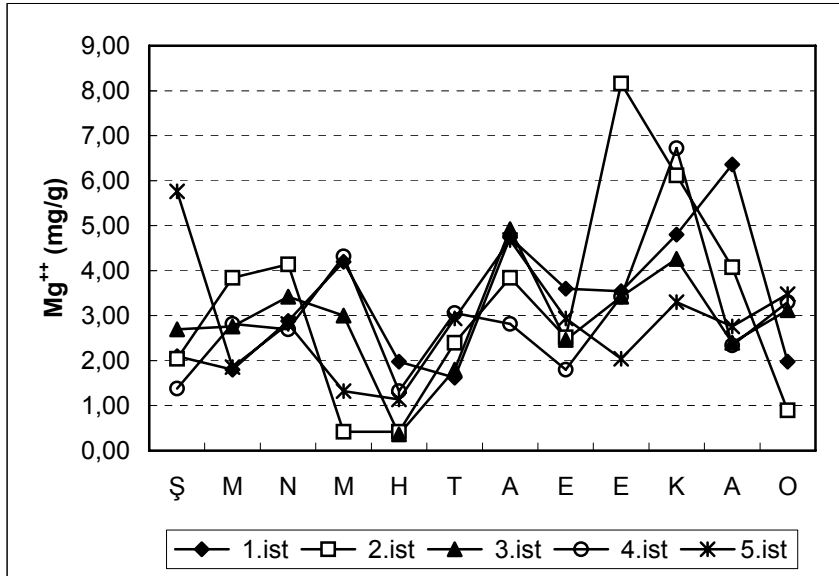
Cymerman ve Kempers (2001) Batı Polonya’ da 9 gölde yaptıkları çalışmada göl sedimentlerinde Ca^{++} konsantrasyonlarını 322-6040 mg/kg arasında belirlemişler. Gladyshev ve ark. (2001) Rusya’ da yaptıkları çalışmada sedimentte belirledikleri Ca^{++} konsantrasyonunu $52,8 \pm 5,29$ g/kg olarak bulmuşlar. Bizim çalışma sonuçlarıyla yapılan iki çalışma karşılaştırıldığında Uluabat Göl sediment Ca^{++} konsantrasyonlarının (1,5000-9,0000 mg/g) Batı Polonya’ daki göllere nazaran yüksek olduğu, Rusya’daki çalışmaya göre düşük olduğu söylenebilir.

Magnezyum (Mg^{++})

Ölçülen Magnezyum değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Temmuz 03’de 1,6200 mg/g olarak, en yüksek değer Aralık 03’de 6,3600 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama değer $3,300 \pm 1,438$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Mayıs 03’de ve Haziran 03’de 0,4200 mg/g, en yüksek değer Ekim 03’de 8,1600 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $3,2400 \pm 2,2132$ mg/g’dir. 3. istasyonda en düşük değer Haziran 03’de 0,3600 mg/g olarak, en yüksek değer Ağustos 03’de 4,9200 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $2,8850 \pm 1,1065$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Haziran 03’de 1,3200 mg/g, en yüksek değer Kasım 03’de 6,7200 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $3,000 \pm 1,3943$ mg/g’dir. 5. istasyonda en düşük değer Haziran 03’de 1.1400 mg/g, en yüksek değer Şubat 03’de 5,7600 mg/g olarak

kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $2,9200 \pm 1,2677$ mg/g'dir (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların magnezyum konsantrasyonlarının ortalaması alındığında magnezyum konsantrasyonu $3,0690 \pm 1,0454$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Magnezyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.13'de sunulmuştur.



Şekil 4. 13. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen magnezyum değerlerinin mevsimsel değişimi.

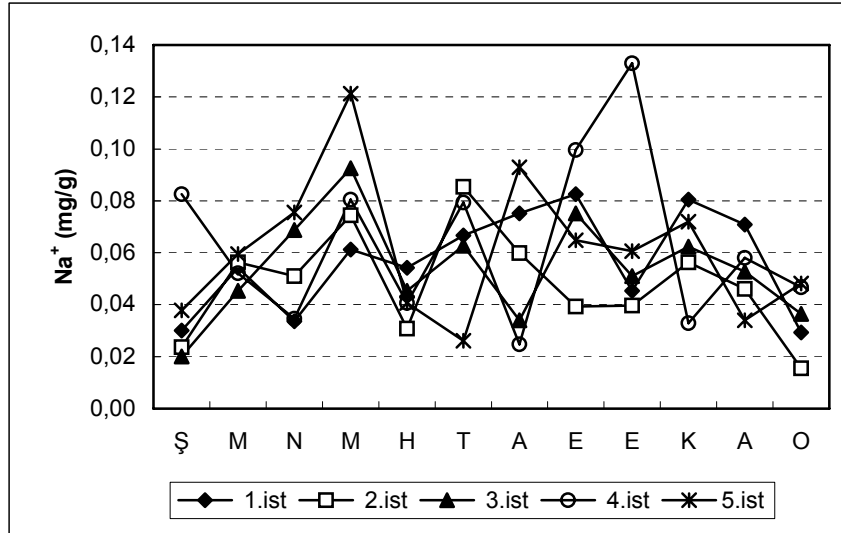
Cymerman ve Kempers (2001)'de Batı Polonya' da 9 gölde yaptıkları çalışmada göl sedimentlerinde Mg^{++} konsantrasyonlarını 93-1640 mg/kg arasında belirlemişler. Gladyshev ve ark. (2001) Rusya' da yaptıkları çalışmada sedimentte belirledikleri Mg^{++} konsantrasyonunu $9,27 \pm 0,91$ g/kg olarak bulmuşlar. Bizim çalışma sonuçlarıyla yapılan iki çalışma karşılaştırıldığında, Uluabat Göl sediment Mg^{++} konsantrasyonlarının (0,3600-8,1600 mg/g) Batı Polonya' daki göllere nazaran yüksek olduğu, Rusya'daki çalışmaya göre düşük olduğu söylenebilir.

Sodyum (Na^+)

Alkali metal iyonlarından sularda en çok rastlanani sodyumdur. Sodyum öncelikle tuz depolarından ve kayalardan (sodyum-aliminyum silikatlar) kaynaklanır (Hütter, 1992).

Ölçülen sodyum değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,0294 mg/g olarak, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0826 mg/g olarak bulunmuştur. 1. istasyona ait yıllık ortalama değer $0,057 \pm 0,018$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,0155 mg/g, en yüksek değer Temmuz 03'de 0,0854 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0482 \pm 0,0193$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de 0,0201 mg/g olarak, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,0201 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0539 \pm 0,0189$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,0248 mg/g, en yüksek değer Ekim 03'de 0,1330 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0637 \pm 0,0306$ mg/g'dır. 5. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 0,0262 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,1212 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0611 \pm 0,0259$ mg/g'dır (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların sodyum konsantrasyonlarının ortalaması alındığında sodyum konsantrasyonu $0,0568 \pm 0,0144$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Sodyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.14' de sunulmuştur.



Şekil 4. 14. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen sodyum değerlerinin mevsimsel değişimi.

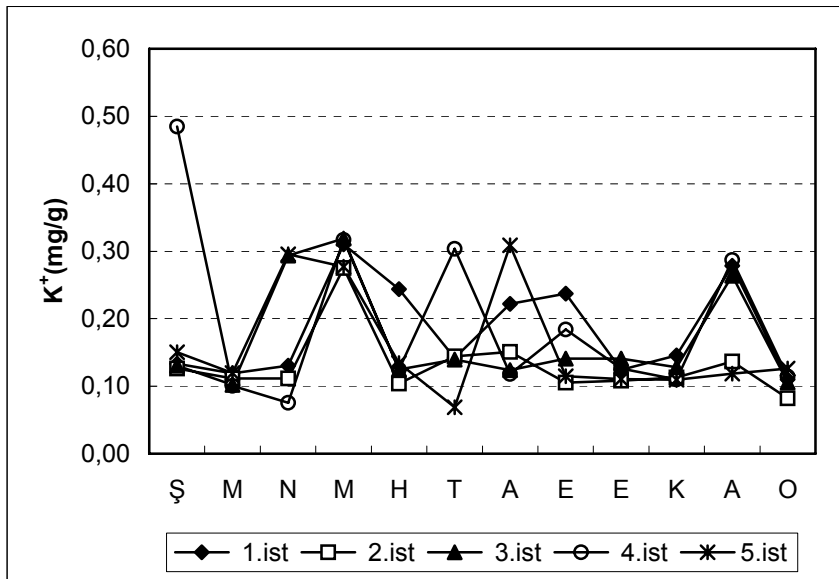
Gladyshev ve ark. (2001) Rusya' da yaptıkları çalışmada sedimentte belirledikleri Na^{++} konsantrasyonunu $1,63 \pm 0,19$ g/kg olarak bulmuşlar. Bizim çalışma

sonuçlarıyla karşılaştırıldığında Uluabat Göl sediment Na^+ konsantrasyonlarının (0,0155-0,1330 mg/g) düşük olduğu söylenebilir.

Potasyum (K^+)

Ölçülen potasyum değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,1098 mg/g olarak, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,3102 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,183 \pm 0,068$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,0823 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,2753 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,1308 \pm 0,0473$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 0,1022 mg/g olarak, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,3185 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,1676 \pm 0,0736$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de 0,0755 mg/g, en yüksek değer Şubat 03'de 0,4847 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,1954 \pm 0,1196$ mg/g'dır. 5. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 0,0688 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,3086 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,1611 \pm 0,0789$ mg/g'dır (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların potasyum konsantrasyonlarının ortalaması alındığında potasyum konsantrasyonu $0,1676 \pm 0,0552$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Potasyum değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.15' de sunulmuştur.



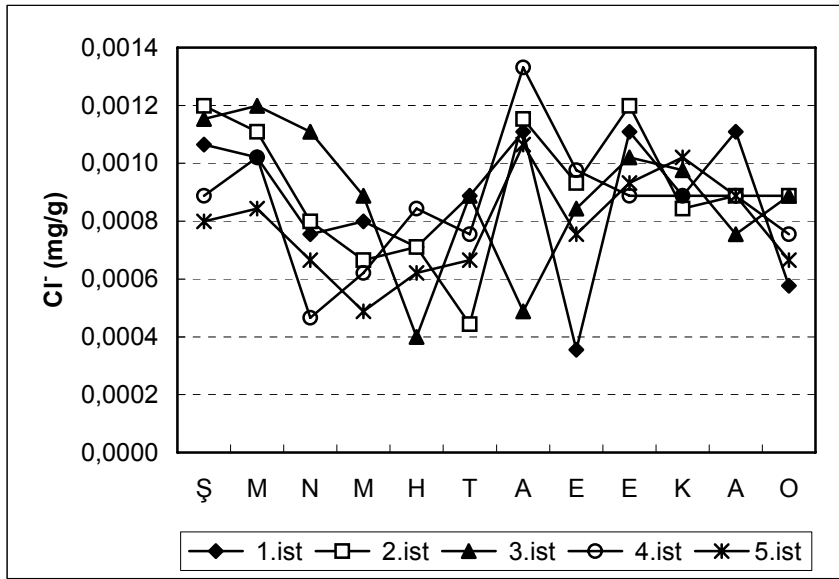
Şekil 4. 15. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen potasyum değerlerinin mevsimsel değişimi.

Cymerman ve Kempers (2001)'de Batı Polonya' da 9 gölde yaptıkları çalışmada göl sedimentlerinde K^+ konsantrasyonlarını 21-53 mg/kg arasında belirlemişler. Gladyshev ve ark. (2001) Rusya' da yaptıkları çalışmada sedimentte belirledikleri K^+ konsantrasyonunu $4,33\pm 0,64$ g/kg olarak bulmuşlar. Bizim çalışma sonuçlarıyla yapılan iki çalışma karşılaştırıldığında Uluabat Göl sediment K^+ konsantrasyonlarının (0,0688-0,4847 mg/g) Batı Polonya' daki göllere nazaran yüksek olduğu, Rusya'daki çalışmaya göre düşük olduğu söylenebilir.

Klorür (Cl)

Ölçülen klorür değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,0004 mg/g olarak, en yüksek değer Şubat, Ağustos, Ekim ve Aralık 03'de 0,0011 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,001\pm 0,000$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 0,0004 mg/g, en yüksek değer Şubat, Ağustos ve Ekim 03'de 0,0012 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0009\pm 0,0002$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Haziran 03'de 0,0004 mg/g olarak, en yüksek değer Şubat ve Mart 03'de 0,0012 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0009\pm 0,0002$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Nisan 03'de 0,0005 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,0013 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0009\pm 0,0002$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Mayıs 03'de 0,0005 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,0011 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0008\pm 0,0002$ mg/g'dır (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların klorür konsantrasyonlarının ortalaması alındığında klorür konsantrasyonu $0,0009\pm 0,0002$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Klorür değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.16'da sunulmuştur.

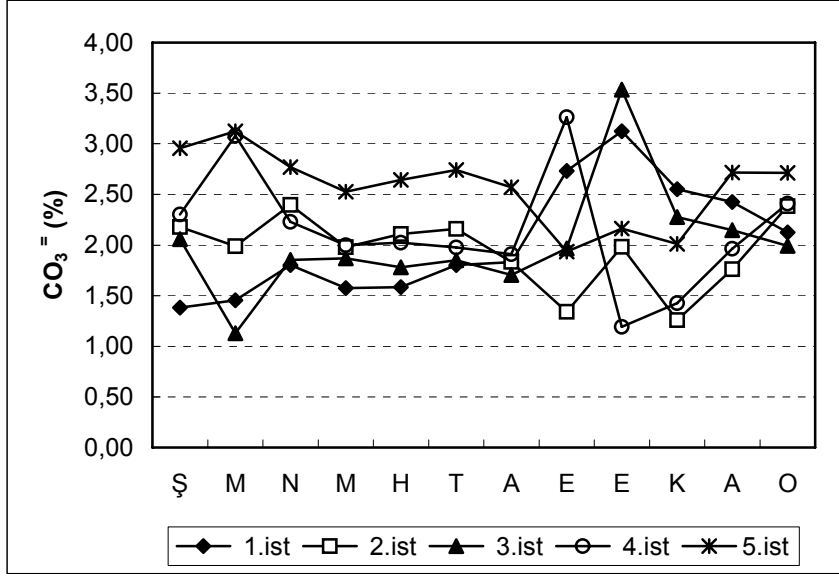


Şekil 4. 16. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen klorür değerlerinin mevsimsel değişimi.

Karbonat (CO_3^-)

Ölçülen karbonat değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Şubat 03'te 1,3820 (%) olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 3,1245 (%) olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $2,033 \pm 0,534$ (%) olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 1,2579 (%), en yüksek değer Nisan 03'de 2,3974 (%) olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $1,9479 \pm 0,3433$ (%)'dir. 3. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 1,1288 (%) olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 3,5340 (%) olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $2,0134 \pm 0,5330$ (%) olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 1,1935 (%), en yüksek değer Mart 03'de 3,0797 (%) olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $2,1480 \pm 0,5624$ (%)'dir. 5. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 1,9338 (%), en yüksek değer Mart 03'de 3,1256 (%) olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $2,5726 \pm 0,3483$ (%)'dir (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların karbonat konsantrasyonlarının ortalaması alındığında karbonat konsantrasyonu $2,1429 \pm 0,1477$ mg/g olarak belirlenmiştir.

Karbonat değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.17'de sunulmuştur.



Şekil 4. 17. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen karbonat değerlerinin mevsimsel değişimi.

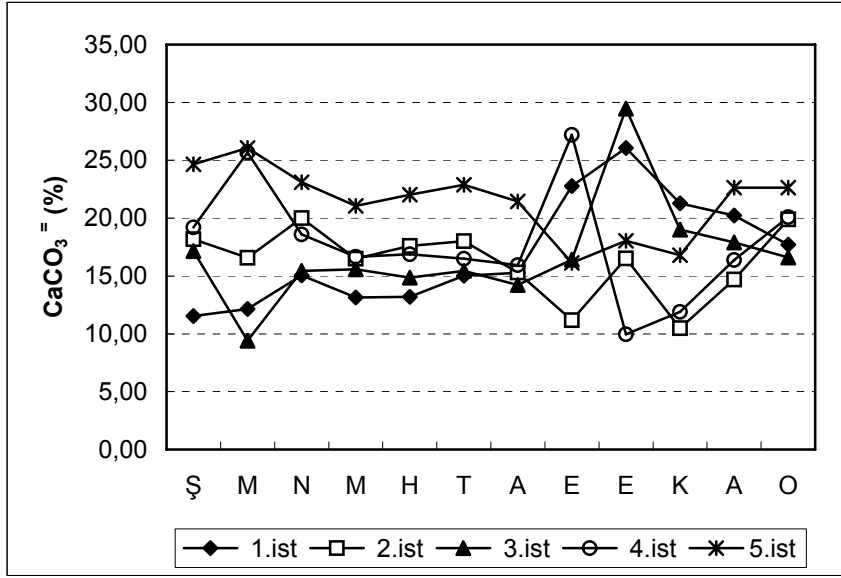
Uluabat göl sedimetinde hesaplanan yıllık ortalama Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , ve $\text{CO}_3^{=}$ konsantrasyonları sırasıyla $3,29 \pm 0,88$ mg/g, $3,069 \pm 1,046$ mg/g, $0,057 \pm 0,015$ mg/g, $0,168 \pm 0,052$ mg/g, $0,001 \pm 0,0001$ mg/g ve $2,143 \pm 0,1487$ (%)’ dir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre, Uluabat Göl sedimentinde bulunan major katyonlar sırasıyla $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$ şeklinde bulunmuştur. Göl 20 (Antarktika)’ de yapılan çalışma sonuçlarına göre sedimentte Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ konsantrasyonlarını sırasıyla $1158 \mu\text{eq l}^{-1}$, $880 \mu\text{eq l}^{-1}$, $2739 \mu\text{eq l}^{-1}$, $125 \mu\text{eq l}^{-1}$ olarak belirlemişler (Guilizzoni ve ark. 1991, 1992). Göl 20 sedimentindeki Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ konsantrasyonları Uluabat göl sedimentindeki çalışma sonuçlarımızla (329000 , 306900 , 10709 , $30102 \mu\text{eq l}^{-1}$, sırasıyla) karşılaştırıldığında, Uluabat göl sediment değerlerinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu durumun göllerin farklı bölgelerdeki konumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurttaş (2002), Mustafakemalpaşa çayı ve yan kolları üzerinde 27 farklı noktadan aldıkları su örnekleri ile ve daha önceki çalışmalarda toplanmış örneklerin majör iyon içeriklerini kökensel değerlendirmek amacı ile Schoeller yarı-logaritmik diyagramında değerlendirmiştir.. Yapılan çalışma sonucunda, Schoeller yarı-logaritmik diyagramına göre, çalışma alanında yer alan suları “ $r\text{Ca}+\text{Mg} > r\text{Na}+\text{K} > r\text{HCO}_3 > r\text{SO}_4 > r\text{Cl}$ ” tipinde sular olarak belirlemiştir. Tek bir grup oluşturan proje alanı sularının, Mustafakemalpaşa çayının benzer litolojilerle temasta olan yüzeysel akışı drene ettiğini belirtmiştir. Gerek yüzey sularında gerekse yeraltısularında hakim

kasyonların kalsiyum ve magnezyum olmasının, drenaj alanında yüzeyleyen kayaçlardan magmatik ve metamorfik kayaçları oluşturan minerallerin düşük çözünürlüğe sahip olmalarından kaynaklandığını ifade etmiştir. Yeraltısularını temsil eden analiz ortalamalarının Schoeller grafiği üzerinde gösterdikleri değişim, havzadaki yüzeysularından büyük bir farklılık göstermediğini gözlemlenmiştir. Havza sularının su kimyası açısından homojen sayılabilecek bir özelliğe sahip olduğunu belirtmiştir(Kurttaş 2002). Bu durumda, Uluabat göl sedimentinde hakim kasyonların kalsiyum ve magnezyum olmasının nedeninin Mustafakemalpaşa çayı ve yer altı sularının taşıdıkları iyonlardan kaynaklandığı söylenebilir.

Kalsiyum Bikarbonat (CaCO_3^-)

Ölçülen toplam sertlik değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de 11,5243 (%) olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 26,0548 (%) olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 16,950±4,455 (%) olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 10,4891 (%), en yüksek değer Nisan 03'de 19,9912 (%) olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 16,2429±2,8624 (%)'dir. 3. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 9,4125 (%) olarak, en yüksek değer Kasım 03'de 29,4694 (%) olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 16,7894±4,4446 (%) olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 9,9522 (%), en yüksek değer Mart 03'te 25,6808 (%) olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 17,9121±4,6901 (%)'dir. 5. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 16,1260 (%), en yüksek değer Mart 03'te 26,0638 (%) olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 21,4525±2,9045 (%)'dir (Çizelge 4.1-4.2-4.3-4.4-4.5). Bütün istasyonların kalsiyum bikarbonat konsantrasyonlarının ortalaması alındığında kalsiyum bikarbonat konsantrasyonu 17,8694±1,2401 mg/g olarak belirlenmiştir.

Toplam sertlik değerlerinin aylara ve istasyonlara göre değişimi Şekil 4.18'de sunulmuştur.



Şekil 4. 18. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen toplam sertlik değerlerinin mevsimsel değişimi.

4.1.4. Uluabat Göl Sedimentinde Yapılan Ağır Metal Analiz Sonuçları

Evsel ve endüstriyel atıksular, yağmur suları, deponi sızıntı suları, atmosferik çökelmeler, jeokimyasal yapı, erozyon ve metal madenciliği sucul çevredeki ağır metal kirliliğinin potansiyel kaynaklarını oluşturmaktadır. Bazı çevresel şartlarda ağır metaller toksik konsantrasyonlara kadar birikim gösterebilmekte sucul ekosistemdeki canlıları etkileyerek ekolojik hasara neden olabilmektedir (Karadede ve Ünlü, 2000; An ve Kampbell, 2003). Ağır metal kirliliğinin sucul organizmalar üzerinde gösterdiği direkt etki, besin zinciri yoluyla dolaylı olarak insanlara kadar ulaşmaktadır (Yiğit ve Altındağ, 2002). Bu nedenle Uluabat Gölü çevresindeki tarımsal ve endüstriyel gelişmeye bağlı olarak meydana gelebilecek potansiyel ağırmetal kirliliğinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

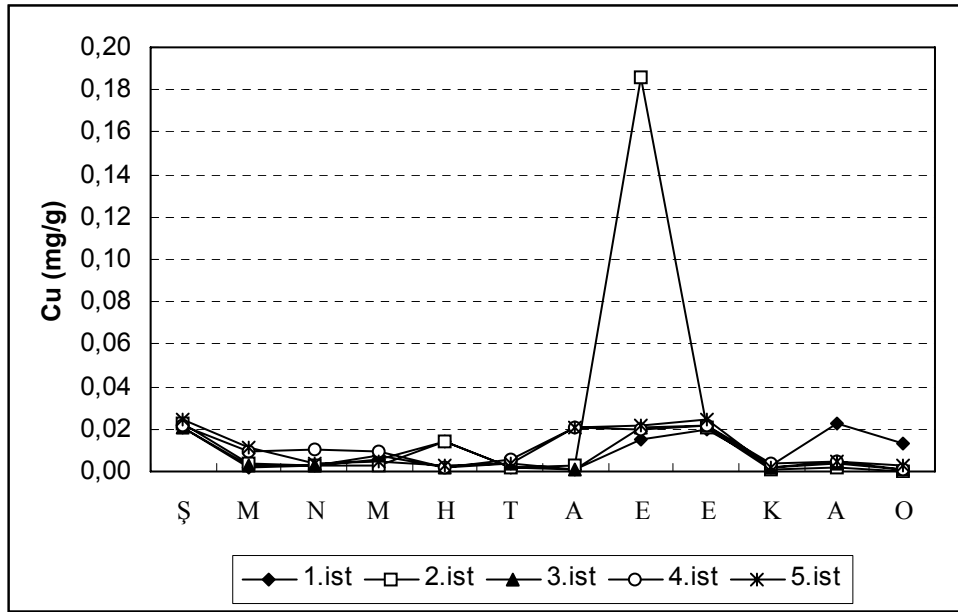
Belirli biçimlerdeki metal dağılımı metallerin kimyasal özelliklerine ve toprak karakteristiğine bağlıdır. Bu nedenle ağır metallerin kullanılabilirliklerini ve hareketliliklerini belirlemek, potansiyel toksik tehlikeler için çevre yasalarını onaylamak ve topraktaki ağır metallerin kimyasal davranışları ve durumlarını anlamak için önemlidir(Ma ve Rao. 1997).

Uluabat Gölü'nü temsil eden beş ayrı istasyonda Şubat 2003-Ocak 2004 tarihleri arasında aylık olarak sediment örneklerinde mobil ve serbest hale geçebilen bakır, kurşun, krom, kadmiyum, nikel, ve çinko konsantrasyonları belirlenmiştir. Mobil ve serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonlarının istasyonlar arasındaki değişimleri ile istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren mobil ve serbest hale geçebilen ağır metal konsantrasyonları arasındaki ilişkileri gösteren grafikler Şekil 4.19 - 4.36 arasında verilmiştir.

Bakır (Cu)

Ölçülen mobil bakır değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,0006 mg/g olarak, en yüksek değer Aralık 03'de 0,0227 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0101±0,0083 mg/l olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,0001 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'de 0,1860 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0217±0,0524 mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,0006 mg/g olarak, en yüksek değer Ekim 03'de

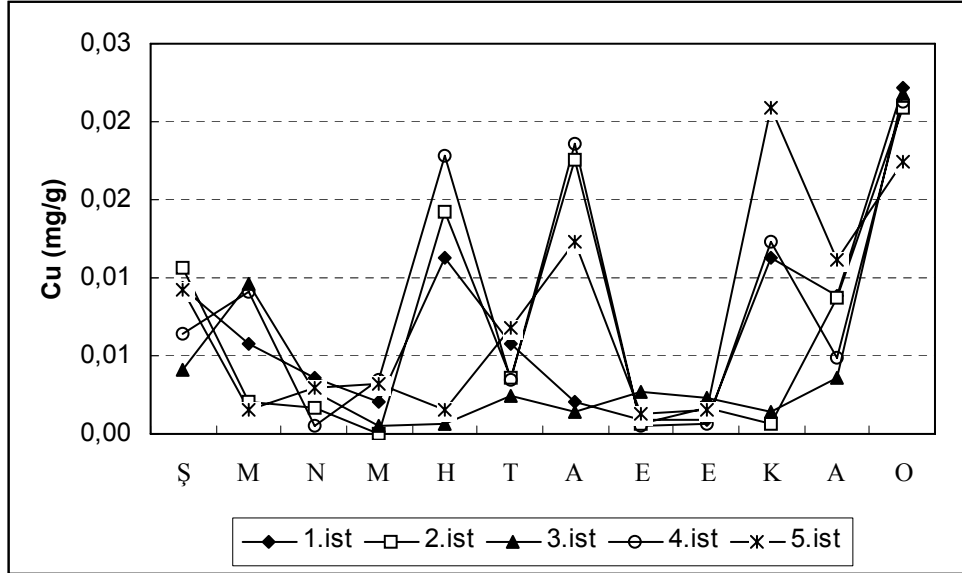
0,0219 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama deęer 0,0075±0,0085 mg/g olarak belirlenmiřtir. 4. istasyonda en dūřuk deęer Ekim 03'de 0,0219 mg/g, en yūksək deęer Ocak 04'de 0,0012 mg/g olarak kaydedilmiřtir. Yıllık ortalama deęer 0,0108±0,0080 mg/g'dır. 5. istasyon'da en dūřuk deęer Kasım 03'de 0,0016 mg/g, en yūksək deęer řubat 03'de 0,0246 mg/g olarak kaydedilmiřtir. Yıllık ortalama deęer 0,0106±0,0094 mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). řekil 4.19' da Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan mobil bakır konsantrasyonlarının mevsimsel deęiřim grafięi verilmiřtir.



şekil 4. 19. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil bakır değerlerinin mevsimsel değişimi.

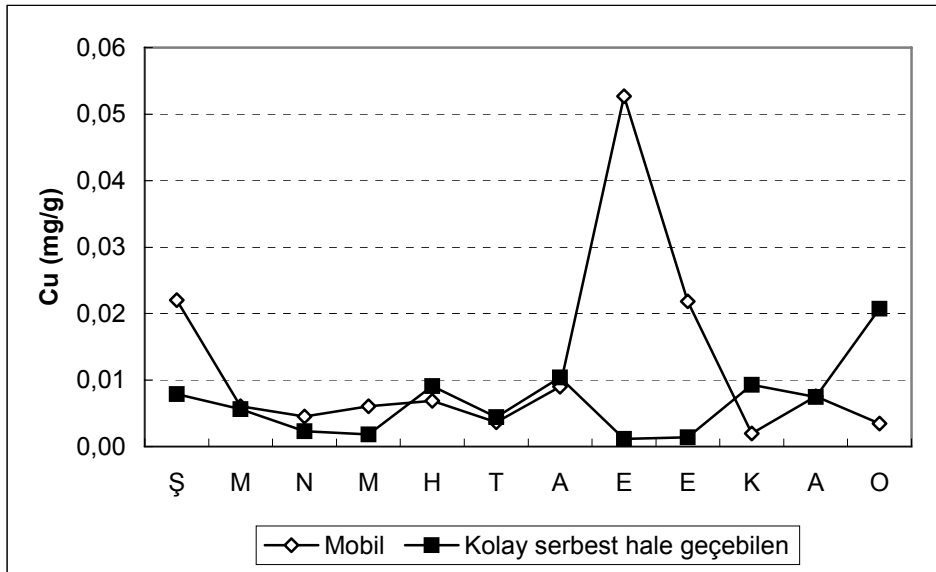
Ölçülen serbest hale geçebilen bakır deęerleri incelendięinde 1. istasyonda en dūřuk deęer Eylül 03'de ve Ekim 03'de 0,0009 mg/g olarak, en yūksək deęer Ocak 04'te 0,0222 mg/g olarak bulunmuřtur. Yıllık ortalama deęer 0,0070±0,0061 mg/l olarak belirlenmiřtir. 2. istasyonda en dūřuk deęer Mayıs 03'de 0,0001 mg/g, en yūksək deęer Ocak 04'te 0,0209 mg/g olarak kaydedilmiřtir. Yıllık ortalama deęer 0,0069±0,0074 mg/g'dır. 3. istasyonda en dūřuk deęer Mayıs 03'de 0,0005 mg/g olarak, en yūksək deęer Ocak 03'de 0,0218 mg/g olarak bulunmuřtur. Yıllık ortalama deęer 0,0044±0,0060 mg/g olarak belirlenmiřtir. 4. istasyonda en dūřuk deęer Nisan 03'de ve Ekim 03'de 0,0005 mg/g, en yūksək deęer Ocak 04'de 0,0213 mg/g olarak kaydedilmiřtir. Yıllık ortalama deęer 0,0082±0,0075 mg/g'dır. 5. istasyon'da en dūřuk

değer Eylül 03'de 0,0013 mg/g, en yüksek değer Kasım 03'de 0,0209 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0075 \pm 0,0068$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.20' de Uluabat Gölü Örnek alma istasyonlarında bulunan serbest hale geçebilen bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4. 20. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen bakır değerlerinin mevsimsel değişimi.

Mobil ve serbest hale geçebilen bakır için istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.21' de sunulmuştur. Mobil Cu konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilir Cu değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.21). Buna göre Cu' nun akuatik yaşama daha uygun olduğu söylenebilir.



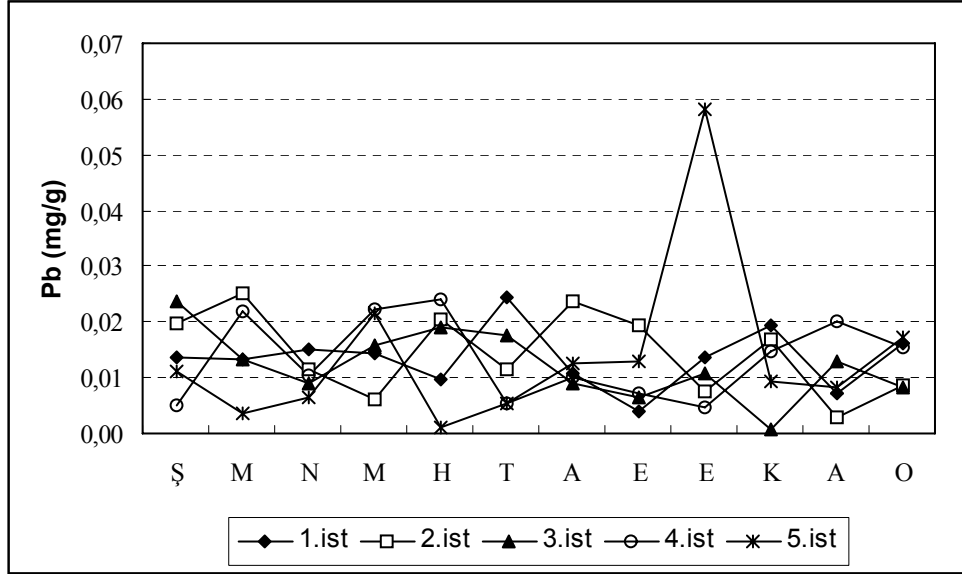
Şekil 4. 21. Uluabat Gölü'nde Şubat 03- Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

Grafikler incelendiğinde Uluabat göl sedimentinde görülen mobil halde bakır konsantrasyonunun Eylül ayındaki ani yükselmesinin nedenini, 2. istasyon yakınlarında göle dökülen Mustafakemalpaşa Çayı ile taşınan sanayi atıklarından kaynaklandığı söylenebilir.

Kurşun (Pb)

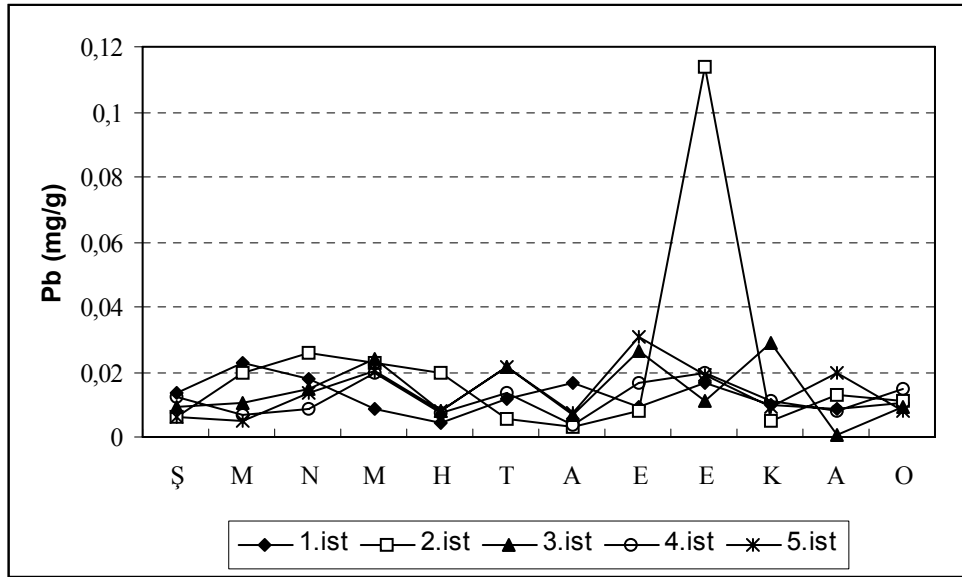
Ölçülen mobil kurşun değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,0040 mg/g olarak, en yüksek değer Temmuz 03'de 0,0244 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0135±0,0054 mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Aralık 03'de 0,0029 mg/g, en yüksek değer Mart 03'de 0,0253 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0144±0,0074 mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 0,0006 mg/g olarak, en yüksek değer Şubat 03'de 0,0236 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0122±0,0062 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0048 mg/g, en yüksek değer Haziran 03'de 0,0239 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0134±0,0073 mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Haziran 03'de 0,0011 mg/g, en yüksek değer Ekim 03'de 0,0580 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0139±0,0150 mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.22' de Uluabat Gölü örnek alma

istasyonlarında bulunan mobil kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



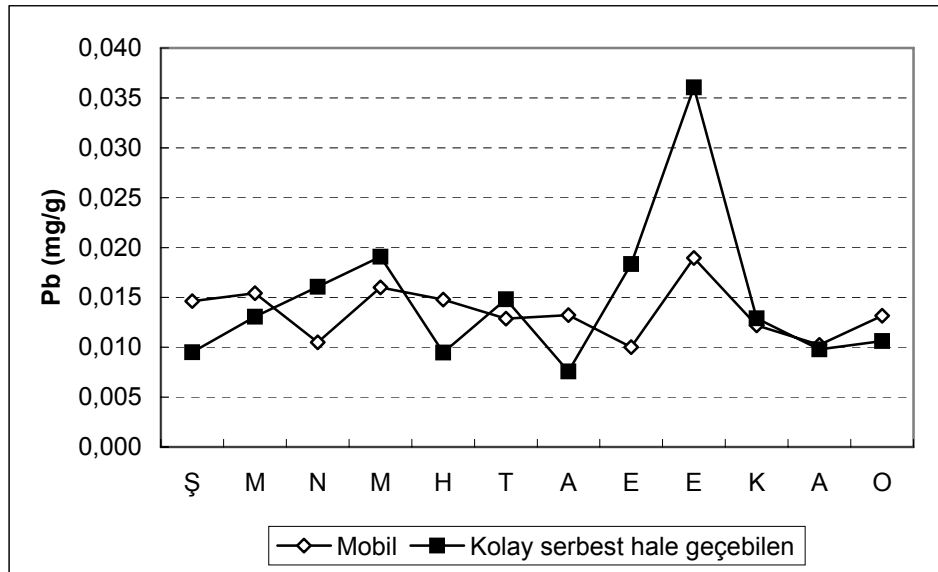
Şekil 4. 22. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil kurşun değerlerinin mevsimsel değişimi.

Ölçülen serbest hale geçebilen kurşun değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Haziran 03'de 0,0043 mg/g olarak, en yüksek değer Mart 03'de 0,0230 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0125±0,0052 mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,0033 mg/g, en yüksek değer Ekim 03'de 0,1140 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0212±0,0302 mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Aralık 03'de 0,0004 mg/g olarak, en yüksek değer Kasım 03'de 0,0291 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0143±0,0090 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,0038 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,0196 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0118±0,0051 mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Mart 03'de 0,0052 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0308 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0140±0,0081 mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.23' de Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan serbest hale geçebilen kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4. 23. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen kurşun değerlerinin mevsimsel değişimi.

Mobil ve serbest hale geçebilen kurşun için istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.24’de sunulmuştur. Mobil Pb konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilir Pb değerlerine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.24). Buna göre Pb’ nin akuatik yaşama daha az uygunluk gösterdiği düşünülmektedir.

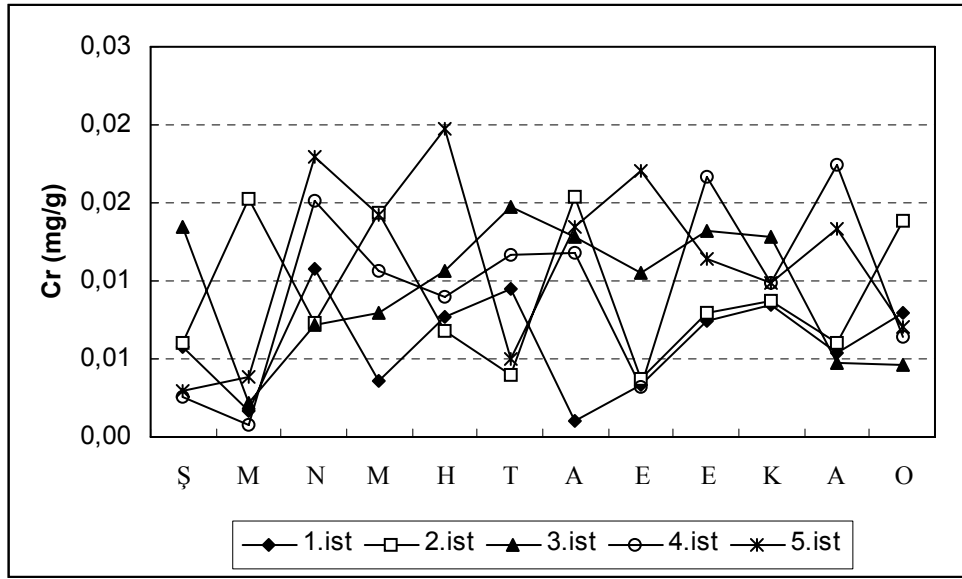


Şekil 4. 24. Uluabat Gölü’nde Şubat 03-Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

Pb kaynakları olarak, Bursa-Balıkesir otoyolunun gölün hemen yakınından geçmesi dolayısıyla araçların egzoz emisyonları, endüstriyel faaliyetler ve bölgede bulunan tarımsal alanlarında kullanılan kurşun içerikli tarım ilaçları sayılabilir. Ekim ayında Uluabat Gölü'nde gözlenen yüksek kolay serbest hale geçebilir Pb konsantrasyonunun nedeni 2. istasyondaki kurşun konsantrasyonundaki artıştır. Bu durumda 2. istasyon yakınlığında göle dökülen Mustafakemalpaşa Çayı ile gelen sanayi atıklarından dolayı yüksek değerlere ulaştığı düşünülmektedir.

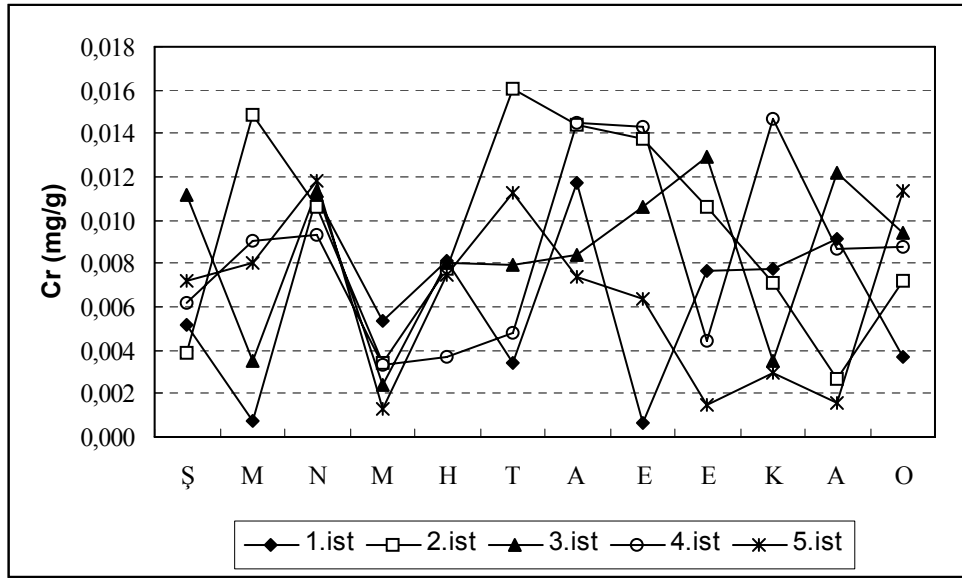
Krom (Cr)

Ölçülen mobil krom değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,0010 mg/g olarak, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0108 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,061 \pm 0,0031$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,0037 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,0154 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0091 \pm 0,0044$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 0,0022 mg/g olarak, en yüksek değer Temmuz 03'te 0,0148 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0096 \pm 0,0041$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 0,0008 mg/g, en yüksek değer Aralık 03'de 0,0175 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0096 \pm 0,0055$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Şubat 03'de 0,0029 mg/g, en yüksek değer Haziran 03'de 0,0197 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0113 \pm 0,0056$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.25' de Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan mobil krom konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



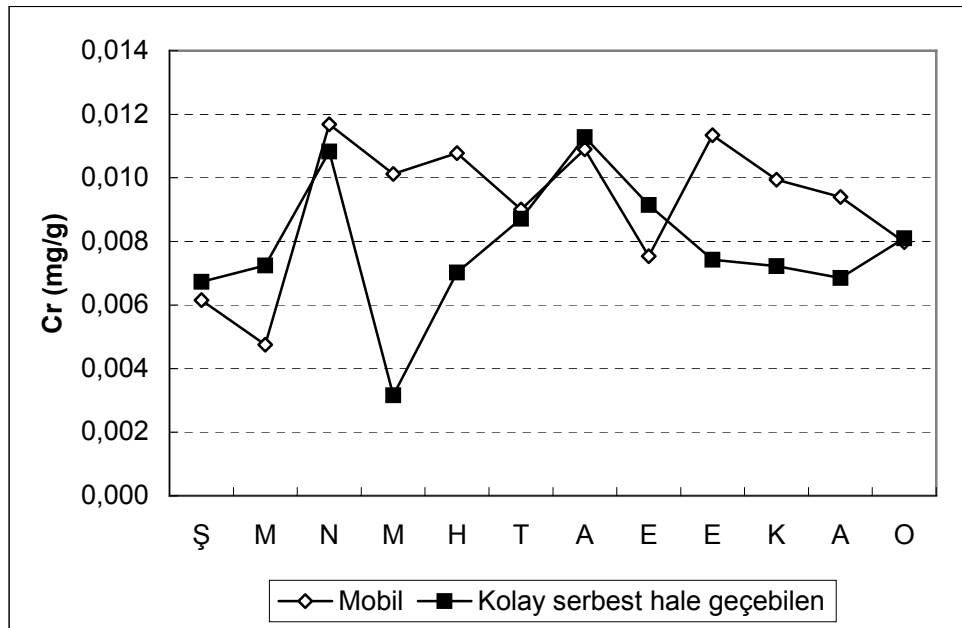
Şekil 4. 25. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil krom değerlerinin mevsimsel değişimi.

Ölçülen serbest hale geçebilen krom değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,0006 mg/g olarak, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,0117 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0062 \pm 0,0037$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Aralık 03'de 0,0027 mg/g, en yüksek değer Temmuz 03'de 0,0161 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0094 \pm 0,0047$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,0024 mg/g olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 0,0129 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0085 \pm 0,0036$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,0033 mg/g, en yüksek değer Kasım 03'de 0,0147 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0085 \pm 0,0042$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Mayıs 03'de 0,0013 mg/g, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0118 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0065 \pm 0,0039$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.26' da Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan serbest hale geçebilen krom konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4. 26. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen krom değerlerinin mevsimsel değişimi.

Mobil ve serbest hale geçebilen krom için istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.27’de sunulmuştur. Mobil Cr konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilir Cr değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.27). Buna göre Cr’ nun akuatik yaşama daha uygun olduğu söylenebilir.

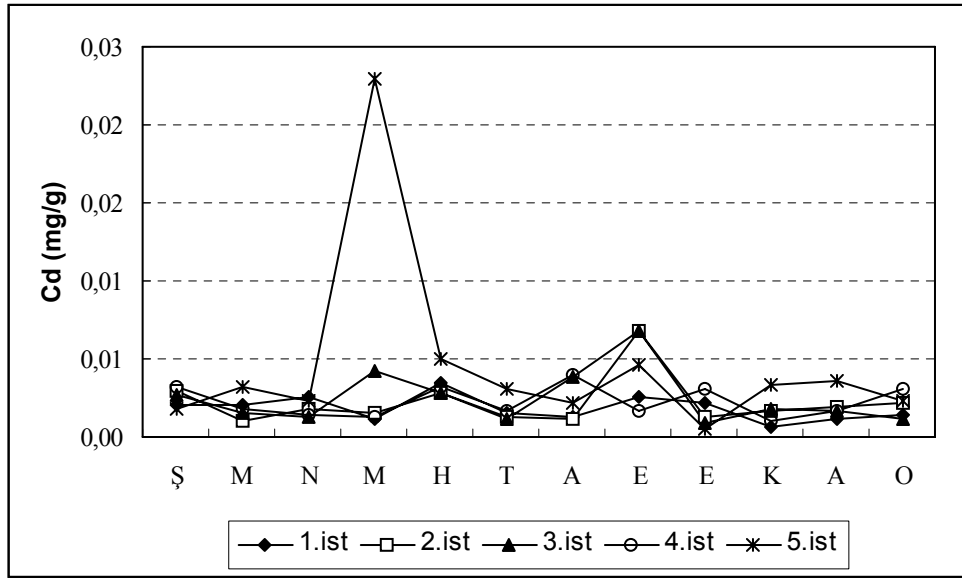


Şekil 4. 27. Uluabat Gölü’nde Şubat 03-Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen krom konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

Uluabat Gölü'nde belirlenen krom konsantrasyonları Mustafakemalpaşa ilçesinde bulunan deri tesislerinden ve krom madeni fabrikaları atıksularından kaynaklanabilir. Grafikler incelendiğinde gölde mobil haldeki krom konsantrasyonunun mart ayında, serbest hale geçebilen krom konsantrasyonunun mayıs ayında ani düşüş gösterdiği görülmektedir. Bu aylarda yaşanan ani düşüşler bu aylardaki artan yağışlardan ve göle giren kaynakların krom yükündeki azalmadan kaynaklanmış olabilir.

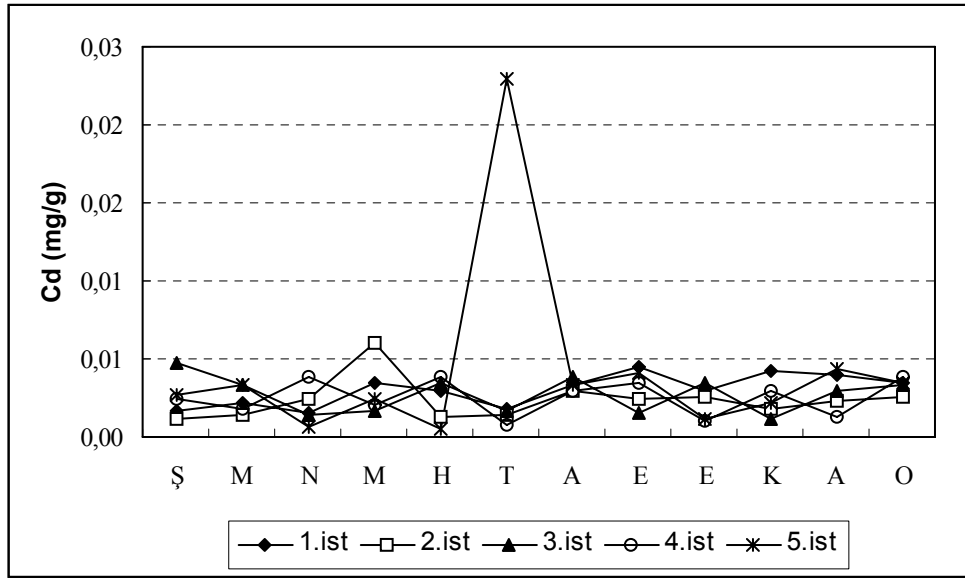
Kadmiyum (Cd)

Ölçülen mobil kadmiyum değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Kasım 03'te 0,0006 mg/g olarak, en yüksek değer Haziran 03'de 0,0034 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0019±0,0008 mg/l olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 0,0010 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'te 0,0068 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0022±0,0016 mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0009 mg/g olarak, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0068 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0025±0,0017 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 0,0010 mg/g, en yüksek değer Ağustos 03'de 0,0040 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0023±0,0010 mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Ekim 03'de 0,0005 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,0229 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0046±0,0059 mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.28' de Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan mobil kadmiyum konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



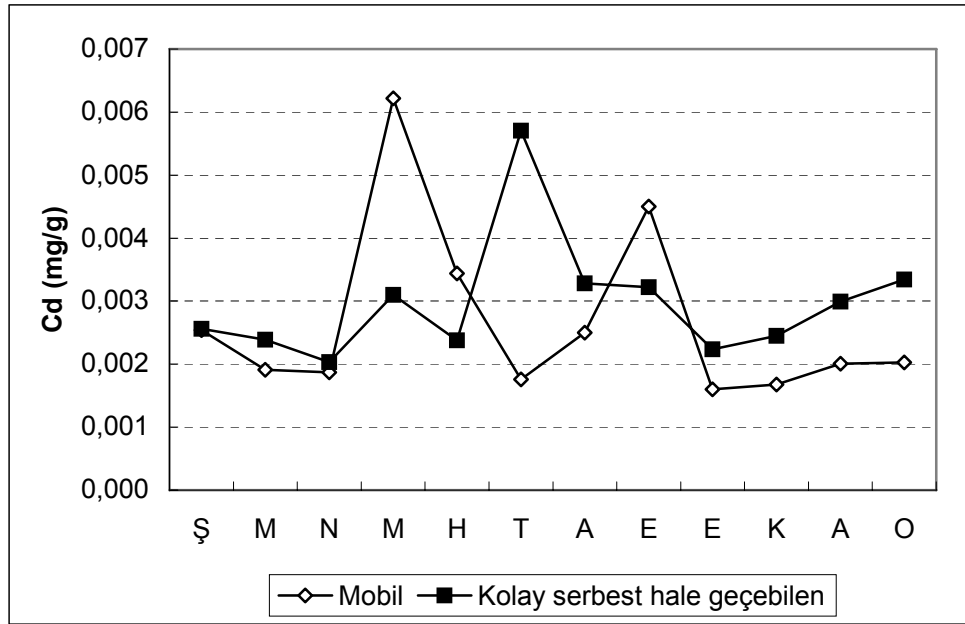
Şekil 4. 28. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil kadmiyum değerlerinin mevsimsel değişimi.

Ölçülen serbest hale geçebilen kadmiyum değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Nisan 03'te 0,0016 mg/g olarak, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0045 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0030 \pm 0,0010$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,0060 mg/g, en yüksek değer Şubat 03'de 0,0012 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0024 \pm 0,0013$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 0,0011 mg/g olarak, en yüksek değer Şubat 03'de 0,0048 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0027 \pm 0,0012$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Temmuz 03'de 0,0008 mg/g, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0039 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0025 \pm 0,0011$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Haziran 03'de 0,0005 mg/g, en yüksek değer Aralık 03'de 0,0044 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0043 \pm 0,0060$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.29' da Uluabat Gölü Örnek alma istasyonlarında bulunan mobil bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4. 29. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen kadmiyum değerlerinin mevsimsel değişimi.

Mobil ve serbest hale geçebilen kadmiyum için istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.30'da sunulmuştur. Mobil Cd konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilir Cd değerlerine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.30). Buna göre Cd' nun akuatik yaşama daha az uygun olduğu söylenebilir.

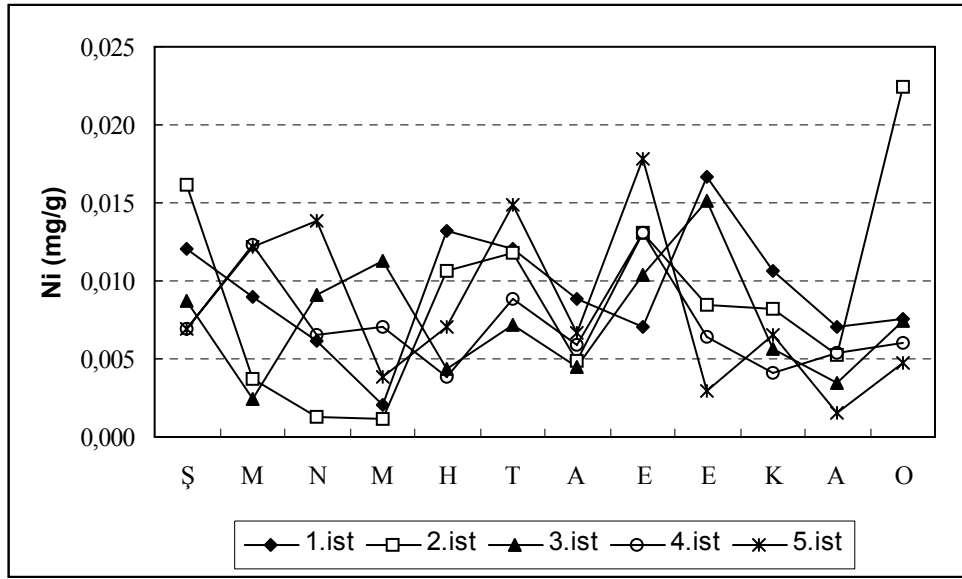


Şekil 4. 30. Uluabat Gölü'nde Şubat 03 Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen kadmiyum konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

Grafikler incelendiğinde Uluabat Gölü sedimentindeki mobil Cd konsantrasyonu mayıs ayında, serbest hale geçebilir Cd konsantrasyonu Temmuz ayında ani bir artış gösterdiği görülmektedir. Aynı aylar içerisinde Uluabat Göl sedimentinde Cd konsantrasyonunun 5.istasyonda ani artış gösterdiği gözlenmiştir. 5. istasyondaki artışın nedeninin Akçalar'daki sanayi merkezlerinden göle taşınan atıksulardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

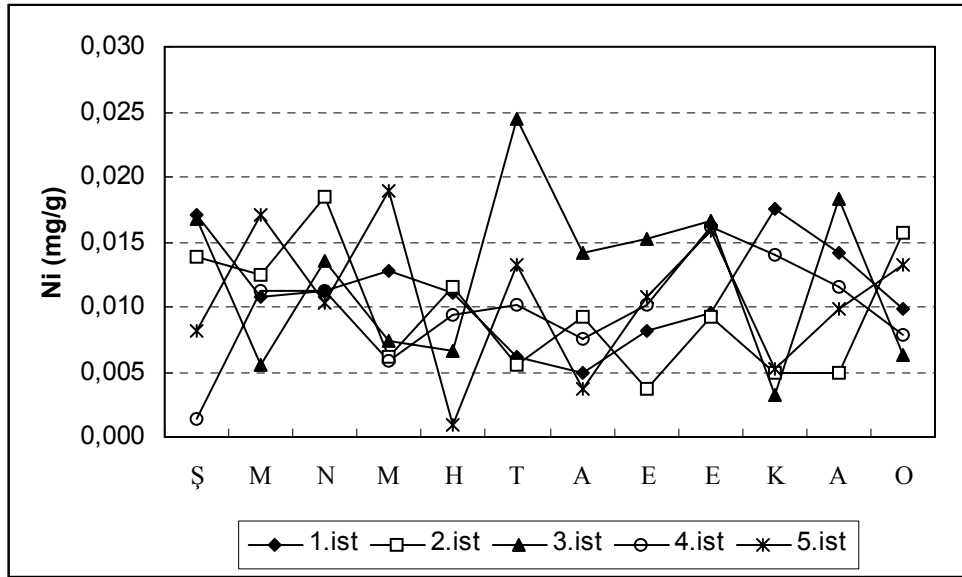
Nikel (Ni)

Ölçülen mobil nikel değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,0021 mg/g olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 0,0167 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0094 \pm 0,0038$ mg/l olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Mayıs 03'de 0,0012 mg/g, en yüksek değer Ocak 04'de 0,0225 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0089 \pm 0,0063$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Mart 03'de 0,0025 mg/g olarak, en yüksek değer Ekim 03'de 0,0151 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0075 \pm 0,0037$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Haziran 03'de 0,0038 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0131 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0072 \pm 0,0029$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Aralık 03'de 0,0016 mg/g, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0178 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0082 \pm 0,0052$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.31' de Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan mobil nikel konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



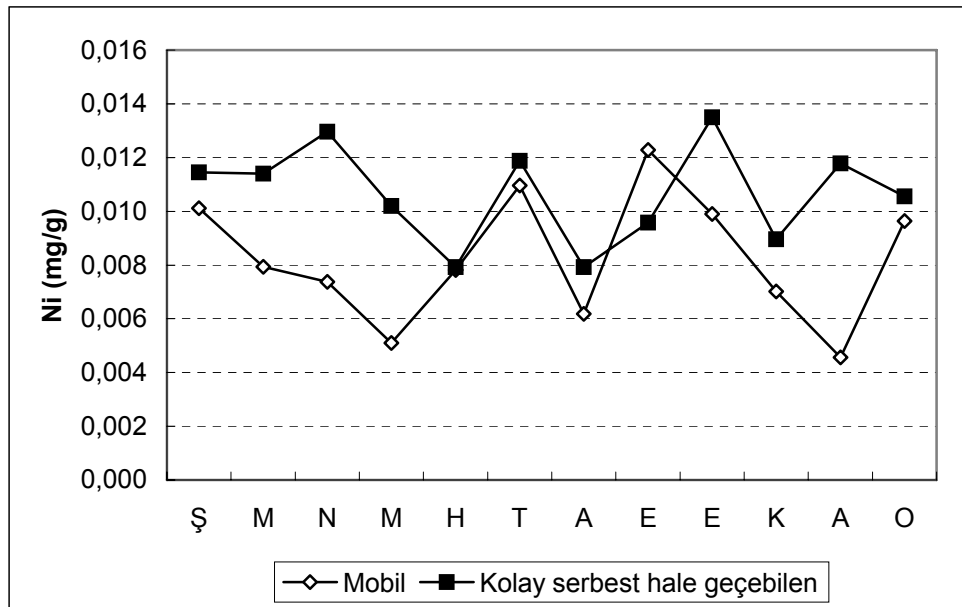
Şekil 4.31. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil nikel değerlerinin mevsimsel değişimi.

Ölçülen serbest hale geçebilen nikel değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ağustos 03'de 0,0050 mg/g olarak, en yüksek değer Kasım 03'de 0,0175 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0111 \pm 0,0039$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Eylül 03'de 0,0037 mg/g, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0184 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0096 \pm 0,0048$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Kasım 03'de 0,0032 mg/g olarak, en yüksek değer Temmuz 03'de 0,0244 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0123 \pm 0,0064$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de 0,0013 mg/g, en yüksek değer Ekim 03'de 0,0162 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0097 \pm 0,0038$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Haziran 03'de 0,0010 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,0189 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0106 \pm 0,0055$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.32' de Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan mobil bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.32. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen nikel değerlerinin mevsimsel değişimi.

Mobil ve serbest hale geçebilen nikel için istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.33’de sunulmuştur. Mobil Ni konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilir Ni değerlerine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.33). Buna göre Ni’ nin akuatik yaşama daha az uygun olduğu söylenebilir.

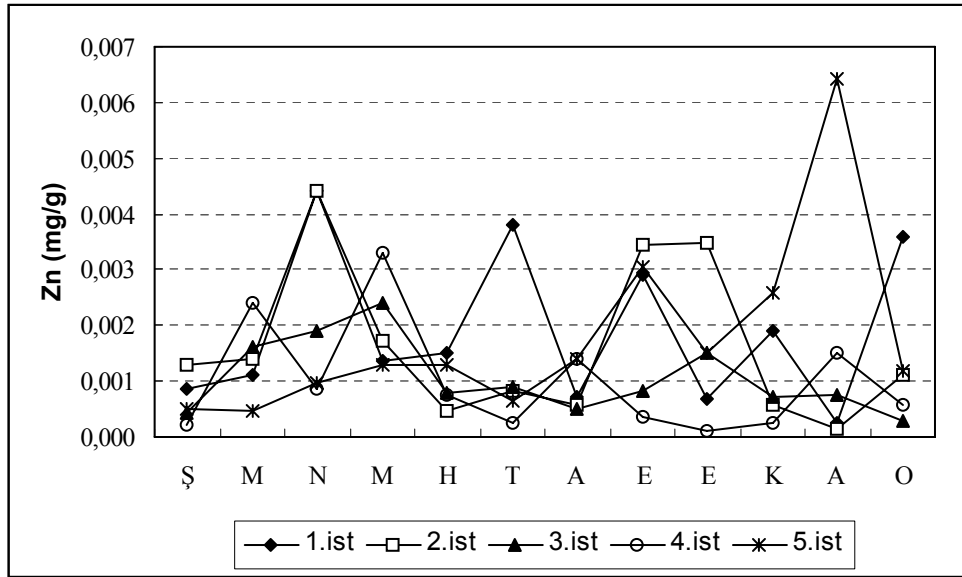


Şekil 4.33. Uluabat Gölü’nde Şubat 03-Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen nikel konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

Uluabat Göl sedimentinde yapılan çalışma sonucuna göre, grafikler incelendiğinde mobil ve serbest hale geçebilen Ni konsantrasyonlarının Mart , Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında düştüğü görülmektedir. Uluabat Göl sedimentindeki Ni konsantrasyonları Temmuz ayından sonrada dalgalanma göstermiştir. Bu durum göldeki 5.istasyondan kaynaklanmaktadır. Bunun nedeninde 5. istasyon yakınlarında Akçalar'daki sanayi merkezlerinden kaynaklanan atıksudaki Ni yüklerinin artması ve azalmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

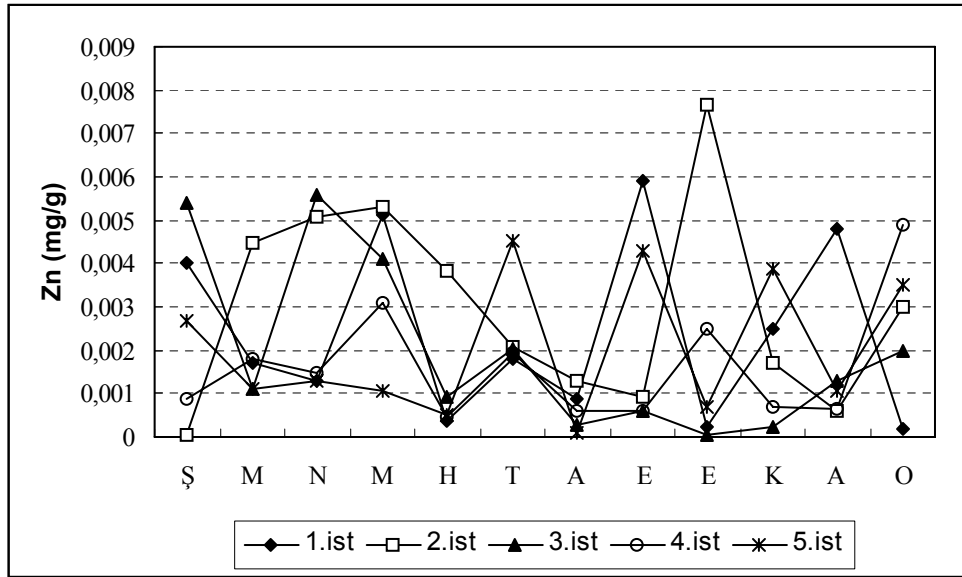
Çinko (Zn)

Ölçülen mobil çinko değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Aralık 03'de 0,0003 mg/g olarak, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0044 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0019±0,0014 mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Aralık 03'de 0,0002 mg/g, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0044 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0016±0,0014 mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Ocak 04'de 0,0003 mg/g olarak, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,0024 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer 0,0011±0,0006 mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0001 mg/g, en yüksek değer Mayıs 03'de 0,0033 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,001±0,001 mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Şubat 03'de ve Mart 03'de 0,0005 mg/g, en yüksek değer Aralık 03'de 0,0064 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer 0,0018±0,0017 mg/g'dır(Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.34' de Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında bulunan mobil çinko konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



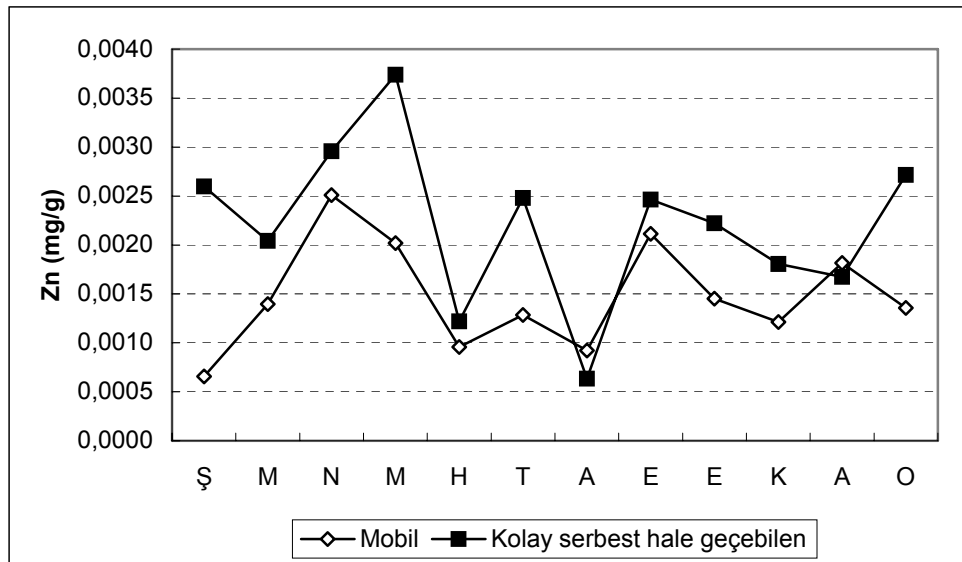
Şekil 4. 34. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen mobil çinko değerlerinin mevsimsel değişimi.

Ölçülen serbest hale geçebilen çinko değerleri incelendiğinde 1. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de ve Ocak 04'de 0,0002 mg/g olarak, en yüksek değer Eylül 03'de 0,0059 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0024 \pm 0,0020$ mg/g olarak belirlenmiştir. 2. istasyonda en düşük değer Şubat 03'de 0,0000 mg/g, en yüksek değer Ekim 03'de 0,0077 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0030 \pm 0,0023$ mg/g'dır. 3. istasyonda en düşük değer Ekim 03'de 0,0001 mg/g olarak, en yüksek değer Nisan 03'de 0,0056 mg/g olarak bulunmuştur. Yıllık ortalama değer $0,0020 \pm 0,0020$ mg/g olarak belirlenmiştir. 4. istasyonda en düşük değer Haziran 03'de 0,0005 mg/g, en yüksek değer Ocak 04'de 0,0049 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0016 \pm 0,0013$ mg/g'dır. 5. istasyon'da en düşük değer Ağustos 03'de 0,0001 mg/g, en yüksek değer Temmuz 03'de 0,0045 mg/g olarak kaydedilmiştir. Yıllık ortalama değer $0,0021 \pm 0,0016$ mg/g'dır (Çizelge 4.6-4.15). Şekil 4.35' de Uluabat Gölü Örnek alma istasyonlarında bulunan mobil bakır konsantrasyonlarının mevsimsel değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.35. Uluabat Gölü örnek alma istasyonlarında ölçülen serbest hale geçebilen çinko değerlerinin mevsimsel değişimi.

Mobil ve serbest hale geçebilen çinko için istasyonların ortalama değerlerinin mevsimsel değişimlerini gösteren grafik Şekil 4.36'da sunulmuştur. Mobil Zn konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilen Zn değerlerine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.36). Buna göre Zn'nin akuatik yaşama daha az uygun olduğu söylenebilir.



Şekil 4.36. Uluabat Gölü'nde Şubat 03-Ocak 04 arasında sediment örneklerinde ortalama mobil ve serbest hale geçebilen çinko konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi.

Grafikler incelendiğinde, Uluabat Göl sedimentinde mobil Zn konsantrasyonu Nisan, serbest hale geçebilen Zn konsantrasyonu Mayıs aylarında büyük artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun çalışma alanımızdaki 2. istasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. 2. istasyon yakalarında göle dökülen Mustafakemalpaşa Çayı ile gelen sanayi atıklarındaki Zn konsantrasyonunun o aylardaki yükselmesi ile oluştuğu düşünülebilir. Mobil Zn konsantrasyonunun Haziran, serbest hale geçebilen Zn konsantrasyonunun Ağustos aylarında azalma göstermesinin nedeni tüm istasyonlarda meydana gelen Zn değerlerindeki azalmadır.

Uluabat Gölü'nü temsil eden beş ayrı istasyonda Şubat 2003-Ocak 2004 tarihleri arasında aylık olarak sediment örneklerinde incelenen mobil ve serbest hale geçebilen bakır, kurşun, krom, kadmiyum, nikel ve çinko konsantrasyonları sırasıyla mobil ağır metaller için; Pb>Cu>Cr>Ni>Cd>Zn , kolay serbest hale geçebilen ağır metaller için; Pb>Ni>Cr>Cu>Cd>Zn şeklinde bulunmuştur.

Pb kirliliğinin yüksek olmasının kaynakları; Bursa-Balıkesir otoyolunun gölün hemen yakınından geçmesi dolayısıyla araçların egzoz emisyonlarından kaynaklanan kurşunun yağışla birlikte göle ulaşması, endüstriyel faaliyetler sonucunda da göle kurşun girdisinin olması, bölgede bulunan tarım alanlarında kullanılan kurşun içerikli tarım ilaçlarının da taşınması olarak belirtilebilir.

Cd sedimentte genel olarak karbonat fraksiyonu ile birlikte ve kolayca çözülebilir halde bulunurken Pb' nun sedimentte Fe-Mn oksit fraksiyonu şeklinde ve kalıcı bir şekilde bulunduğunu belirtmişler(Gonzalez ve ark. 1994). Uluabat Gölü'nde Pb konsantrasyonlarının Cd değerlerinden yüksek bulunuşunun bu nedenle oluştuğu düşünülebilir.

Uluabat Göl sedimentinde belirlenen bakır, kurşun, krom, kadmiyum, nikel, ve çinko konsantrasyonları kirlenmiş sedimentlerdeki ağır metal konsantrasyonları için U.S. EPA'nın belirlemiş olduğu maksimum kirleticiler seviyeleri (Çizelge 1.1)(Garbarino ve ark. 1995) ile karşılaştırdığımızda Uluabat Göl sedimenti Cd (ort: 2,671 µg/g)' a göre kirlenmemiş, Cr (ort: 9,132 µg/g)' a göre kirlenmemiş, Cu (ort: 12,1 µg/g)' a göre kirlenmemiş, Pb (ort: 13,5 µg/g)'a göre kirlenmemiş doğal sediment olarak görülmektedir.

U.S. EPA'nın Kanada standartlarına göre ağır metal konsantrasyonları için belirlemiş olduğu limit değerler Çizelge 4.16' da gösterilmiştir(Sullivan ve Reynolds

2003). Uluabat Göl sedimentinde belirlenen bakır, kurşun, krom, kadmiyum, nikel, ve çinko konsantrasyonları U.S. EPA'nın Kanada standartlarına göre ağır metal konsantrasyonları için belirlemiş olduğu limit değerlerle karşılaştırsak, Uluabat Göl sedimentindeki Zn, Cu, Cr, Ni ve Pb konsantrasyonları Kanada standartlarının kirlenmemiş ve düşük limit değerlerinden daha düşük, Cd konsantrasyonu ise müsaade edilebilir değerin altında olduğu görölmektedir.

Çizelge 4. 16. EPA'nın Kanada standartlarına göre ağır metal konsantrasyonları

Ağır Metaller	Kirlenmemiş-Düşük Limit Değerler ($\mu\text{g/g}$)	Müsaade Edilebilir Limit Değerler ($\mu\text{g/g}$)	Uluabat Göl Sediment Ağır Metal Konsantrasyonları($\mu\text{g/g}$)
Zn	65-110	800	1,48
Cu	15-25	114	12,1
Cr	22-31	111	9,13
Ni	15-31	90	8,24
Cd	0,6-1,0	10,0	2,67
Pb	23-40	250	13,5

Kaynak: Sullivan ve Reynolds 2003, s. 220.

Uluabat göl sediment örneklerinde belirlenen ağır metal konsantrasyonlarının literatür değerlerle karşılaştırılması Çizelge 4.17' de verilmiştir(Kishe ve Machiwa 2003, Woitke ve ark. 2003, Sin ve ark. 2001, Gilliland ve ark. 1993, Rashed 2001, Arnason ve Fletcher 2003, Fernandez ve ark. 2000, Barlas ve ark. 2005). Uluabat Gölü sediment örneklerindeki belirlediğimiz ağır metal konsantrasyonları Uluabat Göl sedimentinde 2001 Kasım-2002 Eylül tarihleri arasında yapılan başka bir çalışma ile karşılaştırdığımızda Uluabat göl sedimentindeki Cu, Cr, Pb, Cd konsantrasyonlarının artmış, Zn konsantrasyonunun azalmış olduğu görölmektedir. Diğer literatürlerle karşılaştırdığımızda, Uluabat Göl sediment örneklerinde bulunan Cu, Zn, Cr, Pb ve Cd konsantrasyonlarının Victoria Gölü (Kishe ve Machiwa 2003), Danube Nehri (Woitke ve ark. 2003), Shing Mun Nehri (Sin ve ark. 2001), South Western (Gilliland ve ark. 1993, Nasser Gölü (Rashed 2001), Patroon Havzası (Arnason ve Fletcher 2003), Southeast Regional Parkı (Fernandez ve ark. 2000)' ndaki değerlere göre düşük bulunmuştur. Barlas ve ark. (2005)' ı yaptıkları çalışma sonuçlarını karşılaştırdığımız literatür değerleri ile değerlendirmişler. Uluabat Göl sedimentinde buldukları ağır metal

konsantrasyonlarının literatür değerlerinden düşük olduğunu belirtmişler (Barlas ve ark. 2005).

Çizelge 4. 17. Uluabat göl sediment örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarının literatür değerlerle karşılaştırılması

Çalışma Alanı	Cu	Zn	Cr	Pb	Cd
Victoria Gölü (Tanzania)($\mu\text{g/g}$)	21,6	36,4	11,0	29,6	2,5
Danube Nehri (Hungary) ($\mu\text{g/g}$)	65,7	187	64,0	46,3	1,2
Shing Mun Nehri (Hong Kong) ($\mu\text{g/g}$)	0,207	0,032	0,013	0,126	0,022
South Western Michigan(USA)($\mu\text{g/g}$)	7,2	18	61	9,9	0,27
Nasser Gölü (Mısır) ($\mu\text{g/g}$)	109	143	79	-	-
Patroon Havzası USA(mg/kg)	-	-	-	3600	25
Southeast Regional Park, İspanya(mg/g)	-	-	-	1,24	0,54
Uluabat Gölü Türkiye,($\mu\text{g/g}$)	0,75	3,89	2,95	1,42	0,078
Uluabat Gölü* Türkiye, ($\mu\text{g/g}$)	12,1	1,48	9,132	13,5	2,671

*:Şubat 2003-Ocak 2004 yılları arasında yapmış olduğumuz çalışmamız

Kaynaklar: Kische ve Machiwa 2003, Woitke ve ark. 2003, Sin ve ark. 2001, Gilliland ve ark. 1993, Rashed 2001, Arnason ve Fletcher 2003, Fernandez ve ark. 2000, Barlas ve ark. 2005.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Uluabat Gölü'nde Ocak 2003-Şubat 2004 tarihleri arasında seçilen 5 istasyondan alınan sediment örneklerinde yapılan tez çalışması sonuçlarına göre,

- Uluabat Göl sedimentinin alkali özellikte olduğu belirlenmiştir.
- Uluabat Gölü sedimentinde katyon konsantrasyonları sırasıyla $Ca > Mg > K > Na$ şeklinde bulunmuştur.
- Uluabat Göl sedimentinde hakim katyonların kalsiyum ve magnezyum olmasının nedeninin Mustafakemalpaşa çayı ve yer altı sularının taşıdıkları iyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Uluabat Göl sedimentinde gözlenen yüksek TP ve TN konsantrasyonlarının nedeninin, Mustafakemalpaşa ve Karacabey ilçelerindeki hayvansal, tarımsal ve buna bağlı olarak gelişen sanayi faaliyetlerinden oluşan atıksuların ve Emet, Orhaneli ilçelerinden gelen özellikle evsel ve endüstriyel atıksuların göle taşınması ile olduğu düşünülmektedir. Uluabat Göl sedimentinde kış aylarında ki TP ve TN konsantrasyonlarının yüksek olmasına yukarıda bahsedilen nedenlerin yanısıra, havzalardan göle gelen toprak üstünde kalan bu mevsimde oluşan yağışlarında sebep olduğu tahmin edilmektedir.
- İstasyonlar arasında nütrient değerleri açısından fark görülmemiştir. Sediment de bulunan nütrient miktarını sıcaklık ve göldeki bitkilerin bulunma durumunun etkilediği görülmektedir.
- Uluabat Gölü'nde belirlenen ağır metallerin, Musatafakemalpaşa çayı ile gelen sanayi atıklarından, Bursa- Balıkesir otoyolunun gölün hemen yakınından geçmesi dolayısıyla araçların egzoz emisyonlarından, tarım alanlarında kullanılan ağır metal içerikli tarımsal ilaçlardan, Akçalar'daki sanayi merkezlerinden göle taşınan atıksulardan kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Uluabat Göl sedimentinde sırasıyla mobil ağır metaller $Pb > Cu > Cr > Ni > Cd > Zn$ kolay serbest hale geçebilen ağır metaller $Pb > Ni > Cr > Cu > Cd > Zn$ şeklinde belirlenmiştir.
- Uluabat Göl sedimentinde belirlenen bakır, kurşun, krom, kadmiyum, nikel, ve çinko konsantrasyonları kirlenmiş sedimentlerdeki ağır metal konsantrasyonları için U.S. EPA'nın belirlemiş olduğu maksimum kirlenici seviyeleri (Çizelge

1.1)(Garbarino ve ark. 1995) ile karşılaştırıldığında, Uluabat Göl sedimenti Cd (ort: 2,671 µg/g)' a göre kirlenmemiş, Cr (ort: 9,132 µg/g)' a göre kirlenmemiş, Cu (ort: 12,1 µg/g)' a göre kirlenmemiş, Pb (ort: 13,5 µg/g)'a göre kirlenmemiş doğal sediment olduğu ortaya çıkmaktadır.

- Pb konsantrasyonları gölde çoğunlukla Cd değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni ; Cd sedimentte genel olarak karbonat fraksiyonu ile birlikte ve kolayca çözülebilir halde bulunurken, Pb'nun sedimentte Fe-Mn oksit fraksiyonu şeklinde ve kalıcı bir şekilde bulunması ile açıklanabilir. Mobil Cu ve Cr konsantrasyon değerleri kolay serbest hale geçebilir Cu ve Cr değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Buna göre Cu ve Cr akuatik yaşama daha uygun olarak görülmektedir. Pb, Cd, Zn ve Ni mobil konsantrasyonları kolay serbest hale geçebilen konsantrasyonlarından daha düşük olmuştur. Bu metallerin akuatik yaşama daha az uygunluk gösterdiği düşünülmektedir.

Yapılan tez çalışması sonucunda uluslararası önemine rağmen Uluabat Gölü'nün yoğun kentleşme ve endüstrileşme baskısı altında tarımsal, endüstriyel ve evsel atık su deşarjlarına maruz kalması sonucunda giderek kirlendiği ortaya çıkmaktadır.

Uluabat Gölü'nün korunması ve zamanla oluşacak kirlenmenin önüne geçebilmek için öncelikle aşağıda belirlenen çalışmaların yapılması önerilebilir,

- Tarımsal amaçlı kimyasalların kullanımı denetlenmeli,
- Endüstriyel deşarjların önüne geçilmeli,
- Yerleşim bölgelerinden gelen evsel atıksular kontrol altına alınmalı ve artıldıktan sonra göle deşarj edilmeli,
- Havza içerisinde gölü besleyen kollar etrafında ve göl çevresinde koruma bantları oluşturulmalı ve bu koruma bölgeleri içerisinde hiçbir faaliyete izin verilmemeli,
- Uluabat Gölü'nden göle geri dönüşlerin önlenmesi için gerekli çalışmalar yapılmalı,
- Sulama amaçlı su çekimleri kontrol altına alınmalı,
- Seddelerle taşkından korunan kısımların tarıma açılmasına müsaade edilmemeli,
- Maden ocaklarından gelen deşarjlarla göl sediment seviyesinin yükselmesi kontrol edilmeli,

Göl dip sedimanlarında biriken kirleticiler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zincirinde depolanabilir veya serbest kalarak sediment üzerindeki su tabakasına geçiş yapabilirler. Bu nedenle sediment yüzeyinin, sediment-su üzerine olan etkisi, sediment ve su analizlerinin birlikte yapılmasıyla belirlenebilir. Bu nedenle göl kirliliğinin değerlendirilmesinde su ve sediment kalite çalışmalarının birlikte incelenmesi daha yararlı olacaktır. Yapılan tez araştırması sonuçları, Uluabat Gölü'nde gelecekte yapılması planlanan su ve sediment kalite izleme ve kirlilik belirleme çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

AKDENİZ, S. 2005. Uluabat Glü Su Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemi Ortamında Analizi. Bursa, Yüksek Lisans Tez.

AKKOYUNLU, A. ve İLERİ, R. 1998. Sapanca Gölünde Ötrofikasyon Prosesinin Değerlendirilmesi. I.Atıksu Sempozyumu. Kayseri, 22-24 Haziran 1998,357-361.

AKSOY, E.,ÇULLU M.A. ve ERGÜN H. 1997. Bursa İlinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişmelerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistem Teknikleri Uygulamaları. TUFUAB III.Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri. Uludağ, Bursa, 16-18 Mayıs 1997, sayfa 22-30.

AKSOY, E. ve ÖZSOY, G. 2002. Investigation of Multi-Temporal Land Use /Cover and Shoreline Changes of the Uluabat Lake RAMSAR Site Using RS and GIS. International Conference on Sustainable Land Use and Management. Çanakkale- Türkiye, 10-13 June 2002, p.318-325.

ALBAY, M. ve AYKULU, G. 2002. Invertebrate Grazer- Epiphytic Algae Interactions on Submerged Macrophytes in a Mesotrophic Turkish Lake. E.Ü.Su Ürünleri Dergisi,19(1-2),247-258.

ALTINSAÇLI, S. and GRİFFİTHS, H.I. 2001. Ostracoda (Crustacea) of Lake Uluabat (Apolyont Gölü) (Bursa Province, Turkey). Limnologica, 31, 109-117.

ALTUĞ, G., YARDIMCI, C.H., OKGERMAN, H. ve TARKAN, S.A. 2004. Sapanca Gölü Yüzey Sularında Bakteriyal Metabolik Aktivite, İndikatör (Fekal Coliform, *Esherichia coli*) ve Patojen Bakteri (*Salmonella* spp.) Düzeyleri. Sapanca, I.Ulusal Limnoloji Çalıştayı Özet Kitabı. 16-19 Mayıs 2004, Sayfa 2.

AN, Y.J.AND KAMPBELL, D.H. 2003. Total, Dissolved, and Bioavailable Metals at Lake Texoma Marinas, Environmental Pollution, 122, 253-259.

ANONİM. 1982. Apolyont Gölü ve Yan Kolları Projesi (Kirlilik Gözlem Çalışmaları). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü 1. Böl. Müd. 1-56,Bursa.

ANONİM. 1992. Uluabat 2. Merhale Sulama Projesi İstikşaf Raporu. DSİ 1.Bölge Müdürlüğü. Bursa.

ANONİM. 1997. Uluabat Gölü Çevre Durum Raporu. T.C. Çevre Bakanlığı Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, 1-29, Bursa.

ANONİM. 1998 a. Uluabat Gölü. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, 1-27, Ankara.

ANONİM. 1998 b. Uluabat Gölü Üreyen Kuşlar Araştırması, Doğal Hayatı Koruma Derneği, , 1-81, Ankara.

ANONİM. 1999 a. Uluabat Gölü ve Havzasında Çevre Etkileri, Projelerimiz ve Ramsar Uygulamaları. DSİ 1.Bölge Müdürlüğü Çalışma Raporu, 1-7, Bursa.

ANONİM. 1999b. Uluabat Gölü Çevre Durum Raporu, T.C.Çevre Bakanlığı Bursa Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, 1-29, Bursa.

ANONİM. 2002. Uluabat Gölü Yönetim Planı Taslağı, Bursa Valiliği Çevre İl Müdürlüğü.1-46, Bursa.

ANONYMOUS 1998. Standart Methods For The Examination Of Water And Wastewater , 20 Th Edition, American Public Health Association.(APHA), ISBN 087553-235-7, Baltimore.

ARCAK, S. ve ALTINDAĞ, A. 2000. Water Quality and Ecological Properties of Burdur Lake. Proceedings of International Symposium on Desertification. Konya/Turkey,13-17 June 2000, p.81-90.

ARNASON, JG., FLETCHER, BA. 2003. A 40+ Year Record of Cd, Hg, Pb, and U Deposition in Sediments of Patroon Reservoir, Albany Country, NY, USA. Environ. Pollut., 123:383-391.

AYDIN, F. ve POLATSÜ, S. 1999. Sakaryabaşı Batı Göletinin Ötrofikasyon Derecesinin Araştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi. 5(1), sayfa 51-58.

ALTINSAÇLI S, GRİFFİTHS H.I. 2001. Ostracoda (Crustacea) of Lake Uluabat (Apolyont Gölü) (Bursa Province, Turkey). Limnol. 31:109-117.

BAKAN G. 2000. Çevre Sedimentolojisi ve Sediman Kalite Kriter Çalışmaları. Çevre Bilim ve Teknoloji Cilt 1, Sayı 14-23, 2000.

BAKAN G., ARIMAN S., ÖZKOÇ H. 2003. Sediman Kalite İzleme ve Belirleme Çalışmalarında Uygulanan Metotlar. V.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi. Ankara, 1-4 Ekim 2003.

BARLAS N, AKBULUT N, AYDOĞAN M. 2005. Assessment of heavy metal residues in the sediment and water samples of Uluabat Lake, Turkey. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 74:286-293.

BARTOLOMEO A., POLETTI L., SANCINI G., SEBASTIANI B., MOROZZI G. 2004. Relationship Among Parameters Of Lake Polluted Sediments Evaluated By Multivariate Statistical Analysis. Chemosphere, 2004.

BAŞKAYA, H.S., TEKSOY, A. 1996. Topraklarda Ağırmetaller Ve Ağırmetal Kirliliği. I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu, Bursa.

BAUDO, R., BARBERO, P., BELTRAMI, M., ROSSI, D. 2000. Chemical composition of the sediment from Lake 20 (Antarctica). J. Limnol., 59:55-60.

BEKLİOĞLU, M., BURNAK, S.L. VE İNCE, Ö. 2000. Benthic-Planktivorous Fish-Induced Low Water Quality of Lake Eymir Before Biomanipulation. *Türk.J.Zool.*, 24:315-326.

BEKLİOĞLU, M., ALTINAYAR G., TAN., C.O. 2001. Ülkemiz Sığ Göllerinin Suiçi Bitki Gelişimini Belirlemede, Su Seviyesi, Besin Tuzları ve Bentik Balık Beslenmesinin Önemi. Uluslar arası Çalıştay. Ankara, 28-30 Kasım 2001. Sığ Göl Sulakalanları: Ekoloji, Ötrofikasyon ve Restorasyon. 2004. 23 s.

BİLGEL, N. 2002. 'Uluabat Gölü', Uludağ Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi. Uludağ Üniversitesi Basımevi. ISBN 975-6958-60-X, 1-41, Bursa.

BJÖRCK, S., HAKANSSON H., OLSSON, S., BARNEKOW, L., JANSSENS, J. 1993. Palaeoclimatic studies in South Shetland Islands, Antarctica, Based on Numerous Stratigraphic Variables in Lake Sediments. *J. Paleolimnol.*, 8:233-272.

BLİNDOW, I., HARGEBY, A. AND ANDERSSON, G. 2002. Seasonal Changes of Mechanisms Maintaining Clear Water in a Shallow Lake with Abundant *Chara* Vegetation. *Aquatic Botany*. 72:315-334.

BURNAK, S.L. VE BEKLİOĞLU, M. 2000. Macrophyte-Dominated Clearwater State of Lake Mogan. *Türk J. Zool.* 24:305-313.

ÇELİK, G. 2000. Çevre Yönetiminde Ekolojik Risk Değerlendirilmesi ve Uluabat Ramsar Alanı İçin Problem Formülasyonu. Uludağ Üni.Fen Bil.Enst.Yüksek Lisans Tezi, Bursa. 134s.

ÇETİN, A.K. ve ŞEN, B. 2004. Seasonal Distribution of Phytonplankton in Orduzu Dam Lake(Malatya,Turkey). *Turk.J.Bot.*, 28:279-285.

DALKIRAN, N. 2000. Uluabat Gölü'nün (Bursa) Epipelik, Epifitik ve Epilitik Alglerinin Mevsimsel Değişimi. U.Ü.Fen Bil.Enst.Yüksek Lisans Tezi, Bursa. s. 1-177.

DAVIES, T.C. 1998. Chemistry and Pollution of Natural Waters in Western Kenya. *Journal of African Earth Sciences*, 23 (4):547-583.

DEMİR, A.O., E. AKSOY ve TORUNOĞLU, T. 1998. Uluabat Gölü'nün Çevresel Sorunları ve Çözüm Önerileri. T.C. Büyükşehir Belediyesi Yerel Gündem 21 Genel Sekreterliği Uluabat Çalışma Grubu, Bursa. s. 1-25

DİŞLİ, M., AKKURT, F. ve ALICILAR, A. 2003. Şanlıurfa Balıklıgöl Suyunun Fiziksel Parametreler Yönüyle Değerlendirilmesi. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 18,4,81-88.

FERNANDEZ M, CUESTA S, JIMENE O, GARCIA MA, HERNANDEZ LM, MARINA ML, GONZALEZ MJ. 2000. Organochlorine and heavy metal residues in the water/sediment system of the Southeast Regional Park in Madrid, Spain. *Chemosphere*, 41:801-812.

FYTIANOS, K., LOURANTOU, A. 2004. Speciation of Elements in Sediment Samples Collected at Lakes Volvi and Koronia, N. Greece. *Environment International* 30, 11-17.

GARBARINO, J.R., HAYES, H.C., ROTH, D.A., ANTWEILER, R.C., BRINTON, T.I., TAYLOR, H.E. 1995. Health Significance of Metals in the Environment ,Contaminants in the Mississippi River,U.S. Geological Survey Circular 1133 Reston, Virginia, 1995.

GILLILLAND, CD., SUMMER, CL., GILLILLAND, MG., KANNAN, K., VILLENEUVE, DL., COADY, KK., MUZZALL, P., MEHNE, C. 2001. Organochlorine Insecticides, Polychlorinated Biphenyls, and Metals in Water, Sediment, and Green from Southwestern Michigan. *Chemosphere*, 44:327-339.

GLADYSHEV, M.I., GRİBOVSKAYA, I.V., MOSKVİCHEVA, A.V., MUCHKİNA, E.Y., CHUPROV, S.M., IVANOVA, E.A. 2001. Content of Metals in Compartments of Ecosystem of a Siberian Pond. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 41:157-162.

GUILIZZONI, P., LIBERA, V., TARTARI, G., MOSELLO R., RUGGIU, D., MANCA, M., NOCENTINI, A., CONTESINI, M., PANZANI, P., BELTRAMI, M. 1991. İndagine Per Una Caratterizzazione Limnologica Di Ambienti Lacustri Antartici. Atti del Primo Convegno di Biologia Antartica, 22-23 :377-408.

GONZALEZ, MJ., RAMOS, L., HERNANDEZ LM. 1994. Distiribution of Trace Metals in Sediments and the Relationship with their Accumulation in Earthworms. Int J. Environ. Ana. Chem., 57: 135-150.

GÜNEŞ, K., TÜFEKÇİ, H.,KARAKAŞ, D., MORKOÇ, E., TÜFEKÇİ, V., OKAY, O., TOLUN, L. VE TELLİ KARAKOÇ, F. 2001. Eğirdir Gölü Havzasının Evsel Atıksularının arıtımına Yönelik Master Plan Hazırlanması ve Göl Su Kalitesinin İzlenmesi. Cilt 2,Eğirdir Gölü Su Kalitesinin İzlenmesi,TÜBİTAK Kesin Rapor,Gebze. s. 1-42.

HÜTTER, L.A. (1992) 'Wasser und Wasseruntersuchung', Otto Salle Verlag, Verlag Sauerländer.

KARACAOĞLU, D. 2000. Uluabat Gölü'nün (Bursa) Fitoplanktonunun Mevsimsel Değişimi. U.Ü.Fen Bil.Enst.Yüksek Lisans Tezi. Bursa, s. 1-169.

KARADEDE, H. ve ÜNLÜ, E. 2000. Concentration of some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere, 41, 1371- 1376.

KISHE MA, MACHIWA JF. 2003. Distribution of heavy metals in sediments of Mwanza Gulf of Lake Victoria, Tanzania. Environ. Int. 28:619-625.

KOCATAŞ A. 1996. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi.İzmir.

KURTTAŞ, T. 2002. Sulakalanların Yönetimi Projesi Uluabat Gölü Mustafa Kemalpaşa Çayı Sistemi Sediment Birikimi Araştırması Alt Projesi. Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, s. 1-155.

LUKİN A., DAUVALTER V., KASHULİN N., YAKOVLEV V., SHAROV A., VANDYSH O. 2003. Assessment of Copper-Nickel Industry Impact on a Subarctic Lake Ecosystem. The Science of the Total Environment, 306:73-83.

MA LQ, RAO GN. 1997. Chemical fractionation of cadmium, copper, nickel and zinc in contaminated soils. J. Environ. Qual. 26:259-264.

MANSOUR SA, SIDKY MM. 2003. Ecotoxicological studies. 6. The first comparative study between Lake Quarun and Wadi El-ryan Wetland (Egypt), with respect to contamination of their major components. Food Chemistry, 82:181-189.

MARKERT B., PEDROZO F., GELLER W., FRIESE K., KORHAMMER S., BAFFICO G., DÍAZ M., WÖLFL S. 1997. A Contribution To The Study Of The Heavy-Metal And Nutritional Elements Status Of Some Lakes In The Southern Andes Of Patagonia(Argentina). The Science Of The Total Environment, 206:1-15.

MARVİN C.H., PAINTER S., CHARLTON M.N., FOX E., THIESSEN P.A.L. 2003. Trends in Spatial and Temporal Levels of Persistent Organic Pollutants in Lake Erie Sediments. Chemosphere.

MERİÇ, M.A., ÖZER, U. ve ÖNEL, A. 1993. Uluabat Gölü ve Havzasında Su Kalite Tespiti ve İyileştirme Önerileri. Çalışma Raporu. Bursa, s. 1-8.

MÍTİKKA, S. VE EKHOLM, P. 2003. Lakes in the Finnish Eurowaternet: Status and Trends. *The Science of the Total Environment*, 310:37-45.

MORKOÇ, E., ÖZTÜRK, M., TÜFEKÇİ, H., TÜFEKÇİ, V., EGESEL, L. ve OKAY, O. 1993. Determination of Limnological Characteristics of the Sapanca Lake. TÜBİTAK, Final Report. Gebze-Kocaeli-Turkey, p. 1-26.

MORKOÇ, E., TUĞRUL S., ÖZTÜRK, M., TÜFEKÇİ, H., EGESEL L., TÜFEKÇİ, V., OKAY, O. and LEGOVİC, T. 1998. Trophic Characteristics of the Sapanca Lake (Turkey). *Croatica Chemica Acta*, 71(2):303-322.

NAMMINGA H.E., WILHM J. 1976. Effects of High Discharge and an Oil Refinery Cleanup Operation on Heavy Metals in Water and Sediments in Skeleton Creek. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 56:133-138.

OBALI, O., TOKER, C., ALTINDAĞ, A. VE ATICI, T. 2001. Türkiye'deki Bazı Göl ve Baraj Göllerinde Su ve Planktonlarda Ağır Metal Kirlenmesi. Ankara Üni. Araştırma Fonu Projesi Kesin Raporu. Ankara, s. 1-44.

ÖNEL, A. 1981. Simav Çayı, M. Kemalpaşa Çayı ve Apolyont Gölü ile Bu Su Kaynaklarının Çevresindeki Tarım Alanlarının Bor'dan Kirlenmesi. *Doğa Bilim dergisi*, Atatürk Özel Sayısı, s. 51-60.

ÖZAN, T.S., KIR, İ. ve BARLAS, M. 2004. Ovada Gölü (Isparta) Suyunda ve Sudak Balığı (*Stizostedion Lucioperca L., 1758*)'nda Bazı Ağır Metal Birikiminin Araştırılması, I. Ulusal Limnoloji Çalıştayı, 16-19 Mayıs 2004, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Sapanca Tesisleri.

ÖZESMİ, U. VE ÖZESMİ, S.L. 2001. Ekosistem Korunmasında katılımcı Yaklaşım: Uluabat Gölü Çevre Yönetim Planı Çerçevesinde Bilişsel Modelleme ile İlgili Sahibi Analizi. IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 7-10 Kasım 2001. İçel, s. 16-24.

PARK J., PRESLEY B.J. 1997. Trace Metals Contamination of Sediments and Organisms From the Swan Lake Area of Galveston Bay. *Environmental Pollution*, 98:209-221.

RAI, A.K. 2000. Limnological Characteristics of Subtropical Lakes Phewa, Begnas and Rupa in Pokhara Valley, Nepal. *Limnology*, 1:33-46.

RASHED, MN. 2001. Monitoring of Environmental Heavy Metals in Fish From Nasser Lake. *Environ. Int.*, 27-33.

SAMECKA-CYMERMAN, A. AND KEMPERS, A.J. 2001. Concentrations of Heavy Metals and Plant Nutrients in Water, Sediments and Aquatic Macrophytes of Antropogenic Lakes (Former Open Cut Brown Coal Mines) Differing in Stage of Acidification. *The Science of The Total Environments*, 281:87-98.

SCHAUSER, I., LEWANDOWSKI, J., HUPFER, M. 2003. Decision Support for the Selection of an Appropriate in-lake Measure to Influence the Phosphorus Retention in Sediments. *Water Research*, 37:801-812.

SCHOT, P.P., BUJISE, A.D. AND WASSEN M.J. 1998. Uluabat Gölü'nün Hidroloji ve Ekolojisi, 25-30 Ekim 1998 Tarihli Çalışma Raporu. Utrecht Üniversitesi Hollanda, p. 1-23.

SEKHAR CK, CHARY NS, KAMALA CT, SUMAN RAJ DS, SREENIVASA RAO A. 2003. Fractionation studies and bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in Kolleru Lake by Edible Fish. *Environ. Int.* 29:1001-1008.

SHEA, D. 1998. Developing national sediment quality criteria. *Env.Sci.and Tech.*, 22(11):1256-1261.

SIN, SN., CHUA, H., LO, W., NG, LM. 2001. Assessment of Heavy Metal Cations in Sediments of Shing Mun River, hong Kong. *Environ. Int.* 26:297-301.

SMOL JOHN P. 2002. Sediments:an Ecosystem's Memory, Pollution of Lakes and Rivers A Paleoenvironmental Perspective Department of Biology. Queen's University, Kingston, Ontario,Canada.

SONAL, S. 1995. İznik ve Uluabat Göllerindeki Bazı Balık Türlerinde Ağır Metallerle Kirlenmenin Araştırılması. Uludağ Üni.Vet.Fak.Dergisi, 14(1-2-3):75-84.

SULLIVAN, P.E., REYNOLDS C.S. 2003. The Lakes Handbook Limnology and Limnetic Ecology. Blackwell Publishing, Volume 1, p. 219-220.

SZYMANOWSKA A, SAMECKA-SYMERMAN A, KAMPERS AJ. 1999. Heavy metals in three lakes in West Poland. Ecotoxic. Environ. Safety 43:21-29.

ŞENTÜRK, E., DALKIRAN, N., KARACAOĞLU, D.,DERE, Ş., ELMACI, A. VE YILDIZ G. 2004. Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çaylarının Uluabat Gölü'ne Etkileri I.Fiziksel ve Kimyasal Parametrelerle Kirliliğin Etkisinin Belirlenmesi. I.Ulusal Limnoloji Çalıştayı Özet Kitabı, 16-19 Mayıs 2004, Sapanca, s. 14.

TANYOLAÇ J. 1993. Limnoloji, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.

TELLİ, S. 2000. Uluabat (Apolyont) Gölü Yüzey Sularının Kirliliğinin İncelenmesi, Gebze Yük. Tek. Enst. Yüksek Lisans Tezi,1-69, Gebze.

TOPKAYA B. 1992. Keban Baraj Gölü Uluova Bölgesi Sedimentlerindeki Fosfor Miktarının İncelenmesi. Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi Cilt 2, Sayı 2:61-66.

TORUNOĞLU, T., ERBİL, A., GÖLLÜ, S., ŞENTÜRK, E. ve ÖNER, H. 1989. Örnek Çalışma:Uluabat Gölü ve Havzası. Su Kalitesi Gözlem ve Denetimi Semineri. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara, 301-387.

TÜFEKÇİ, V., TÜFEKÇİ, H., AYDÖNER, C., ÖZAYDIN,Ş.VE GÜREVİN, C. 2004. Ömerli Baraj Gölü Besin Tuzları Dağılımı ve Su Kalitesinin İzlenmesi. İstanbul ve Su Sempozyumu 8-9 Ocak 2004, İstanbul, s. 1-12.

TÜRKMAN A., USLU D. 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi I, Ankara.

YALÇIN, N. VE SEVİNÇ, V. 1993. Kınalı-Sakarya Otoyolunun Sapanca Gölüne Etkilerinin Araştırılması. Doğa-Tr.J.of Engineering and Environmental Sciences, 17:151-156.

YANG H., ROSE N., BATTARBEE R.W. 2002. Distribution of Some Trace Metals in Lochnagar, a Scottish Mountain Lake Ecosystem and its Catchment. The Science of the Total Environment, 285:197-208.

YILMAZ, O., SONAL, S. VE CEYLAN, S. 1995. Uluabat Gölünde Avlanan Yaban Ördeklerinde (*Anas platyrhynchos*) Kurşun ve Kadmiyumla Kirlenme. Uludağ Üni.Vet.Fak.Dergisi, 14(1-2-3):57-65.

YİĞİT, S. VE ALTINDAĞ, A. 2002. Accumulation of Heavy Metals in the Food Web Components of Burdur Lake, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 11, 12a:1048-1052.

XU, F.L., TAO, S., DAWSON R.W., XU, Z.R. 2003. The Distuributions and Effects of Nutrients in the Sediments of a Shallow Eutrophic Chinese Lake. Hydrobiologia, 429: 85-93.

WANG, H., APPAN, A., GULLİVER, J.S. 2003. Modelig of Phosphorus Dynamics in Aquatic Sediments: I-Model Development. Water Research, 37:3938-3958.

WANG, S., JIN, X., PANG, Y., ZHAO, H., ZHOU, X., WU, F. 2005. Phosphorus Fractions and Posphate Sorption Characteristics in Relation to the Sediment

Compositions of Shallow Lakes in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River Region, China. *Journal of Colloid and Interface Science*, 289:339-346.

WOITKE, P., WELLMITZ, J., HELM, D., KUBE, P., LEPOM, P., LITHERATY, P. 2003. Analysis and Assessment of Heavy Metal Pollution in Suspended Solids and Sediments of the River Danube. *Chemosphere*, 51:633-642.

ZEIEN, H., BRÜMMER, GW. 1989. Chemische extraktionen zur bestimmung von schwermetallbindungs formen in böden. *Mitteilgn. Dtsch. Badenkundl. Gesellsch.* 59:505-510.

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans çalışmam süresince yardımlarını, ilgisini ve destediğini esirgemeyen çok değerli tez danışmanım ve hocam U.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim üyesi Yrd.Doç.Dr. Ayşe ELMACI'ya en içten teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam süresince her zaman bana yardımcı olan U.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Ana Bilim Dalı Başkanı Prof.Dr.Hüseyin S. BAŞKAYA'ya ,

Tez çalışmama 2001/31 numaralı 'Uluabat (Apolyont) Gölü'nde Suda ve Planktonda Bazı Ağır Metal ve İz Elementlerin Kirliliğinin Belirlenmesi' adlı araştırma projesinden kısmen maddi olarak destek sağlayan U.Ü.Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na,

Çalışmamda görüş ve önerileriyle yol gösteren U.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim elemanı Dr.F. Olcay TOPAÇ'a ve Arş.Gör.Dr. Arzu TEKSOY'a

Laboratuar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Arş.Gör. Nihan GÖRAL ÖZENGİN, Çevre Müh. Ahu ATEŞLİ ve Çevre Müh. Güliz ALDATMAZ'a

Maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

Sudan Kurtoğlu, 1981 yılında Sivas'ta doğmuştur. İlköğrenimini Sivas Selçuk İlkokulu'nda, orta öğrenimini Sivas Behrampaşa Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini Bursa Erkek Lisesi'nde tamamlamıştır. 1999 yılında Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'ne girmiş ve 2003 yılında aynı bölümden mezun olmuştur. Yüksek Lisans çalışmasına 2003 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü'nde başlamıştır.