

**CİP BARAJ GÖLÜ'NDE (ELAZIĞ) SEDİMENT GÖZENEK SUYUNDA FOSFORUN
MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİ**

Gökhan KARAKAYA

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Serap SALER
ŞUBAT-2012**

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CİP BARAJ GÖLÜ'NDE (ELAZIĞ) SEDİMENT GÖZENEK SUYUNDA FOSFORUN
MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan KARAKAYA

(091127104)

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16 Ocak 2012
Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Şubat 2012**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Serap SALER (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Bülent ŞEN (F.Ü)
Yrd. Doç. Dr. M. Nuri ÇAKMAK (F.Ü)**

ŞUBAT-2012

ÖNSÖZ

Bu çalışmada öncelikle araştırma konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında yardım ve katkılarını esirgemeyen, önerileriyle beni yönlendiren danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Serap SALER'e, çalışmamın her aşamasında tüm imkanlarını kullanmamı sağlayan Elazığ Su Ürünleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğüne, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden Dr. M.Zülfü ÇOBAN'a ve mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca araştırmamın bütün aşamalarında yanımda olarak benden ilgi ve desteklerini esirgemeyen aileme ve özellikle eşime teşekkürlerimi bildiririm.

Gökhan KARAKAYA
ELAZIĞ – 2012

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VIII
KISALTMALAR	IX
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Fosfor döngüsü.....	2
1.2 Göllerde Sedimentin Kimyasal Özellikleri.....	5
1.3 Göllerde İç Kaynaklı Fosfor Yükleme si.....	11
1.4 Göllerde Sedimentten Fosfor Salınımı ve Mevsimsel Değişimi.....	12
1.5 Sediment Gözenek Suyunda Fosfor ve Mevsimsel Değişimi.....	15
1.6 Sediment Üstü Suda pH'nın Mevsimsel Değişimi.....	22
1.7 Göllerde Sedimente ve Sedimentteki Fosfora İlişkin Restorasyon Yöntemleri	23
2. MATERİYAL VE YÖNTEM.....	26
2.1 Çalışma Alanı.....	26
2.1.1 Sediment Örneklerinin Alınması	27
2.1.2 Sediment Üstü Göl Suyunun Alınması	27
2.2 Laboratuvar Çalışması.....	27
2.2.1 Sediment Örneklerinin Analizleri.....	27
2.2.1.1 Toplam Fosfor Tayini	27
2.2.1.2 Su İçeriği Tayini	27
2.2.1.3Organik Madde Tayini.....	27
2.2.1.4 Toplam Demir Tayini.....	28
2.2.2 Sediment Gözenek Suyunun Eldesi ve Analizleri	28
2.2.2.1 Toplam Filtre Edilebilir Fosfor.....	28
2.2.2.2 Toplam Filtre Edilebilir Ortofosfat.....	28
2.2.2.3 Demir	28
2.2.3 Sediment Üstü Su Analizleri	28
2.2.3.1 Toplam Fosfor.....	28
2.2.3.2 Toplam Ortofosfat.....	28
2.2.3.3 Toplam Filtre Edilebilir Fosfor.....	29
2.2.3.4 Toplam Filtre Edilebilir Ortofosfat.....	29
2.2.3.5 Demir	29
3. BULGULAR.....	30
3.1 Cip Baraj Gölü'nde Sedimente İlişkin Bulgular.....	30
3.2. Cip Baraj Gölü'nde Sediment Gözenek Suyuna İlişkin Bulgular.....	33
3.3. Cip Baraj Gölü'nde Sediment Üstü Suya İlişkin Bulgular.....	35
3.4. Cip Baraj Gölü' ne İlişkin Bulgular.....	39
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	41
4.1. Cip Baraj Gölü'nde Sediment Gözenek Suyuna İlişkin Değerlendirmeler.....	41
4.2. Cip Baraj Gölü'nde Sediment Üstü Suya İlişkin Değerlendirmeler.....	43
4.3. Cip Baraj Gölü Suyuna İlişkin Değerlendirmeler.....	44

Sayfa No

4.4. Cip Baraj Gölü Sedimente İlişkin Değerlendirmeler.....	44
KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bu araştırma Cip Baraj Gölü litoral sedimentinde fosforun mevsimsel değişiminin araştırılması amacıyla 2011 yılı Kış, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde alınan örneklerle yürütülmüştür. Gölde belirlenen istasyondan alınan sediment ve sediment üstü su örneklerinde toplam fosfor ve fosfor fraksiyonları başta olmak üzere bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Çalışmada sediment gözenek suyunda 32-82 µg/L arasında değişen TFF konsantrasyonları ve 20,60-32,35 µg/L arasında değişen TFO konsantrasyonları gölün ötrofik besin düzeyine yakın değerlerde seyrettiğini göstermiştir. Bu çalışmadaki TFO konsantrasyonunun sediment üstü sudaki fosfor derişimlerine oranı (yaklaşık 1,5-2 kat) sedimentten fosfor salınımını teşvik edecek ölçüde yüksek gözükmemektedir. Cip Baraj Gölü'nde sediment gözenek suyuna ait TFE/TFO değerleri 0,13-0,19 arasında değişmiş olup sedimentten fosfor salınımının engellenmediği ortaya konulmuştur.

Cip Baraj Gölü sediment üstü su TFF değerleri, sediment gözenek suyu TFF değerleri ile paralel olarak mevsimsel farklılıklar göstermiş ve literatür değerlerden yaklaşık 1,5-2 kat fazla olduğu bulunmuştur. Bu durum ise sedimentten fosfor salınımının oldukça düşük kalmasında etkili gözükmemektedir.

Cip Baraj Gölü suyunda 50,08-83,24 µg P/L arasında tespit edilen toplam fosfor değerleri, literatürde yer alan indekslere göre gölün trofik durumunun mesoötrofik ve ötrofik sınıfına girdiğini göstermiştir. Gölün besin seviyesinin korunabilmesi için öncelikle dış kaynaklı fosfor yükünün kontrol altına alınarak azaltılması gerekliliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gözenek suyu, sediment, fosfor, Cip Baraj Gölü

SUMMARY

The Seasonal Variations of Phosphorus in Cip Dam Lake (Elazığ) Sediment Pore Water

For this study samples were taken from Cip Dam Lake in Winter, Spring, Summer and Autumn seasons of 2011 for determining the littoral sediment's phosphorus seasonal variations. Sediment and episediment water samples were taken from the determined station and some physical and chemical analysis were made as phosphorus and phosphorus fractions being first analysis.

In the study TFF concentrations of sediment pore water were changed between 32-82 µg/L and TFO concentrations between 20,60-32,35 µg/L and these values showed that the lake has got eutrophic characteristics. The ratio of TFO concentration to the episediment water (approximately 1,5-2 times) could not be seen in high values to stimulate phosphorus oscillations. In Cip Dam Lake TFE/TFO values of sediment pore water were changed between 0,13-0,19 and these results were put in no inhibition of phosphorus oscillation has been occurred.

TFF values of episediment of Cip Dam Lake were showed parallel seasonal differences with TFF values of sediment and were found 1,5- 2 times higher from the related literature. This would seem that this status has got a low effect on sediment phosphorus oscillation.

In Cip Dam Lake phosphorus values of lake water were determined as 50,08-83,24 µg P/L and according to related literature indexes the trophic status of the lake could be evaluated as mesotrophic and eutrophic. To protect the lake nutrient level first of all allocthonous phosphorus entrances had to be reduced and taken under control.

Key Words: Pore water, sediment, phosphorus, Cip Dam Lake

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	Cip Baraj Gölü sediment üstü su ile litoral sediment örneklerinin alındığı istasyonun konumu.....	26
Şekil 3.1	Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel pH değişimi	30
Şekil 3.2	Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel su içeriği (%) değişimi	31
Şekil 3.3	Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel organik madde (%) değişimi .	31
Şekil 3.4	Şekil 3.4. Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel TF (µg/L) değişimi	32
Şekil 3.5	Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel Tfe(µg/L) değişimi	32
Şekil 3.6	Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel pH değişimi	33
Şekil 3.7	Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel TFF (µg/L) değişimi	34
Şekil 3.8	Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel TFO (µg/L) değişimi	34
Şekil 3.9	Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel Tfe(µg/L) değişimi.....	35
Şekil 3.10	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel pH değişimi	36
Şekil 3.11	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TFF (µg/L)değişimi	36
Şekil 3.12	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TFO (µg/L)değişimi	37
Şekil 3.13	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel Tfe(µg/L) değişimi	
Şekil 3.14	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TF (µg/L) değişimi	38
Şekil 3.15	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TO (µg/L) değişimi	38
Şekil 3.16	Cip Baraj Gölü’nde suyun fiziksel ve kimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi.....	40

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1	Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel değişimi.....	30
Tablo 3.2	Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunun mevsimsel değişimi.....	33
Tablo 3.3	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel değişimi.....	35
Tablo 3.4	Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel değişimi.....	39

SEMBOLLER LİSTESİ

%	:	yüzde konsantrasyon
‰	:	binde konsantrasyon
°C	:	santigrat
Ca	:	kalsiyum
m	:	metre
Fe	:	demir
g	:	gram
HCl	:	hidroklorik asit
L	:	litre
mg/L	:	Litrede 1 miligram
µg	:	mikrogram
N₂	:	azot gazı
Na	:	sodyum
NaOH	:	sodyumhidroksit
O₂	:	suda çözünmüş oksijen
OH⁻	:	hidroksit
pH	:	H iyonu konsantrasyonunun 10 tabanında (-) logaritması

KISALTMALAR

TF	: Toplam fosfor
TO	: Toplam ortofosfat
TFF	: Toplam filtre edilebilir fosfor
TFO	: Toplam filtre edilebilir ortofosfat
TFe	: Toplam demir
KA	: Kuru ağırlık
CO₃≈P	: Karbonata bağlı fosfor
Fe+Al≈P	: Demir+alüminyuma bağlı fosfor
Ca≈P	: Kalsiyuma bağlı fosfor
Org≈P	: Organik bağlı fosfor

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında ekonomik açıdan her zaman bir adım önde olmak isteyen insanoğlu; doğal kaynakları kendi amaçları için kullanırken sürdürülebilir kullanım yönünden çaba sarf etmemektedir. Bu da günümüzde ötrofikasyonu sucul ekosistemlerde ciddi bir kirlenme sorunu olarak karşımıza çıkarırken, sedimentin bu olaydaki rolüne ilişkin araştırmalar yapmak bilimsel çalışmaların gereği haline gelmiştir.

Limnolojik çalışmaların ana unsurlarından biri olan sedimentler; göl tipi ve göl çevresi hakkında geniş bilgi vermekte ve göllerin besin düzeylerini iç kaynaklı fosfor yükü oluşturarak doğrudan etkileyebilmektedir (Topçu, 2006). Sucul sistemlerde özellikle köklü akvatik makrofitler azot ve fosforun temel kaynağıdır ve ölümleri sonucunda bünyelerindeki besin elementlerini sedimente bırakarak buradaki fosfor depolanmasını arttırabilmektedir (James vd., 2004). Birçok göl için iç kaynaklı fosfor yüklemesinin nispeten önemsiz olduğu varsayılmasına karşın, bazı durumlarda dış yüklemeyi dahi geçebilmektedir (Arthington vd.,1989).

Göl ve göletlerin ötrofikasyonunda, sedimentlerin fosfor rezervi niteliği önemli bir unsurdur. Göl sedimentlerinin gözenek sularındaki fosfor düzeyine ilişkin bilgilerin, sedimentin toplam fosfor içeriğine yönelik bilgilerden daha önemli olduğu bildirilmiştir. (Uslu ve Türkman, 1987). Sediment gözenek suyundaki fosfor düzeyi fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylardan etkilenmekte; mevsimlere, sedimentin derinliğine ve makrofit yoğunluğuna bağlı olarak konsantrasyonu değişebilmektedir (Carignan 1984, 1985). Ancak sedimentin fosforu alıkoyma kapasitesi veya sedimentten fosfor salınımının sürekliliği fosforun su kolonuna geçişinde etkili olan birtakım fiziksel ve kimyasal parametrelerin varlığına ihtiyaç duymaktadır.

Akvatik ortamlarda ötrofikasyon, besin elementi zenginleşmesine karşın sistemin biyolojik reaksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Fosforun, sudaki konsantrasyonu genellikle düşük olduğundan sucul sistemlerde sınırlayıcı element olarak dikkate alınır (Castellvi, vd. 2001). Hücresel seviyede fosfor ATP, ADP, RNA, DNA ve birçok enzim bünyesinde bulunur. Hayvanların fosfor gereksinimleri besinlerle karşılanır ve hayvanlarda fosfor kalsiyumla birleşerek kemik, diş ile pul ve pul benzeri kabuksu yapıları oluşturur (Wetzel, 1983). Primer prodüksiyon (birincil üretim) için fosfor temel besin elementidir ve fosforun hücre içi konsantrasyonu fotosentetik hızı belirleyici bir unsurdur. Kullanılabilir fosfor miktarı genellikle primer prodüksiyonu sınırlamakta, kullanılabilir ve çözünmüş fosfor

miktariyla ortamdaki fitoplankton biyoması belirlenebilmektedir (Delince, 1992).

Sedimentte fosfor elementi partiküler ve çözünmüş fosfor olarak bulunmaktadır. Partiküler fosforun ana kaynakları; sudaki canlı organizmalar tarafından üretilen organik maddeler, sediment, sudaki kimyasal reaksiyonlar ve yemler ile gübrelerdir. Organik, inorganik, kolloidal ve kolloidal olmayan fosfor fraksiyonlarının kaynakları ise şunlardır:

- Organik madde üretimine katkısı olan canlı ya da ölü bitki, bakteri ve hayvan hücreleri,
- Organik atıklar; hayvan ekstraktları,
- Organik makro moleküllerin organik parçaları,
- İnorganik/organik bileşikler; metal-fosfor bileşikler,
- Hava şartlarına bağlı olarak kolloidal olmayan sediment partiküllerinin çökmesi,
- İnorganik fosforun çökmesi ya da mineral kolloidler oluşturan kil partiküllerine fosforun tutunması.

Çözünmüş fosfor temelde ortofosfat ve inorganik polifosfat (çözünmüş inorganik fosfor) ile nükleotid ve polinükleotidlerin parçası olan çözünmüş organik fosfordan oluşur ve önemli bir kısmı organik kaynaklıdır. Polifosfat ve metafosfatlar biyolojik aktivite tarafından üretilen bileşiklerdir (Bostan vd., 2000).

Fosfor fraksiyonlarından; toplam ortofosfat (TO), toplam filtre edilebilir ortofosfat (TFO), toplam fosfor (TF) ve toplam filtre edilebilir fosfor (TFF) alg, biyomas ve büyüme oranları hakkında bir fikir yürütebilmek için kullanılmaktadır. Bunlardan toplam fosfor sucul sistemdeki fitoplankton miktarının tahmininde kullanılan en iyi indikatördür. Toplam fosfor konsantrasyonu göl suyundaki filtre edilmiş fosfor formları ile partiküler fosforun tamamını temsil etmektedir (Fraser ve Trew, 1990).

1.1 Fosfor Döngüsü

Sedimentler göllerdeki fosfor döngüsünde fosfor kaynağı olarak rol oynarlar. Sedimentteki fosfor özellikle ötrofikasyondaki öneminden dolayı konu ile ilgili pek çok çalışmanın da odak noktasını oluşturmaktadır (Topçu, 2006).

Fosfor, canlılar aleminde (biyosfer), bitki ve özellikle hayvanların gövde yapısında (hücre ve dokular) bulunan önemli bir elementtir. Bir gölün biyolojik verimliliği taşıdığı çözünmüş ya da yüzer haldeki fosfora ve fosforlu maddelere bağlıdır. Göl sularındaki fosforun büyük bir kısmı (%90), organik fosfor olarak canlıların hücre yapısında ve ölü organik maddeler içerisinde (Erençin ve Köksal, 1981). Toplam inorganik fosfor ve

organik fosfor sularda;

1) Organizmada

a) Nükleik asit (DNA, RNA),

b) Enzim ve vitamin esterlerinde,

c) Nükleotid fosfat (ADP ve ATP; respirasyon ve CO₂ asimilasyonunda) olarak,

2) Fosfatlı kayalarda ve topraklarda hidroksil apatit olarak (inorganik fosfor kaynağı),

3) Absorbe edilmiş fosfor olarak ölü organik maddeler içerisinde bulunur.

Sözö edilen kaynakların dışında inorganik fosfor;

a) Ortofosfat,

b) Polifosfat (deterjanlı kaynaklar),

c) Organik fosfor kolloidleri halinde bulunur (Erençin ve Köksal, 1981).

Besin değeri yüksek olan fosfor, bitkilerin gelişmesini arttırdığı için; göl tabanında (sedimentte) ve göl suyunda bulunan fosfor miktarının fosfor dolaşımına etkisine limnolojide büyük önem verilmektedir (Wetzel, 1983). Doğal sularda sedimentte bulunan fosfor, göl suyu ile sürekli bir dolaşım halindedir. Bu dolaşım, fosforun sedimentten suya geçmesi ve sudaki fosforun yeni baştan sedimente dönmesi şeklinde bir takım fiziksel, kimyasal ve metabolik etkenler altında oluşur. Sedimentteki fosfor miktarı ile göl suyunun verimliliği arasında az bir ilişki vardır. Sedimentin fosfor içeriğinin sudaki miktardan daha fazla olabildiği tespit edilmiştir (Erençin ve Köksal, 1981).

Litoral bölgedeki fosfor siklusu, belirgin ölçüde hızlıdır ve fitoplankton biyoması üzerinde az bir etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalar, suya fosfor eklendiği zaman fitoplanktonlar tarafından olduğu kadar litoral vejetasyon tarafından da fosforun hızla alındığını göstermiştir (Wetzel, 1983).

Litoralın öneminin en çarpıcı göstergesi, limnetik bölgede yapılan radyoaktif fosfor denemeleridir. Bu denemeler, litoralden limnetik bölgeye fosfor akışı olmadığını, bir başka deyişle litoral bölgenin limnetik bölgeden daha çok fosfor içerdiğini göstermiştir (Ruttner, 1975). Göllerde fosfor dolaşımının etkili olduğu bölgelerden birisi olan hipolimniyondaki fosfor dolaşımında önemli olan unsurlar; sedimentin fosforu belirli bir süre tutabilmesi, göl suyunun durumu ve sediment içerisinde bulunan canlılardır. Fosforun sediment içerisinde dağılmasında; bakterilerin, mantarların, planktonların ve çeşitli hayvanların etkisi vardır. Ayrıca, bentosta bulunan omurgasızlar ve yem ararken bentosu karıştıran balıklar da fosfor dolaşımını kolaylaştırmaktadır (Erençin ve Köksal, 1981).

Bentik fosfor dolaşımında sedimentle su arasındaki fosfor alışverişi tamamen aydınlığa kavuşmamıştır. Fosfor sedimentle hızlı bir şekilde reaksiyona girdiği için, ekosistemde azota göre daha hızlı bir şekilde ortamdaki kaybolmaktadır. Fosfor, gölden hidrolik akışla oranı ve fosfor yüklü sestonun çökmesiyle uzaklaşmaktadır (Levine ve Schindler, 1989). Su gövdesine giren fosfor inorganik ve organik formda sedimentte birikecektir ve burada sürekli değil ancak geçici olarak etkisiz kalacaktır. Sistemde bulunan fosfat çıkış suyu veya insan müdahalesi ile uzaklaştırılmadığı takdirde sistemde kalacaktır (Sondergaard vd., 2001).

Lehrona ve Heiskanen (2003) fosforun sedimentten aerobik veya anaerobik koşullarda bırakılabildiğini ve bu mekanizmanın özellikle sığ ve tabakalaşmayan göller için önem taşıdığını bildirmişlerdir. Sedimentin fiziksel ve kimyasal özellikleri, sediment ve sedimentin hemen üst bölümündeki su arasında fosfatın değişimi için önemli olup, pekçok gölde yıllık fosfor yüklemesinin önemli bir bölümü sedimentte birikmekte yani depolanmaktadır.

Boström vd. (1988), göl sedimentlerinde fosforun depolanması işlemini aşağıdaki ana mekanizmalara ayırmışlardır:

- Havzadan kaynaklanan detrital fosfor minerallerinin sedimentasyonu,
- İnorganik bileşiklere fosforun adsorpsiyonu veya çökmesi,
- Dış kaynaklı organik madde ile fosforun çökmesi,
- İç kaynaklı organik madde ile fosforun çökmesi,
- Su sütunundaki yüzey sedimentlerinde perifiton veya diğer biyota tarafından fosforun assimile edilerek doğrudan alımı,
- Sediment partikülleri üzerine göl suyundaki çözünmüş fosforun doğrudan adsorpsiyonu.

Çözünebilir fosfor bileşikleri fitoplanktonlar ve diğer bitkiler için önemlidir. Sucul ortamlarda sistemi besleyen giriş suyunun anoksik olması çözünebilir ortofosfatın su kolonuna geçişinde etkili olmaktadır. Yeraltı suyu göl tabanından aerobik yüzey katmanına geçiş yaptığında fosfatın büyük bir bölümü çökerek, sedimentte birikime uğramaktadır (Pieczynska, 1990).

Göl ve göletlerin ötrofikasyonunda, sedimentlerin fosfor rezervi niteliği önemli bir unsurdur. Ancak sedimentin fosforu alıkoyma kapasitesi veya sedimentten fosfor salınımının sürekliliği; fosforun hareketliliğine izin veren koşulların varlığına ihtiyaç

duymaktadır. Sedimentteki fosfor hareketliliğini saptamada kullanılan en önemli faktör ise demir bileşikleridir (Marsden, 1989). Sedimentteki fosforun büyük bir bölümü, partikül maddeye bağlıdır ve bu partiküler fosfor genellikle hareketli değildir, sediment gözenek suyu içerisinde çözünebilir (Shaw ve Prepas, 1989).

1.2 Göllerde Sedimentin Kimyasal Özellikleri

Sucul sistemlerde sedimentteki fosforun varlığı çözülmüş fosforun katı bileşiklerdeki adsorbsiyon-desorbsiyon mekanizmaları ile kemisorbsiyon ve biyolojik asimilasyon arasındaki geçişine bağlıdır. Kemisorbsiyon sıvıdaki konsantrasyon farklılıklarından etkilenmeyen çözülmüş bileşiklerin kimyasal tutulumu iken, adsorbsiyon sistemdeki çözülmüş bileşiklerin konsantrasyon farklılıklarından dolayı katı partiküllere fiziksel tutulumunu ifade etmektedir. Bu işlemlerin her ikisi de pH ve redoks potansiyelinden etkilenmektedir (Sondergaard vd., 2001).

Akvatik ortamlarda fosfor bir takım fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar sonucu sedimente geçmektedir. Sedimentteki fosforun büyük bir kısmı organik madde dekompozisyonundan kaynaklanabilen organik fosfor bileşiklerinden oluşabileceği gibi, göl suyu içerisindeki inorganik fosfat konsantrasyonunun fazlalığından da kaynaklanabilmektedir (Delince, 1992; Gonzales vd., 2001). Göllerde ışığın geçebildiği katı ve çözülmüş inorganik fosfor, inorganik partiküllere tutunarak birincil üreticiler yoluyla organik bileşiklere asimile olmaktadır. Bu fosfor bileşiklerinin bir kısmı sedimente çökerken, bir kısmı ise sedimentasyon, ayrışma ve transformasyon oranlarına bağlı olarak tekrar su kolonuna geçiş yapmaktadır. Sistemdeki sediment-su arası fosfor hareketliliği, bazı fiziksel ve kimyasal çevre koşullarına bağlı olarak fosforun bileşik oluşurtmasıyla tanımlanmaktadır (Chalar ve Tundisi, 2001; Gerhardt ve Schink, 2005).

Sucul sistemlerde köklü akvatik makrofitler azot ve fosforun temel kaynağıdır ve ölümleri sonucunda bünyelerindeki besin elementleri sedimente bırakarak alıcı ortamlardaki fosfor depolanmasını arttırabilmektedir (Carignan, 1985; James vd., 2004). Ayrıca sedimentteki yoğun kil taneciklerinin, fosfatı bünyelerinde tutarak sedimentte fosfor tutulumuna neden olduğu bildirilmiştir (Manning; 1987; Almendinger, 1999; Mathews ve Chveramohanakumar, 2003).

Sucul sistem sedimentleri toplam fosfor düzeylerine göre sınıflandırılabilir. Ötrofik göller için sedimentin TF değerleri Carignan (1985), tarafından 325-771 µg/g KA, Ruban ve Demare (1998)'e göre ise 1,86 mg/g KA olarak belirtilmiştir. Xu vd., (2003),

Çin’de bulunan ötrofik Chao Gölü’nde sedimentteki besin elementlerinin gölün besin seviyesine etkilerini yersel ve mevsimsel olarak incelemişlerdir. Göl suyu toplam fosfor konsantrasyonu yıl boyunca 0,041-0,242 mg/L arasında tespit edilmiş, sedimentin toplam fosfor derişimi ise 487-551 µg/g KA arasında değişerek en yüksek değerlerini yaz ve sonbahar aylarında almıştır. Araştırmacılar söz konusu mevsimlerdeki sedimentin yüksek fosfor konsantrasyonlarının bahar aylarında göle yüzey akışlarıyla olan yoğun silt ve besin elementi girdisinden kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Shomar vd. (2005), İsrail’deki Wadi Gaza Gölü’nde sediment ve sediment üstü suya ilişkin fosfor fraksiyonlarını belirlemişler, mevsimsel olarak sediment ile sediment üstü suya ait toplam fosfor konsantrasyonları arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir; sedimentin toplam fosfor konsantrasyonu kış aylarında artarken yaz aylarında düşüş göstermiştir. Bu duruma koşut olarak sedimentten fosfor salınımı yaz aylarında gerçekleşmiştir. Araştırmacılar yaz mevsiminde sedimentten salınan fosforun su altı bitkileri tarafından besin elementi olarak kullanıldığını, bu bitkilerin kış aylarında ölmesi ile sedimente çökerek sedimentteki toplam fosfor konsantrasyonunu arttırdığını bildirmişlerdir.

Sedimentte fosfor fraksiyonlarının belirlenmesi, sedimentten suya fosfor salınımında en etkili fosfor fraksiyonunun tespiti açısından önemlidir. Sedimentte bulunan fosfor fraksiyonları kimyasal ekstraksiyonlar vasıtasıyla değişik metodlarla tespit edilen çeşitli organik ve inorganik sediment bileşiklerine bağlıdır. Bu fraksiyonlardan organik fosfor, mineralizasyon esnasında sedimentten suya geçmeyerek sediment partiküllerine tutunan fosfor fraksiyonunu temsil etmektedir (Goedkoop ve Pettersson, 2000; Bostan vd., 2000; Krogerus ve Ekholm 2003; Kisand 2005). İnorganik fosfor formları ise genellikle demir, alüminyum ve kalsiyum bileşikleriyle sedimentteki kil minerallerine bağlı olan fosfordur (Istvanovics, 1994).

Chalar ve Tundisi (2001), Brezilya’da polimiktik tropikal Lobo-Broa Rezervuarı’nda yaptıkları bir araştırmada sedimentten suya olan fosfor salınımının engellenmesinde etkili fosfor fraksiyonunun demir ve alüminyuma bağlı fraksiyon olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun sedimentteki organik maddenin içerdiği yoğun hümk madde miktarından kaynaklandığı ortaya konmuştur.

Gonzales vd. (2001), tarafından Venezüella’daki tropikal Catatumbo Nehri’nde sedimentteki fosfor fraksiyonları kompozisyonuna ilişkin yapılan bir başka çalışmada, sedimentin toplam fosfor derişimi 121-581 µg/gKA arasında değişim göstermiştir.

Araştırmada sedimentten suya olan fosfor salınımının düşük kalmasında en etkili fosfor fraksiyonunun kalsiyuma bağlı fosfor fraksiyonu olduğu tespit edilmiştir.

Sondergaard vd. (2001), sedimentteki fosfor fraksiyonlarının çalışılmasındaki amacın sedimentten su kolonuna olan fosfor salınımının tanımlanması ve salınımın uzun dönemde göl suyu konsantrasyonları üzerine etkisinin tahmini olduğunu belirtmiştir. Sedimentten suya olan fosfor salınımında sistemdeki kimyasal ve biyolojik olayların etkisi altında farklı fosfor fraksiyonları etkili olmaktadır. Bu bağlamda sedimentten göl suyuna fosfor salınımı üzerine en etkili hareketli fosfor fraksiyonu organik fosfor ve inorganik fosfor formları içerisinde demir+alüminyuma bağlı fosfor ($Fe+Al\approx P$) olarak belirlenmiştir.

Garcia ve Irio (2003), Arjantin'de Morales Nehri'nde sedimentteki fosfor fraksiyonlarını belirlemişlerdir. Sedimentin ilk 2 cm'lik kesitinde demir+alüminyum ile kalsiyuma bağlı fosfor fraksiyonları ve organik bağlı fosfor fraksiyonu sedimentten suya olan salınımın düşük kalmasında etkili olmuştur.

İspanya'da Donana Gölü'nde profundal ve litoral bölgeden alınan sedimentin fosfor fraksiyonlarının yersel değişimi incelenmiştir. Sedimentin organik madde miktarı (%) bölgelere göre sırasıyla % 9-25 iken, sedimentin toplam fosfor konsantrasyonu 182-655 mg/kgKA arasında değişmiştir. Litoral bölge sedimentine ait organik bağlı fosfor konsantrasyonu ve demir+alüminyuma bağlı fosfor fraksiyonu profundal bölgeden alınan sediment fosfor fraksiyonları ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek bulunmuştur (Serrano vd., 2003).

Sedimentteki inorganik fosfor fraksiyonları genellikle demir, alüminyum ve kalsiyum bileşikleri ile sedimentteki kil minerallerine bağlı olan fosfordur. İnorganik fosfor formları, kimyasal faktörlerin etkisiyle sediment gözenek suyundaki toplam filtre edilebilir ortofosfat (TFO) yoluyla tekrar suya geçmektedir. (Goedkoop ve Pettersson 2000; Bostan vd., 2000; Krogerus ve Ekholm 2003). Sedimentte bulunan apatit olmayan inorganik fosfor fraksiyonları ($CO_3\approx P$ ve $Fe+Al\approx P$) besin elementi olarak algler tarafından kullanılırken, metamorfik kayalardan köken alan apatit fosfor fraksiyonu ($Ca\approx P$) çoğu zaman algler tarafından kullanılmamaktadır (Ruban ve Demare 1998; Gonzales vd., 2001). Apatit fosfor fraksiyonunun ($Ca\approx P$), kalkerli kayalardan köken aldığı ve sedimentten göle fosfor salınımının engellenmesinde bu fraksiyonunun etkili olduğu bildirilmiştir (Burley vd., 2001; Eckert vd., 2003).

İsrail'de Kinneret Gölü'nde üç yıllık bir periyotta sedimentten sediment üstü suya olan fosfor salınımını ve sediment fraksiyonlarının salınım üzerine etkisini araştırmışlardır.

Bu araştırma ile kurak geçen bir periyodun ardından göle olan dış kaynaklı fosfor girdisindeki azalmayı takiben, sedimentin üst kısmındaki $\text{Ca}\approx\text{P}$ fraksiyonunda da bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

Sucul sistemlerde sedimentteki fosfor fraksiyonlarından $\text{CO}_3\approx\text{P}$ fraksiyonu özellikle kilce zengin sedimentlerde önemli bir paya sahiptir ve fosfor tutulumunda etkili bir diğer fosfor fraksiyonunu temsil etmektedir (Shresta ve Lin, 1996).

Sedimentteki fosfor hareketliliğini saptamada sıkça kullanılan en önemli faktör demir bileşikleridir. Sedimentten suya fosfor salınımı incelendiğinde sedimentin yüksek demir içeriğinin salınımın engellenmesinde etkili olduğu ve demirin önemi ortaya konmuştur (Boström vd., 1988; Marsden 1989). Sedimentlerde biriken fosfor miktarı, drenaj alanından sağlanan fosfordan çok demir elementinin çevrimine bağlıdır (Uslu ve Türkman 1987). Sediment ile su arasındaki demirin çevrimi ise özellikle pH tarafından kontrol edilmektedir (Montigny ve Prairie, 1993).

Marsden (1989), kalsiyumca zengin sedimentlerin düşük demir konsantrasyonuna sahip olduğunu ve demire bağlı fosforun miktarında bir azalma olabileceğini belirtmiştir. Demirce zengin sedimentlerdeki fosfat değişiminin redoks koşullarından, kireçli sedimentlerde ise sıcaklıktan etkilendiği vurgulanmaktadır (Cercio, 1989).

Manning (1987), sedimentin fosfor bağlama kapasitesinin, sediment-su ara yüzeyindeki demir-fosfat iyonik konsantrasyonlarının kantitatif olarak anlaşılmasına dayandığını ve kritik yüklemelerin tayini için önemli bir araç olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, Great Gölü sedimentinin fosfat iyonu kimyasının büyük ölçüde demire bağlı fraksiyon tarafından kontrol edildiğini tespit etmiştir.

Akvatik sistemlerdeki fosfor kimyası, genellikle demirle olan intereksiyonları ile kontrol edilir. Sudaki demir iki esas oksidasyon durumundan birinde bulunur. İndirgenmiş form Fe(II) , orta düzeyde çözünür fakat okside olmuş form Fe(III) büyük ölçüde çözünmez ve pekçok doğal suyun pH'sında hidrolize olur ve hızla çöker. Demirle interaksiyona giren fosfor, indirgenme koşullarında çözünür, yükseltgenme koşullarında demirin katı fazı ile birleşir (Marsden, 1989; Nguyen vd,1997; Roden ve Edmonds, 1997; Mayer ve Jarrell, 2000; Kisand,2005).Sucul ortamlarda demirin yükseltgenmesi veya indirgenmesi oksijenle doğrudan ilişkilidir. Makrofitlerin yoğun olduğu ortamda kökler sedimente oksijen sağlayacağından, sedimentte demir (III) değerlikli olarak bulunmakta; bu durumda sediment oksijensiz dahi olsa, fosfor demirle bağlanarak sedimentten göl suyuna fosfor geçişi engellenmektedir (Ayoub vd., 2001; Hupfer ve Dolan 2003; Kisand, 2005).

Demir(III)-fosfat kompleksinin stabilitesi, büyük ölçüde pH'ya bağlıdır. pH'daki artış, fosfatın hidroksil iyonlarıyla yer değiştirmesinden dolayı fosforun bırakılmasını kolaylaştırır (Eckert vd., 1997).

Montigny ve Prairie (1993), göl sedimentlerinin fosfat kimyasının demirle olan interaksiyonu tarafından sıkça belirlendiğini özellikle Fe(III) hidroksitleri üzerine tutunmasının önem taşıdığını belirtmişlerdir. Bu tutunma ise büyük ölçüde pH'dan etkilenmektedir. Yüksek pH değerleri Fe(III) hidroksitlerden fosfatın bırakılmasına neden olur ki, bu olay sedimentten fosforun salınımı anlamına gelir.

Sondergaard (1989)'in belirttiğine göre, demirce zengin sedimentlerdeki fosfor adsorpsiyonunu kontrol etmede temel faktörler; redoks potansiyeli ve demirdir. Demire bağlı fosfor, sediment gözenek suyunun pH'sındaki mevsimsel değişikliklerden etkilenmektedir. Sediment gözenek suyunun pH'sı arttığında, hidroksil ve fosfat iyonları arasındaki rekabet artmakta ve demir üzerinde fosfatın tutulması azalmaktadır.

Sığ göllerde yapılan fosfor salınım çalışmalarında sedimentteki Fe/F oranının sedimentten suya fosfor salınımında etkin olduğu saptanmıştır. Fe/F oranı 15'den fazla olduğunda sedimentten göl suyuna fosfor salınımının engellenebilirken, bu oran 15'den düşük olduğunda ancak sediment üstü su oksijenli ise salınım önlenebilmektedir (Sondergaard vd., 2003).

Ramm ve Scheps (1997), Almanya'daki sığ ve ötrofik olan Blankensee Gölü'nde fosfor salınımını araştırmışlardır. Sedimentte (0-5 cm'lik kesit) TFe/TF oranı 21'den büyük olduğunda sedimentten göle olan fosfor salınımının engellendiğini, bu durumun sedimentte demire bağlı fosfor fraksiyonunun da yüksek oluşu ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Sedimentteki organik partiküller ölü ya da yaşayan organizmalardan kaynaklanan organik maddelerdir. Sediment cansız bir materyal olmayıp, bakterileride içine alan mikroorganizmalar topluluğu ile makroomurgasızları da bünyesinde barındırmaktadır. Bu mikroorganizmalar ölü organik maddenin canlı materyale geçişinde çok önemli rol oynarlar. Sedimentteki ölü organik partiküllerin kaynağı, sudaki canlıların ölümü sonucu sedimentasyona uğramaları veya sedimentte bulunan canlıların ölümü sonrası sedimentte biriken organik atıklardır. Sediment bünyesindeki organik materyalin ayrışması sonucu ortaya çıkan son ürün hümik madde olarak adlandırılmakta ve kolloidal formdaki organik bileşiklerin oluşturduğu bu tür sedimentlerin karakteristik rengi koyu kahverengiye benzer

olarak tanımlanmaktadır (Delince, 1992).

Sucul sistemlerde sedimentteki demir elementinin çözünerek suya geçişi, sedimentte organik madde bünyesindeki hümik asitlerce kontrol edilmektedir. Akvatik ortamlarda sedimentteki organik madde bünyesinde bulunan hümik asitler suyun pH'sı ile ilişkili olup, sedimentteki fosforun Fe (III) ile bileşik oluşturmada etkili unsurlardan bir tanesini oluşturmakta ve bu durum gölden göle değişiklik göstermektedir (Montigny ve Prairie 1993).

Sucul sistemlerde sedimentteki organik madde konsantrasyonunun artışı yüksek oranda ayrışmaya neden olmakta ve bu durum su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Sediment üstü suyun aerobik olması sedimentte biriken organik madde ayrışmasını teşvik etmekte ve böylece oksijenli sistemlerde organik madde birikimi oksijensiz sistemlere göre daha az gerçekleşmektedir (Boyd vd., 1994).

Aynı araştırmacılar Amerika'daki 358 adet tatlısu balık havuzu ile Taylve, Ekvator, Filipinler ve Venezuella'daki 346 adet acısu havuzunda sediment kompozisyonunu incelemişler ve asidik olan acısu havuz sedimentindeki organik madde birikiminin, tatlısu havuzları tabanındaki birikimden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Koloidal formdaki organik madde sedimentte iyonların değişim kapasitesinden sorumludur ve polielektrolit sayesinde sıvıyı gerek adsorbe ederek gerekse serbest bırakarak sedimentteki besin elementlerin su kolonuna geçişinde rol oynar. Bu tip organik maddece zengin sedimentlere (>%20) genellikle ötrofik sulak alanlarda rastlanır (Delince, 1992; Boyd vd., 1994; Magni vd., 2005). Organik maddece zengin yüzey sedimentleri %95-99 oranında su içermekte ve bu tür sedimentlerde fosfor salınımı önemli ölçüde yüksek bulunmaktadır (Enell ve Löfgren, 1988). Sedimentin organik madde miktarı < % 20 olan sucul sistemlerin oransal olarak hümik maddece zengin olduğu ve bu durumun sedimentte fosfor tutulumunda önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Istvanovics, 1994).

Organik maddedeki mikrobiyal bozulmalar asidik mayalanma ürünlerinin salınımıyla, sediment gözenek suyunun pH'sını da düşürmektedir. Karbonatlı mineral maddelerin erimesi, kalsiyum ve magnezyuma bağlı fosforun hareketliliğine neden olmaktadır. Bu durum ise, sert sulu göllerdeki fosfor derişiminin kontrolü için önemli bir yöntem oluşturmaktadır (Marsden, 1989).

Sucul sistemlerde sedimentteki organik madde birikimi sedimentte hümik-demir-fosfat bileşiklerinin oluşması ile sonuçlanarak sedimentten göle olan fosfor salınımının azalmasına neden olmaktadır (Nguyen, 2000).

1.3 Göllerde İç Kaynaklı Fosfor Yüklemesi

Sedimentin fiziksel ve kimyasal özellikleri, sediment ve sediment üstü su arasındaki fosfatın değişimi için önemlidir. Pekçok gölde yıllık fosfor yüklemesinin önemli bir bölümü sedimentte birikir yani depolanır. Sedimentte biriken fosfor belirli fiziksel ve kimyasal faktörlere bağlı olarak göl suyuna geçiş yapar ve göllerdeki iç kaynaklı fosfor yükünü oluşturur (Cerco, 1989; Sondergaard vd., 2001).

Wetzel (1983), birçok gölün artan verimlilik düzeyinin temel nedeninin artan fosfor yükü olduğunu bildirmiştir. Fosfor yüklemesi kavramı; birim zam veya gölün birim alanına eklenen besin elementi miktarı olarak tanımlanmaktadır. Sedimentten fosforun serbest bırakılması şeklinde gelişen iç kaynaklı fosfor yüklemesi, sınırlayıcı faktör olan fosforun sürekli olarak öfotik zondan trofogenik zona teminini sağlar. Bu tip olayların geliştiği göller oldukça büyük primer produktiviteye sahiptirler ve plankton populasyonları yoğun olup alg patlamaları yaygındır (Hickman 1980; Riley ve Prepas 1984). Su sütunundaki iç kaynaklı fosfor yüklemesi aerobik koşullarda, sediment içerisinde depolanarak azaltılabilmektedir (Arthington vd., 1989).

Riley ve Prepas (1984)'e göre, sığ göllerdeki iç kaynaklı fosfor yüklemesinde üç mekanizma söz konusudur:

- Sedimentin üzerindeki su anoksik (çözünmüş oksijen konsantrasyonu 1,0 mg/L'den az) olduğunda profundal sedimentten fosforun serbest bırakılması,
- Karışma esnasında göl sedimentinin tekrar süspanse olması,
- Canlı ve yaşlanan makrofitlerden fosforun serbest bırakılması.

Kanada'da bir gölde yapılan araştırmada, göle olan azot ve fosfor yüklemesinin azalmasına karşın, gölün fosfor miktarı ve alg biyomasının, azot ve karbona göre daha çabuk cevap verdiği saptanmıştır. Bu durumun nedeni ise, akvatik organizmaların fosfor döngüsünde karbon ve azot döngüsüne göre daha büyük oranda yer alması ile fosforun yine azot ve karbona göre sediment tarafından daha çok tutulmasıdır (Levine ve Schindler, 1989). Fosfor sedimentten aerobik veya anaerobik koşullarda göl suyuna geçiş yapmaktadır. Ancak sedimentten anaerobik göl suyuna olan fosfor salınımı genellikle aerobik suya olan salınımdan daha fazla olabilmektedir. Sedimentten aerobik suya olan fosfor geçişi fosforun Fe^{+3} bileşiklerine bağlanması ile aerobik koşullarda engellenmekte ve böylece çözünmüş oksijen demir-fosfat interaksiyonunu etkileyerek sediment-su arasındaki fosfat değişiminde önemli rol oynamaktadır (Cerco 1989; Kleeberg ve Schlunbaum, 1993; Lehtontala ve Heiskanen, 2003).

1.4 Göllerde Sedimentten Fosfor Salınımı ve Mevsimsel Değişimi

Sedimentten net fosfor salınımı; su içerisindeki organizmaların ölümü sonucu sedimentasyondan kaynaklanan aşağı yöndeki salınım ile organik madde dekompozisyonu, fosfor gradyanları ve transport mekanizmalarının meydana getirdiği yukarı yöndeki salınım arasındaki farktan oluşmaktadır. Yukarı yöndeki fosfor salınımı, yüzey sedimentinde fosfor konsantrasyon gradyanları tarafından gerçekleşen diff zyonel salınım şeklinde tanımlanmakta, sucul sistemlerde sedimentten fosfor salınımı sedimentteki inorganik fosfor formları, kimyasal faktörlerin etkisi altında sediment gözenek suyundaki toplam filtre edilebilir ortofosfat (TFO) yoluyla tekrar suya geçmektedir. (Istvanovics 1994, Goedkoop ve Pettersson 2000; Bostan vd., 2000; Krogerus ve Ekholm 2003).

Sedimentten fosfor salınımını, bentik organizmaların tabanı karıştırması ya da organik maddenin mikrobiyel ayrışması esnasında sedimentin derin katmanlarında oluşan gaz kabarcıkları arttırmaktadır. Aynı zamanda bentik omurgasızların tabanı karıştırarak oksijenlenmiş sediment derinliğini arttırmaları ile fosfor salınımı engellenebilmektedir (Wetzel 1983, Sondergaard vd., 2001).

Sedimentten g l suyuna moleküler diffüzyonla olan fosfor salınımı 1. Fick Yasası'na göre tahmin edilebilmektedir (Sinke vd.; Ramm ve Scheps 1997, Lavery vd., 2001; Maassen vd., 2003). Bu bağlamda Shaw ve Prepas (1990)'ın belirttiği formül geniş çapta kullanılmaktadır. Rüzgarla karışımın hakim olduğu sığ göllerde sedimentten g l suyuna olan fosfor salınımı yıldan yıla az ya da çok değişime uğramaktadır. Böylece sedimentin suda tekrar asılı halde bulunuşu sediment ve su arasındaki denge koşullarından etkilenerek zaman zaman sedimentten suya besin elementi geçişi artmakta veya azalmaktadır. Sedimentten suya fosfor salınımı ya da sedimentte tutulumu sediment kompozisyonu ve sedimentteki fosforun fraksiyonel kompozisyonu ile doğrudan ilgilidir (Istvanovics, 1994; Sondergaard vd., 2001).

Eckert vd. (2003), salınım değerleri ile sedimentte fosfor fraksiyonları arasındaki ilişkiyi incelemişler, kasım ayında demir ve kalsiyuma bağlı fosfor miktarının arttığını belirlemişlerdir. Bu dönemde sedimentteki fosfor oksijenli koşullarda demir oksitle bağlanmış ve pH'daki artışa koşut olarak ise kalsit oluşmuştur. Sedimentten net fosfor salınımı tipik olarak mevsimlidir ve tüm yıl boyunca sedimentte tutulan fosfor miktarı salınan miktardan daha fazladır; Amerika Birleşik Devletleri'nde Shagawa Gölü'nde ve İngiltere'de Barton Broad'da yaz mevsiminde sedimentten suya fosfor salınımı olmuştur (Marsden, 1989).

Sığ göllerde sediment üstü sudaki fosfor konsantrasyonları özellikle yaz boyunca yükselmektedir. Bu durum, sedimentten olan iç kaynaklı fosfor yüklemesinin bir sonucudur ve birçok ötrofik besin seviyesindeki gölde fosfor konsantrasyonunun yüksek olmasından sorumludur (Marsden,1989; Kleeberg ve Kozerski, 1997; Kisand, 2005).

Sucul ekosistemlerde sediment-su arası madde değişimi sistemin besin seviyesindeki değişimler adına oldukça önemlidir. Sedimentten suya fosfor salınımında mevsimsel farklılıklar olmaktadır. Özellikle yaz mevsiminde sedimentten fosfor salınımındaki artış oksijen seviyesinin düşmesiyle birlikte anaerobik koşulların oluşmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Sedimentten su kolonuna besin elementi geçişinde; sedimentin tipi ve sediment partikül büyüklüğü ile aerobik-anaerobik koşulların yanı sıra sıcaklık ve pH da etkili olmaktadır (Shomar vd., 2005).

Fosforun sedimentte tutulum işlemi gölün fosfor seviyesindeki mevsimsel varyasyonların bir sonucudur. Birçok ötrofik karakterdeki gölde kış boyunca sedimentte tutulan fosfor, bahar aylarında biyolojik aktivitenin artmasıyla sedimentten göl suyuna salınmaktadır (Sondergaard vd., 2001).

Sığ göllerde sediment üstü sudaki fosfor konsantrasyonlarının özellikle yaz boyunca yükselmesinin nedeni, sedimentten olan iç kaynaklı fosfor yüklemesinin bir sonucudur (Marsden, 1989; Kleeberg ve Kozerski, 1997; Kisand,2005).

Eckert vd., (2003) İsrail’de Kinneret Gölü’nde üç yıllık bir periyotta sedimentten sediment üstü suya olan fosfor salınımını araştırmışlar, fosfor salınım değerlerinin 2.5-24 mg/m².gün arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Sedimentten fosfor salınımı en düşük değerini her üç yıl için de ekim ayında almıştır.

Fosfor sedimentten aerobik veya anaerobik koşullarda salınabilmektedir ancak sedimentten anaerobik göl suyuna olan fosfor salınımı genellikle aerobik suya olan salınımdan daha fazla olabilmektedir (Shaw ve Prepas, 1990; Nguyen vd., 1997; Kisand ,2005).

Özellikle sığ göllerdeki makrofitlerin varlığı sedimentten fosfor salınımı üzerine olumlu ya da olumsuz etki göstermektedir. Makrofit köklerinden sedimentin içine doğru oksijen salınımı olacağından, redoks potansiyelinin yükselmesi ve fosforun demir bileşiklerine bağlanması sonucu sedimentten fosfor salınımının azaldığına birçok çalışma bulunmaktadır (Horppila ve Nurminen, 2001; Hupfer ve Dolan, 2003; Qu vd., 2003; Schulz vd., 2003; Schneider ve Melzer, 2004).

Qu vd., (2003) Avustralya'daki sığ Illawarra Gölü'nde makrofitce zengin istasyonlarda sedimentten suya olan inorganik besin elementi salınımını araştırmışlar, yaz aylarında fosfor salınım düzeyinin oldukça düşük kaldığını ($0,01-0,11 \text{ mmol/m}^2 \cdot \text{saat}$) bu durumun yoğun makrofit biyomasının besin elementlerini bünyelerinde tutarak salınımı engellemesinden kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Amerika'daki sığ ve ötrofik Peoria Gölü'nde James vd., (2004)'ün yaptıkları bir araştırmada, su altı makrofitlerinin gölün su kalitesinde bir iyileşme meydana getirdiği bildirilmiştir. Ancak çok yoğun makrofit yataklarının bulunduğu sucul sistemlerde ışık geçirgenliği azalacağından düşük oksijen konsantrasyonlarına bağlı olarak fosfor salınım miktarı artış göstermektedir (Sondergaard vd., 2001).

Litoral sedimentten göl suyuna olan fosfor salınımı özellikle sığ ve tabakalaşmayan göller için önem taşır. Sığ sedimentten aerobik göl suyuna olan fosfor salınımı derin sedimentlere göre göl suyu üzerinde daha fazla etkiye sahiptir. Ayrıca litoral sediment bölgesi daha fazla rüzgar ve dalga hareketlerine veya yüzey akışlarıyla taşınan yoğun askıda katı maddeye maruz kalmaktadır (Anonymous, 1990; Shaw ve Prepas, 1990).

Oligotrofik göllerde belirlenen sedimentten fosfor salınımının ($2,2 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{gün}$), ötrofik göllerdeki salınım oranından ($14 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{gün}$) oldukça düşük olduğu bildirilmiştir (Nürnberg vd., 1986).

Marsden (1989), tarafından bildirildiği üzere, sedimentten fosforun göl suyuna salınımı bir başka deyişle geçişi iki temel işleme bağlıdır. Bunlar mobilizasyon ve transport işlemleridir.

Mobilizasyonda sedimentteki fosforun su kolonuna salınımı veya sedimentte tutulması; sıcaklık, pH ve redoks potansiyeli başta olmak üzere bazı çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Fosforun sediment-su arasında yer değiştirmesinde sıcaklıktaki artış biyolojik aktivitedeki artıştan dolayı dolaylı bir etkiye sahiptir.

Transport işleminde ise, canlı organizmaların sedimenti karıştırması, sediment gözenek suyu ve göl suyu çevresindeki değişimi artırır ve yüzey sedimentlerinde gelişen kimyasal bariyerlere zarar verir.

Zoobentosun saklanma ve beslenme aktiviteleri sediment partiküllerinin yukarıya doğru taşınımını sağlar. Başka bir deyişle, su sütunundaki bentik koloniler sedimentten göl suyuna fosforun salınımına katkıda bulunurlar.

1.5 Sediment Gözenek Suyunda Fosfor ve Mevsimsel Değişimi

Tatlı su ekosistemlerinde yüzey sedimentleri %95-99 oranında su içermektedir. Bu suyun yalnız az bir bölümü katı kimyasal maddelere bağlı olup, büyük bir kısmı sediment partiküllerini çevrelemekte ve bu su sediment gözenek suyu olarak isimlendirilmektedir (Enell and Löfgren, 1988).

Enell ve Löfgren (1988), tarafından, sediment gözenek suyunun sediment partiküllerinden ayrılmasının, örnek alımından hemen sonra, (mümkünse birkaç dakika içerisinde) arazideki sediment sıcaklığında, oksijensiz koşullarda ve basınçlı filtrasyon yöntemiyle uygun basınçta yapılması gerektiği bildirilmiştir. Araştırmacılara göre, sediment gözenek suyunu sediment partiküllerinden ayırmaya yarayan dört ana teknik bulunmaktadır:

- Santrifüj yöntemi
- Basınç ya da vakum filtrasyonu yöntemi
- Diyaliz yöntemi
- Doğrudan emme yöntemi

Çeşitli ülkelerde yürütülen çalışmalarda, alınan sediment örneklerinden basınçlı filtrasyon yöntemi ile sediment gözenek suyu elde edilmiştir (Drake ve Heaney, 1987; Manning, 1987; Eckert vd., 1997). Kanada'da Nakamun ve Halfmoon Gölleri'nde ve İtalya'nın batısında beş farklı gölde yürütülen araştırmalarda, alınan sediment örneklerine uygulanan basınçlı filtrasyon yöntemlerinde; sırasıyla oksijen ve nitrojen gazları kullanılmıştır (Riley ve Prepas, 1984; Premazzi ve Provini, 1985).

Sucul sistemlerde sedimentler göllerin besin düzeyini hem bir fosfor tuzağı hem de bir fosfor kaynağı olarak önemli ölçüde etkileyebilmektedir. (Boström vd., 1988). Sediment ve sedimentin hemen üst bölümündeki su (sediment-su ara yüzeyindeki su) arasındaki fosfor değişimi, doğal sularda fosfor döngüsünün en önemli bileşenidir. Sedimentteki fosfor miktarı ile sedimentin hemen üst bölümündeki suyun verimliliği arasında bir ilişki vardır ve sedimentin fosfor içeriği suyun fosfor içeriğinden daha fazla olabilir (Wetzel, 1983).

Enell ve Löfgren (1988), sediment gözenek suyu fosfor konsantrasyonuna ilişkin karakteristik bir değer hesaplayabilmek için, dört mevsime ait araştırmalar yapmak gerektiğini, sediment gözenek suyu fosfor konsantrasyonunun ötrofik sistemlere (0,1-10 mg/L) oranla oligotrofik ortamlarda (0,01-0,5 mg/L) önemli ölçüde düşük bulunduğunu, ötrofik sistemlerde minimum ve maksimum fosfor konsantrasyonu aralığının ise oldukça

geniş olduğunu bildirmişlerdir.

Shaw ve Prepas (1990), sedimentin hemen üst bölümündeki suda toplam filtre edilebilir ortofosfat değerlerinin trofogenik bölgeden alınan su örneklerine göre daha yüksek tespit etmişlerdir. Bu durumun ise, sığ sedimentin hemen üst bölümündeki göl suyunun trofogenik göl suyu ile tamamen karışmamasından veya sedimentten salınan fosfor tarafından etkilenmiş olmasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Sediment-su ara yüzeyindeki suda toplam filtre edilebilir ortofosfat konsantrasyonunun pH, redoks potansiyeli (Eh) ve mikrobiyel aktiviteler gibi çeşitli faktörlerce etkilendiği ve mevsimsel değişiklikler gösterdiği bildirilmiştir (Eckert vd., 1997; Clavero vd., 1999; Maassen vd., 2003).

Sediment gözenek suyundaki çözünmüş fosfor, genellikle sedimentin toplam fosfor içeriğinin %1'den daha az bir kısmını temsil etmektedir. Ancak sediment gözenek suyundaki fosfor göl suyu ile direkt ilişkili olduğu için sediment fosfor fraksiyonlarının en önemli kısmını oluşturmaktadır (Boström vd., 1988; Enell ve Löfgren 1988).

Boström vd., (1982), sediment gözenek suyu TFO (toplam filtre edilebilir ortofosfat) değerlerinin göllerin besin durumlarını belirlemede iyi bir indikatör olduğunu bildirmişlerdir (Istvanovics vd., 1989). Sedimentteki organik fosfor bileşikleri genellikle çözünmez halde iken, inorganik fosfat sediment gözenek suyunda çözünerek sedimentten sediment üstü suya olan fosfor salınımında önemli rolalmaktadır (Gonzales vd., 2001; Gerhardt ve Schink 2005)

Quigley ve Robbins (1986), sediment gözenek suyu TFO değerlerinin ötrofik göller için 0,06-10,5 µg /L, mezotrofik göller için ise 0,2 µg /L olduğunu bildirmişlerdir. Marsden (1989), sediment gözenek suyu TFO değerini oligotrofik göllerde 0,02 g/m³, ötrofik göllerde ise 12,7 g/m³ olarak, Istvanovics vd. (1989), ise ötrofik karakterdeki Balaton Gölü'nde yürüttükleri bir araştırmada, sediment gözenek suyu TFO konsantrasyonlarının 0,03-0,2 mg/L arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Göllerin besin durumu hakkında bilgi veren sediment gözenek suyu fosfor konsantrasyonu oligotrofik göllerde 0,02 g/m³ iken, ötrofik göllerde 12,7 g/m³ şeklinde tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar Hollvea'daki göllerde sediment gözenek suyunun toplam filtre edilebilir fosfor konsantrasyonunu 0,26-0,42 g/m³ şeklinde bulmuşlardır (Marsden, 1989).

Shaw ve Prepas (1989), mezotrofik karakterdeki Narrow Gölü'nde makrofitli sığ yerdeki sediment gözenek suyu toplam filtre edilebilir fosfor (TFF) değerlerinin,

makrofıtsız bölgeden alınan sedimente ilişkin sediment gözenek suyu TFF değerlerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Makrofitlerin varlığının fosfor depolanmasını artırabileceğini ve göl suyu ile sediment gözenek suyunun karışmasını engellediğini vurgulamışlardır. Çöken materyalin minerilizasyonu, sediment gözenek suyu ve göl suyu arasındaki karışmanın azalması, sediment gözenek suyundaki TFF değerini arttırmıştır.

Kadlec (1986), Kanada’da 20.000 ha büyüklüğü olan bir sulak alvea yaptığı bir araştırmada sediment gözenek suyu TFO değerinin yüzey suyu TFO değerinden daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmaya göre yüzey suyu TFO değeri 73,9 µg/L iken, sedimentin yüzeyde ilk 15 cm’lik katmanından elde edilen sediment gözenek suyu TFO değeri 394 µg/L olarak tespit edilmiştir.

Eckert vd., (1997), İsrail’de subtropik kalkerli bir gölde yürüttükleri araştırmada sediment gözenek suyu TFO değerini sedimentin yüzey kısmında 0,65 mg/L, 9 cm derinlikte ise 1,5 mg/L olarak belirlemişlerdir.

Istvanovics vd., (1989), Balaton Gölü’nde yürüttükleri bir araştırmada sediment gözenek suyu TFO konsantrasyonlarının 0,03-0,2 mg/L arasında değiştiğini saptamışlardır. Çizelge 2.2 'de farklı besin düzeylerine sahip sucul ortamlardaki sediment gözenek suyunda (yaklaşık 0-5 cm) fosfor konsantrasyonları sunulmuştur (Enell ve Löfgren, 1988).

Sediment gözenek suyu kimyasındaki mevsimsel değişimler çoğunlukla mikrobiyal aktivite sonucu ortaya çıkmakta, ancak bu değişimler üzerine su kolonunun hidrodinamiğinin ve bentik popülasyondaki mevsimsel değişimlerin etkisi fazla olmamaktadır. Mevsimsel değişimlere genellikle sığ ve ötrofik sistemlerde rastlanmaktadır. Bu tür göllerde sediment gözenek suyunun artan fosfor konsantrasyonunun özellikle yaz ve sonbahar aylarında tespit edildiği bildirilmiştir (Enell ve Löfgren, 1988).

Sığ ve ötrofik sistemlerde ortaya çıkan sediment gözenek suyu fosfor konsantrasyon miktarı özellikle bahar ve yaz aylarında artış göstermiştir. Bu durum bitkilerin ölümü, parçalanması ve bu süreci takip eden fitoplankton patlamaları ile ilişkili bulunmuştur (Carignan 1984; Ramm ve Scheps, 1997).

Mendota Gölü’nde, Shaw ve Prepas (1989), tarafından yürütülen bir araştırmada, sediment gözenek suyu TFO değerlerinin yaz mevsimi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Sucul ortamlarda sedimentteki demir zenginliği sedimentten suya fosfor salınımını engelleyen ve kontrol altında tutan önemli bir faktördür. Sediment gözenek suyunda demir (II)'nin oksidasyonu ancak demirin fosfora oranı (Fe/F) 1,8'den büyük olduğunda gerçekleşmekte ve fosforun su kolonuna geçişı engellenmektedir (Marsden, 1989; Shaw ve Prepas, 1990). Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan farklı iki gölde (aerobik ve anaerobik) sedimentten fosfor salınımı araştırılmıştır. Sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında $Fe/F=0,14-1,4$ olan aerobik yüzey katmvean fosfor salınımı rahatlıkla gözlenebilmekteyken, $Fe/F=46-198$ olan aerobik koşullarda fosfor salınımı oldukça düşük bulunmuştur (Wetzel, 1983).

Su kolonuna fosforun salınımında, sediment gözenek suyundaki düşük demir derişimlerinin önem taşıdığı saptanmıştır. Hidrojensülfid sudan demirin önemli miktarını demirsülfid şeklinde çekmiştir. Aerobik sedimentten fosfor salınımını azaltan diğer mekanizmalar; kalsiyum, demir, mangan ve aliminyumu absorbe eden organik asitler ve fosforun demir yüzeyinde tutunmasını azaltan yüksek konsantrasyonlu eriyebilir silisli topraklardır (Marsden, 1989).

Sedimentte fosforu yüzeyinde tutan demir (III)'ün kapasitesinin, yüksek pH'da düştüğü belirlenmiştir. Sığ ötrofik göllerde yüksek oranlardaki fotosentez pH'nın yükselmesine neden olmuş, sediment gözenek suyunun pH'sı bakteriyal metabolizmanın asidik ürünleriyle tamponlanmıştır. Yüksek pH'nın, demir yüzeyinde tutulan fosfor üzerine etkisinin sedimentin yüzeyiyle sınırlılığı tespit edilerek, anaerobik katmanlardan fosfor salınımı üzerine önemli bir etkisi de belirlenmemiştir (Marsden, 1989).

Jonsson (1997), dış kaynaklı yüksek girdiye sahip hümik göllerde demirin karbon, azot ve fosforun sedimentasyonunu etkilediğini, göl suyunda bulunan demir fraksiyonlarının mevsimlere bağılı olarak değıştığını bildirmiştir.

Petticrew ve Arocena (2000), sığ ve küçük rekreaktif amaçlı kullanılan bir gölde yaptıkları çalışmada hipolimnetik bölgedeki fosfat ile gözenek suyundaki demir arasında önemli düzeyde ilişki bulmuşlardır ($r^2 = 0,76$). Araştırmada sistemdeki fosfatın öncelikle demir içeren minerallere bağılı olduğu ve demire bağılı fosfatı esas alan arıtım tekniklerinin kullanılması gerektiğı vurgulanmıştır.

Göl sedimentlerinin fosfat kimyasının demirle olan interaksiyonu üzerine etkili olduğu, özellikle fosfatın Fe (III) hidroksitleri üzerine tutunmasının önem taşıdığı ve bu durumun büyük ölçüde pH'dan etkilendiğı belirtilmiştir. Yüksek pH değerleri Fe (III) hidroksitlerden fosfatın göl suyuna bırakılmasına neden olur (Sondergaard, 1989;

Montigny ve Prairie 1993; Eckert vd., 1997).

Sediment gözenek suyundaki demirin fosfora oranı (molar olarak), oksijenli sularda potansiyel demirin fosfora bağlanmasının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Fe(III) komplekslerine fosforun bağlanması, demirin oransal olarak az bulunması durumunda sedimentten göl suyuna fosfor salınımını önlemede etkili olmayabilir. Başka bir deyişle, demir fosfor oranı 1,8'den küçük olduğunda sediment gözenek suyundan göl suyuna fosforun salınımı önlenemezken; bu oranın 1,8'den büyük olması durumunda fosfor salınımı engellenebilmektedir (Shaw ve Prepas, 1990). Oksijenli sucul sistemlerde ancak $TFe/TFO > 3,6$ ise, sedimentten suya olan fosfor salınımı engellenebilmektedir (Lehtoranta ve Heiskanen, 2003).

Birçok araştırma, sedimentin göllerdeki köklü akvatik makrofitler için azot ve fosforun temel kaynağı olduğunu (Carignan, 1985; Chambers vd., 1989) ve sedimentten salınan (serbest bırakılan) fosfor yüzünden göllerin yoğun bir şekilde makrofitle kaplı olduğunu (Nürnberg 1984; Boers vd., 1991) ortaya koymuştur.

Besin elementlerinin sedimentten salınımının göl suyunun pH'sı tarafından önemli ölçüde etkilendiği, özellikle pH değerinin 8,5-10'dan yüksek olması halinde salınan miktarın önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (Moss, 1988; McDugall ve Ho, 1991). Sediment gözenek suyu pH değerleri sediment üstü su değerleri ile yakından ilişkili olduğundan, sediment gözenek suyundaki pH değerlerinin belirlenmesi de önem taşımaktadır (Drake ve Heaney, 1987).

Sondergaard (1989), Danimarka'daki hiperötrofik Sobygaard Gölü sedimentinde ilk 10 cm'lik katmanından elde edilen sediment gözenek suyu pH değerlerini, yazın kış mevsimine göre daha fazla bulmuştur. Yaz ayları boyunca sediment gözenek suyunun pH değerlerinin yüksek oluşu fotosentez dolayısı ile artan göl suyu pH değerleri ile paralellik göstermiştir.

Sediment üstü su ile sediment sürekli etkileşim halindedir. Yarı katı olan sediment ile sıvı olan su sütunu arasında fiziksel ve kimyasal bir bariyer bulunmaktadır. Bu bariyerin zarar görerek sediment su arası madde geçişinin sağlanması madde konsantrasyonları arası farklılıktan veya bu alanın oksijensiz durumda olmasından kaynaklanabilmektedir (Istvanovics, 1994; Goedkoop ve Pettersson, 2000; Bostan vd., 2000; Krogerus ve Ekholm, 2003).

Sucul ortamlardaki kimyasal ve biyokimyasal dengelerin ana unsurlarından biri olan fosfor, göllerin besin düzeylerine göre sınıflandırılmasında önemli bir yer tutar. Sucul

istemdeki toplam fosfor fitoplankton miktarının tahmininde kullanılan en iyi indikatördür. Birçok araştırmacı tarafından, sediment üstü su fosfor konsantrasyonunun gölün besin seviyesini belirlemede kullanılabileceği bildirilmiştir (Outridge vd., 1989; Fraser ve Trew, 1990; Shaw ve Prepas, 1990; Sondergaard, vd., 1999).

Demars ve Harper (2005), İskoçya'daki Norfolk Gölü'nde yürüttükleri bir araştırmada göl suyu fosfor fraksiyonları konsantrasyonlarını belirlemişler ve suyun TFO/TF oranının %80-90'a ulaşarak iç kaynaklı fosfor yükünden dolayı ötrofikasyon riskinin de arttığını bildirmişlerdir.

Ortalama derinliği yaklaşık 3 m olan asidik ve oligotrofik karakterdeki Freshwater Gölü'nde yıllık ortalama fosfor konsantrasyonunun $12,1 \pm 3,3 \mu\text{g/L}$ olduğu, bu değerin kış mevsimi boyunca azaldığı ve bahar-yaz döneminde yükselerek ekim ayında maksimuma ulaştığı tespit edilmiştir (Outridge vd., 1989).

Sondergaard vd. (1999), tarafından Danimarka'da yapılan bir araştırmada, sığ ve ötrofik göllerde özellikle toplam fosfor değeri $0,1\text{mg/L}$ 'nin üzerinde olduğunda, yazın ölçülen göl suyu toplam fosfor değerleri, kışın ölçülen değerlerden 2-4 kat daha fazla bulunmuştur.

Sucul sistemlerdeki inorganik fosfor formu olan ortofosfat algler tarafından kullanılmakta olup, sediment üstü sudaki toplam fosfor ve toplam ortofosfat arasında ilişki bulunmaktadır. Schelske (1989), oldukça sığ olan Okeechobee Gölü'nde yürüttüğü çalışmada, ortofosfat konsantrasyonunun yaz mevsiminin son aylarında minimum düzeyde olduğunu belirtmiştir.

Boström vd., (1982) sediment gözenek suyuna ait toplam filtre edilebilir fosfor konsantrasyonunun sediment üstü su değerlerinden 5-20 kat daha fazla olduğunu saptamışlardır (Enell ve Löfgren, 1988).

Göller TFO değeri temel alınarak besin düzeylerine göre sınıflandırılabilir. Auer vd.(1986) TFO değeri $1,2-8,0 \text{ mg/m}^3$ olan göllerin mezotrofik, $8,0 \text{ mg/m}^3$ 'ten büyük olan göllerin ötrofik olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, TFO konsantrasyonlarının yaz aylarına göre düşük tespit edilmesinin, bu dönemdeki fosfor tutulumunu desteklediğini vurgulamışlardır (Shaw ve Prepas 1990; Goedkoop ve Pettersson, 2000; Bostan vd., 2000, Krogerus ve Ekholm, 2003).

Shaw ve Prepas (1990), sedimentin hemen üst bölümündeki suda toplam filtre edilebilir ortofosfat değerlerinin trofogenik bölgeden alınan su örneklerine göre daha yüksek tespit etmişlerdir. Bu durumun ise, sığ sedimentin hemen üst bölümündeki göl

suyunun trofogenik göl suyu ile tamamen karışmamasından veya sedimentten salınan fosfor tarafından etkilenmiş olmasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Riley ve Prepas (1984), Kanada'da sığ olan Alberta Gölleri'nde yürüttükleri araştırmada, yaz mevsimi boyunca göl suyu toplam fosfor konsantrasyonlarının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Sucul ortamlarda sediment üstü su sıcaklığındaki artışlar sedimentte mikrobiyal aktivitedeki artışla ve suda çözünmüş oksijen seviyesi azalmaktadır. Su sıcaklığı sedimentten göl suyuna olan fosfor salınımını da teşvik etmektedir (Boström vd., 1988; Lau ve Chu, 1999).

Ramm ve Scheps (1997), Almanya'da sığ ve ötrofik olan Blankensee Gölü'nde yaptıkları bir araştırmada, sedimentten göle olan fosfor salınımını mevsimsel olarak incelemişler ve en yüksek salınımı yaz aylarında saptamışlardır. Salınımın tespitinde sediment gözenek suyu ve sediment üstü su toplam filtre edilebilir ortofosfat konsantrasyonlarının baz alındığı bilinen bir olgudur. Araştırmacılar bu bağlamda sedimentten suya olan fosfor salınımından söz edebilmek için sediment üstü suyun toplam filtre edilebilir ortofosfat değerinin 0,11 mg/L'den yüksek olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Ali vd. (1988), Florida'da Monroe Gölü'nde yaptıkları bir araştırmada, göl suyu fosfor konsantrasyonunun genellikle sonbahar ve kış aylarında düşüş gösterdiğini saptamışlardır.

Sondergaard (1989), Danimarka'da sığ bir göl olan Sobygaard Gölü'nde yaptığı araştırmada, toplam fosfor değerlerinin yaz mevsimi boyunca değişmeden 0,2-0,8 mg/L arasında kaldığını bildirmiştir.

Schelske (1989), Amerika'nın üçüncü büyük gölü olan Okeechobee Gölü'nde yürüttüğü çalışmada, yıllık toplam fosfor konsantrasyonunun 0,05-0,1mg/L olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca oldukça sığ olan bu gölde, ortofosfat konsantrasyonunun yaz mevsiminin son aylarında minimum düzeyde olduğu bildirilmiştir.

Mogan Gölü'nde Pulatsü ve Aydın (1997), ile Burnak ve Beklioğlu (2000), tarafından yürütülen araştırmalarda TFO değeri sırasıyla, 0,23-6,30 mg/m³ ve 0-50 mg/m³ arasında değişim göstermiştir. Pulatsü ve Karabacak (2002), ise TFO değerinin mevsimsel değişimini incelediklerinde en yüksek ortalama TFO değerinin eylül ayında ($28,76 \pm 0,05$ mg/m³), en düşük değerine kasım ayında ($1,49 \pm 0,01$ mg/m³) tespit edildiğini bildirmişlerdir.

1.6 Sediment Üstü Suda pH'nın Mevsimsel Değişimi

Alıcı ortamların pH değerleri biyolojik olaylara ve sıcaklığa bağlı olarak mevsimsel hatta günlük değişimler gösterebilmektedir. Karbondioksitin aksine suların pH değerleri kış mevsimi boyunca düşük, yaz mevsimi boyunca ise yüksektir (Cole, 1983).

Fosfor hareketliliğine neden olan en önemli etkenin pH değerleri ve organik madde dekompozisyonu olduğu, yoğun primer prodüksiyon sırasında ise artan pH değerlerinin iç fosfor yüklemesine neden olduğu saptanmıştır (Istvanovics, 1988).

Sondergaard (1989), bahar aylarında artan fitoplankton biyomasına karşılık göl suyu pH değerlerinin de artış gösterdiğini ancak yaz mevsimi sonunda göl suyu pH değerlerinde herhangi bir artışa rastlanmadığını bildirmiştir.

Marsden (1989), ile Enell ve Löfgren (1988), tarafından yapılan farklı araştırmalarda yüksek göl suyu toplam filtre edilebilir ortofosfat konsantrasyonları ile yüksek pH değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve yaz mevsiminde artış gösteren TFO değerlerine karşılık pH değerlerinin de yükseldiği bildirilmiştir.

Sert sulu göllerde yüksek pH, fosforun kalsitle birleşerek çökmesinden dolayı gölün toplam çözünmüş fosfor konsantrasyonlarında azalmaya neden olmuştur. Macaristan'daki Balaton Gölü'nde göl suyunun toplam çözünmüş fosfor konsantrasyonunun $2-5 \text{ mg/m}^3$ gibi düşük konsantrasyonlarda saptanmasının nedeni kalsitin çökmesi ve alg absorpsiyonu şeklinde açıklanmıştır. Fosforun kalsitten hızla ayrıldığı süre içerisinde ise yoğun bir alg üretimine rastlanmıştır (Marsden, 1989).

Akvatik ortamlarda fosfor döngüsü, demirle yakından ilişkili olup, sudaki demir iki esas oksidasyon durumundan birinde bulunur. Oksijensiz koşullarda demir indirgenerek Fe(II)'ye dönüşürken, oksijenli ortamlarda okside olmuş Fe(III) çözünmeyerek pek çok doğal suyun pH'sında hidrolize olur ve hızla sedimente çöker. (Mayer ve Jarrell, 2000).

Göllerde sedimentin yüksek demir içerişimi sediment üstü suyun yüksek demir konsantrasyonları ile ilişkilidir. Heidenreich ve Kleeberg (2003), Almanya'daki Spremberg Gölü'nde sedimentten fosfor salınımını belirlemek için yaptıkları bir araştırmada sedimentten olan düşük fosfor salınımının ($14-20 \text{ } \mu\text{g/m}^2 \cdot \text{g} \cdot \text{g} \cdot \text{g} \cdot \text{g}$) sediment üstü suyun yüksek demir içeriği (ortalama 4 mg/L) ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

1.7 Göllerde Sedimente ve Sedimentteki Fosfora İlişkin Restorasyon Yöntemleri

Göllerde ötrofikasyonun kontrolü bağlamında iç kaynaklı fosfor yükünün engellenmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik anlamda önlemler alınabilmektedir. Bunlar; sedimentin belirli bir hacimde sistemden uzaklaştırılması yolu ile besin seviyesini arttırmada etkili olan sediment katmanını uzaklaştırmak ve gölün derinleştirilmesini sağlamaktır. Sistemden sedimentin uzaklaştırılması yöntemi, uzaklaştırılması gerekli sediment derinliği tam olarak belirlenerek yapıldığında oldukça etkili olmasına karşın pahalı bir yöntemdir (Kleeberg ve Kozerski, 1997). Bir diğer yöntem ise fosfor inaktivasyonudur. Bu tekniğin amacı, su sütununa olan iç kaynaklı fosfor yüklemesini azaltmak için su sütunundan fosforun çökeltme ile uzaklaştırılmasıdır. İnaktivasyon işlemi için alüminyum tuzları gibi demir ve kalsiyum tuzları da kullanılmaktadır (Cooke vd., 1993; Ayoub vd., 2001, Burley vd., 2001, Perkins ve Underwood 2002; Kisand 2005).

Göl restorasyonunda uygulanan inaktivasyon yönteminde kullanılan kimyasal maddeler ekolojik riskler taşıyabilmektedir. Bundan dolayı alternatif bir başka restorasyon metodu ise bekle ve gör olarak adı verilen besin elementlerinden fosforca fakir yüzey suyu akışının söz konusu sucül sistemlere girişinin sağlanmasıdır, böylece sedimentin TF konsantrasyonunun 1000 µg/gKA'nın altına çekilmesi hedeflenmektedir (Kleeberg ve Kozerski, 1997).

Göl ve göletlerin yönetiminde ötrofikasyon kontrolünde ilk olarak dış kaynaklı fosfor yükü azaltılmalı daha sonra sedimentten olan iç kaynaklı fosfor yükünün indirgenmesi hedeflenmelidir. Birçok araştırmacı akvatik ortamlara olan dış kaynaklı fosfor yükünün kesilmesinden sonra sedimentten su kolonuna olan iç kaynaklı fosfor yükünün dış kaynaklı yük indirgenmesinden öncesine oranla çok daha fazla olabildiğini tespit etmişlerdir (Sakadevan ve Bavor 1998; Heidenreich ve Kleeberg, 2003).

Akvatik sistemlerde ötrofikasyonun kontrolünde ve göl yönetiminde dış kaynaklı fosfor yükünün indirgenmesi önemli bir basamağı oluşturmaktadır. Bu unsurun işlevsel hale geçirilmesiyle ötrofikasyonun kontrol altına alındığına ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır (Sinke vd., 1990; Oenema, 1991; Cole, 1983; Stevens ve Neilsen, 1987; Dokulil ve Janauver, 1989; Barbieri ve Mosello, 1992). Dış kaynaklı besin elementi yükünü azaltmaya yönelik indirgenme programlarına karşı göllerin tepkisini belirlemek oldukça güçtür. İndirgenme programları sonrası suya ilişkin besin elementi konsantrasyonlarında beklenen düzeyde iyileşme gerçekleşmeyebilmektedir (Molen ve Portielje, 1989; Bergman vd., 1999).

Fosfor, azot ve karbona göre sediment tarafından daha çok tutulmaktadır (Levine ve Schindler, 1989). Sedimentten fosfor salınımı, göllerin dış kaynaklı fosfor yüklemesindeki değişimlere olan tepkisini engellemektedir ve böylece gölün fosfor konsantrasyonunda beklenen düzeyde düşüş gerçekleşmeyerek gölün iyileşme süreci zamansal anlamda uzamaktadır (Dillon, 1974; Lieke, vd., 1990; Szilaygi vd., 1990; Van Huet, 1990; Ekholm vd., 1997; Scharf, 1999; Sondergaard vd., 1999).

Dış kaynaklı fosfor yükü azaltma işleminin etkinliğini belirlemede göllerin besin düzeyi önemli bir unsurdur. Yıllık ortalama toplam fosfor konsantrasyonu 100 mg/m³'den fazla ise yükteki indirgenme oranının %60'dan fazla olması gerektiği, dış kaynaklı fosfor yükündeki indirgenme oranının %20'den az olduğu durumlarda göllerin besin düzeyinde istenilen seviyelere ulaşmanın zor olduğu bildirilmiştir (Marsden, 1989).

Dış kaynaklı besin yükünün azaltılmasına özellikle derin göllerin hızla cevap verdiği, suyun yenilenme süresinin nispeten daha kısa olduğu sığ göllerde ise iyileşme sürecinin daha uzun olduğu bildirilmiştir (Beklioglu vd., 1999).

Sucul sistemlerde köklü akvatik makrofitlerin azot ve fosfor gibi besin elementleri kullandığı ve ölümleri sonucunda bünyelerindeki besin elementleri sedimente bırakarak buradaki fosfor depolanmasına temel teşkil ettiği ve böylece sistemdeki besin elementi konsantrasyonunu azalttığı bilinen bir olgudur (Carignan, 1985; James vd., 2004).

Makrofit kökleri sedimente oksijen sağlayacağından, fosfor demir (III)'le bağlanarak sedimentten göl suyuna fosfor geçişi engellenmekte, makrofit yoğunluğu çok fazla olduğunda ise sediment oksijensiz kalacağından tam tersi bir durum söz konusu olmaktadır (Ayoub vd., 2001; Hupfer ve Dolan 2003; Sondergaard vd., 2003).

Sucul sistemlerde makrofitlerin aşırı miktarda olduğu durumda makrofit kontrolü için; su derinliğini azaltma, makrofit hasatı ile sedimenti polietilen veya polipropilen malzemelerle kaplama gibi önlemler alınmaktadır (Cooke vd., 1993).

Ötrofik göllerdeki iki farklı fenomenden biri olan berrak-su kararlı durumu Mogan Gölü'nde görülmektedir (Bergman vd., 1999, Burnak ve Beklioglu 2000). Bu kararlı halde; göldeki fosfor yüküne rağmen su bitkilerinin aşırı çoğalması ve bu aktiviteleri sırasında alglerle ışık ve besin rekabetinde üstün gelmeleri berrak su fenomenine yol açmaktadır (Yerli, 2002). Makrofitlerin dominant olduğu berrak sulu göllerin restorasyonunda dış kaynaklı yüklemenin indirgenmesinin tek başına yeterli olmayacağı bildirilmektedir. Göl restorasyonunda dış kaynaklı yükün azaltılmasına bağlı olarak biyomanipulasyon uygulamasının olumlu sonuç verdiği çalışmalar bulunmaktadır.

(Bergman vd., 1999). Mogan Gölü ise biyomanipulasyon ile gelinecek noktaya; (muhtemelen aşırı ve kontrolsüz avcılık ile ortamdan fazla miktarda çekilen balıklar nedeniyle, zooplanktonların gelişmesi sonucunda alg tüketiminin artması) kontrolsüz olarak ulaşmıştır (Yerli, 2002).

Akvatik sistemlerde sedimente ilişkin yapılan restorasyon uygulamalarının ardından sistemin uzun vadede vereceği tepkinin tahmini için sedimentte fosfor tutma kapasitesi olarak bilinen fosfor adsorbsiyon deneylerinin yapılması gerektiği birçok araştırma ile ortaya konmuştur (Sakadevan ve Bavor 1998; Krogerus ve Ekholm 2003; Heidenreich ve Kleeberg, 2003).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Cip Barajı, Elazığ ilinde, Cip Çayı üzerinde, 1965 yılında sulama amacı ile inşa edilmiş bir barajdır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 446.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 23 metredir. Normal su kotunda göl hacmi 7,00 hm³, normal su kotunda göl alanı 1,10 km²'dir. 1.100 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir. Daha önce daha büyük olmasına rağmen şimdilerde bir hayli ufalmıştır.

Cip Baraj Gölünün litoral bölge tabanının taşlarla kaplı olması nedeniyle, gölün batı kıyısında taban yapısı sediment örneklerinin alınmasına uygun ortalama derinliği 70 cm olan istasyon seçilmiştir. Sediment üstü su ile litoral sediment örneklerinin alındığı istasyonun konumu Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Cip Baraj Gölü sediment üstü su ile litoral sediment örneğinin alındığı istasyonun konumu

2.1.1 Sediment Örneklerinin Alınması

Sediment örnekleri litoral bölgeden sediment corer sediment örneği alma cihazı ve ile alınmış ve laboratuvarına taşınmıştır.

2.1.2 Sediment Üstü Göl Suyunun Alınması

Sediment üstü su belirlenen istasyonda sedimentin yaklaşık 10 cm üzerinden Nansen şişesi ile alınmıştır. Bu suda su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen miktarı oksijenmetre ile, pH değerleri ise arazi tipi taşınabilir cihazlar ile yerinde ölçülmüştür.

2.2 Laboratuvar Çalışması

2.2.1 Sediment Örneklerinin Analizleri

Belirlenen istasyonda 2011 yılı Kış-İlkbahar-Yaz-Sonbahar mevsimlerinde alınan sediment örnekleri 20 gün süre ile havada kurutulduktan sonra havada dövülerek 0,5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bu örneklerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

2.2.1.1 Toplam Fosfor Tayini (TF, µg/g KA)

2 g ağırlığında tartılarak perklorik asit ve nitrik asit karışımı ile yakılmış, sediment örneğinde çözünemez halde bulunan fosfor çözünebilir hale dönüştürüldükten sonra çözünen ekstrakta, vanadamolibdat kompleksinin oluşumuna dayanan kolorimetrik metot uygulanmıştır (Kacar, 1995).

2.2.1.2 Su İçeriğinin Tayini (%)

Sediment örneğinin 110 °C'de 16 saat kurutulmadan önceki ve sonraki tartım ağırlıkları arasındaki farktan Shrestha ve Lin (1996)'e göre su içeriği saptanmıştır.

2.2.1.3 Organik Madde Tayini (%)

Havada kurutulmuş sediment örneğinin 0.5 mm'lik elekten geçirilmesinden sonra örneğin 550 °C'de 2 saat yakılmadan önceki ve sonraki tartım ağırlıkları kaybını dikkate alarak Kacar (1995)'e göre organik madde belirlenmiştir.

2.2.1.4 Toplam Demir Tayini (TFe, µg/g KA)

Örnekler 0.5 g ağırlığında tartılarak hidroklorik, perklorik ve sülfürik asit karışımı ile yakılarak çözeltiye geçen demir miktarı Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile Kacar (1995)'e toplam demir tespit edilmiştir.

2.2.2 Sediment Gözenek Suyunun Eldesi ve Analizleri

Sediment gözenek suyu sediment partiküllerinden vakumlu süzme cihazında ayrılmış, tüplerin üst kısmında biriken berrak kısım bir pipet yardımıyla alınarak 0.45 µm membran filtreden süzölmüştür. Elde edilen sediment gözenek suyunda aşağıdaki analizler yapılmıştır.

2.2.2.1 Toplam Filtre Edilebilir Fosfor (TFF, µg/L)

Askorbik asit metodu ile Anonymous (1995)'e göre belirlenmiştir

2.2.2.2 Toplam Filtre Edilebilir Ortofosfat (TFO, µg/L)

Askorbik asit metodu ile Anonymous (1995)'e göre yapılmıştır.

2.2.2.3 Demir (Fe (II), µg/L)

Fenantrolin metodu ile Anonymous (1995)'e göre tayin edilmiştir.

2.2.3 Sediment Üstü Su Analizleri

Sediment üstü göl suyu örneklerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır:

2.2.3.1 Toplam Fosfor (TF, µg/L)

İlk kademedeki (sindirme işlemi) persülfatla parçalama tekniği kullanılarak parçalamayı takiben serbest hale geçen ortofosfat, askorbik asit metodu ile Anonymous (1995)'e göre tayin edilmiştir.

2.2.3.2 Toplam Ortofosfat (TO, µg/L)

Askorbik asit metodu ile spektrofotometrik olarak Anonymous (1995)'e göre yapılmıştır.

2.2.3.3 Toplam Filtre Edilebilir Fosfor (TFF, µg/L)

0.45µm Whatman GF/C membran filtreden süzülen su örneklerinde askorbik asit metodu ile Anonymous (1995)'e göre belirlenmiştir.

2.2.3.4 Toplam Filtre Edilebilir Ortofosfat (TFO, µg/L)

0.45µm Whatman GF/C membran filtreden süzülen su örneklerinde askorbik asit metodu ile Anonymous (1995)'e göre yapılmıştır.

2.2.3.5 Demir (Fe (II), µg/L)

0.45µm Whatman GF/C membran filtreden süzülen su örneklerinde fenantrolin metodu ile Anonymous (1995)'e göre tayin edilmiştir.

3. BULGULAR

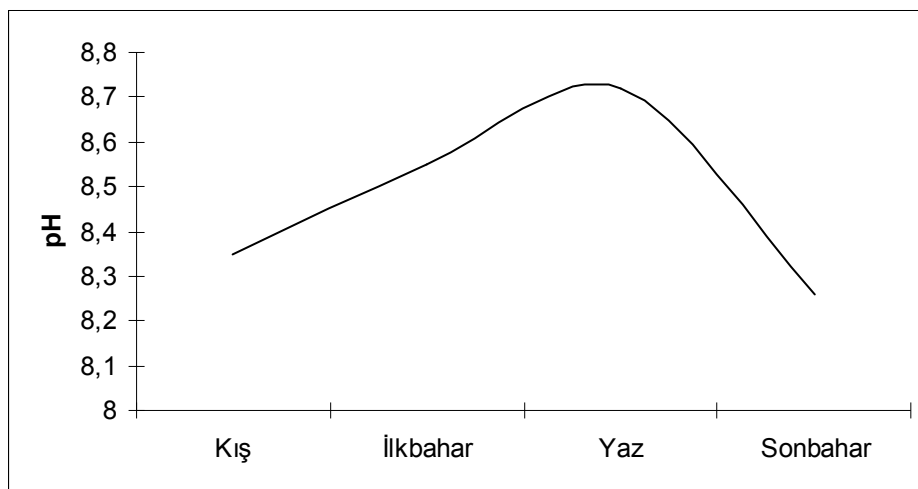
3.1 Cip Baraj Gölü'nde Sedimente İlişkin Bulgular

Cip Baraj Gölü litoral sedimentte 2011 yılı Kış-İlkbahar-Yaz-Sonbahar mevsimlerinde pH, toplam fosfor, toplam demir, su içeriği ve organik madde miktarları tespit edilmiştir (Tablo3.1).

Tablo 3.1. Cip Baraj Gölü'nde sedimentin mevsimsel değişimleri

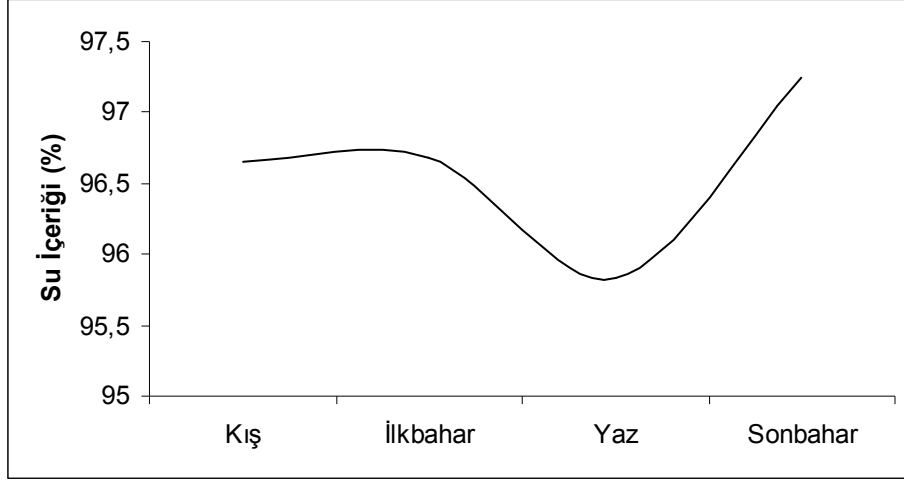
	pH	Su içeriği %	Organik madde %	TF µg/g KA	Tfe µg/g KA
Kış	8,35	96,65	15,26	198,64	65,45
İlkbahar	8,55	96,68	14,87	302,56	82,79
Yaz	8,72	95,84	14,65	385,74	78,68
Sonbahar	8,26	97,25	15,48	326,92	72,05

Cip Baraj Gölü'nde sedimentte pH değerinin yıl boyunca fazla değişmediği, sediment üstü ve göl suyu ile sediment gözenek suyu pH değerlerinden düşük ancak yakın olduğu saptanmıştır (Şekil 3.1)



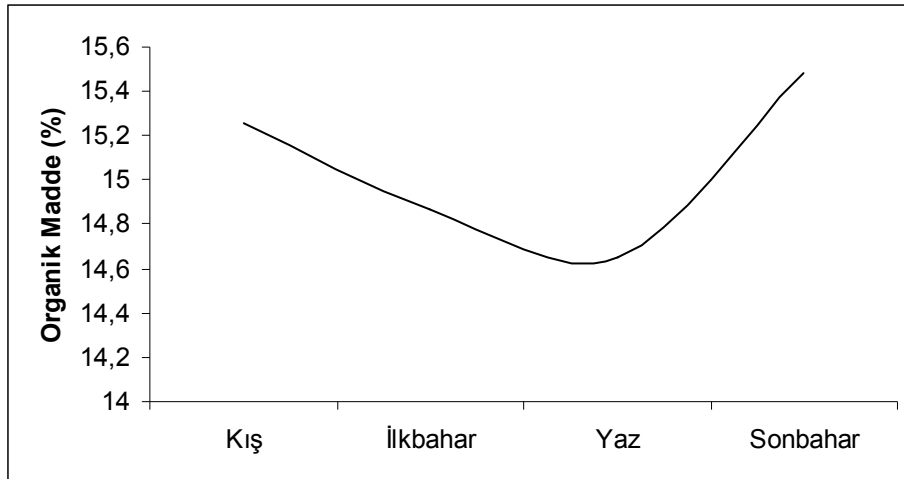
Şekil 3.1. Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel pH değişimi

Cip Baraj Gölü'nde sedimentte su içeriği değerinin yıl boyunca fazla değişmediği belirlenmiş en yüksek değerin Sonbahar mevsiminde % 97,25 en düşük değerin Yaz mevsiminde % 95,84 olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2).



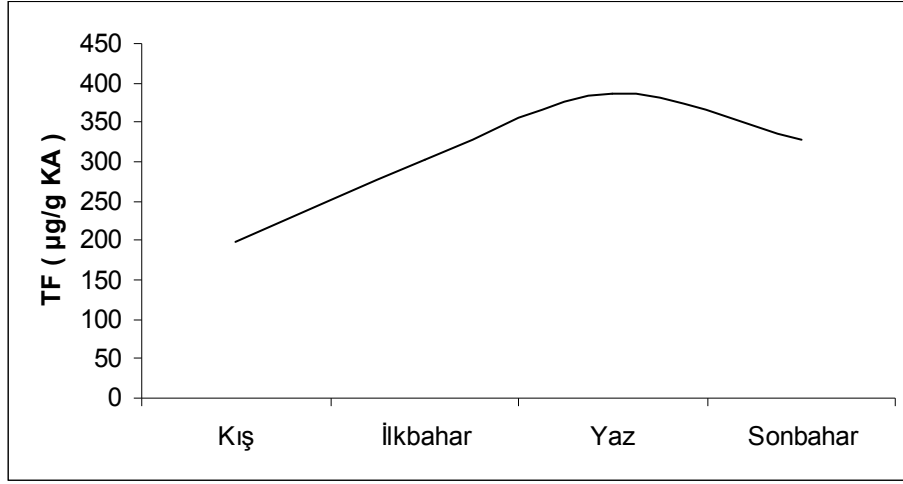
Şekil 3.2. Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel su içeriği (%) değişimi

Cip Baraj Gölü'nde sedimentte organik madde değerinin yıl boyunca fazla değişmediği belirlenmiş en fazla değerin Sonbahar mevsiminde % 15,48 en düşük değerin Yaz mevsiminde % 14,65 olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.3).



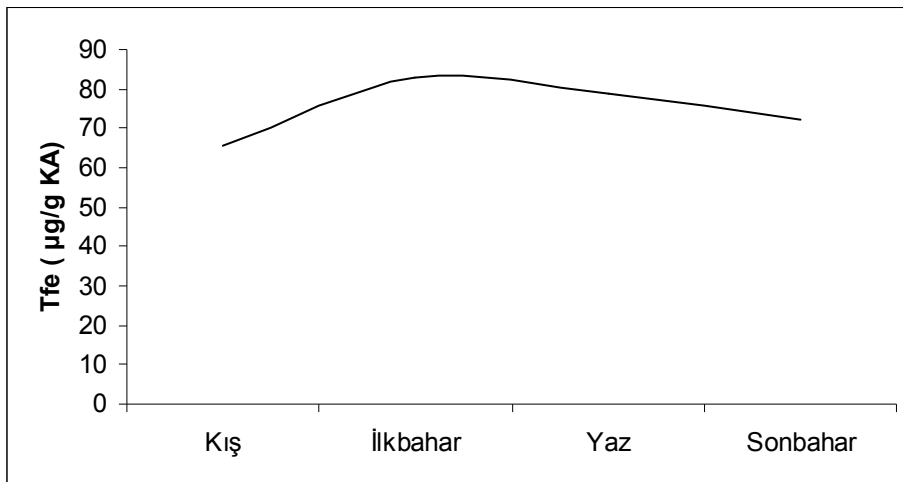
Şekil 3.3. Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel organik madde (%) değişimi

Cip Baraj Gölü'nde sedimentte TF ($\mu\text{g/g KA}$) miktarı yıl boyunca fazla değişmediği belirlenmiş en fazla değerin Yaz mevsiminde $385,74 \mu\text{g/g KA}$ en düşük değerin Kış mevsiminde $198,64 \mu\text{g/g KA}$ olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel TF ($\mu\text{g/g KA}$) değişimi

Cip Baraj Gölü'nde sedimentte TFe ($\mu\text{g/g KA}$) miktarı yıl boyunca fazla değişmediği belirlenmiş en fazla değerin İlkbahar mevsiminde $82,79 \mu\text{g/g KA}$ en düşük değerin Kış mevsiminde $65,45 \mu\text{g/g KA}$ olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Cip Baraj Gölü sedimentin mevsimsel TFe($\mu\text{g/g KA}$) değişimi

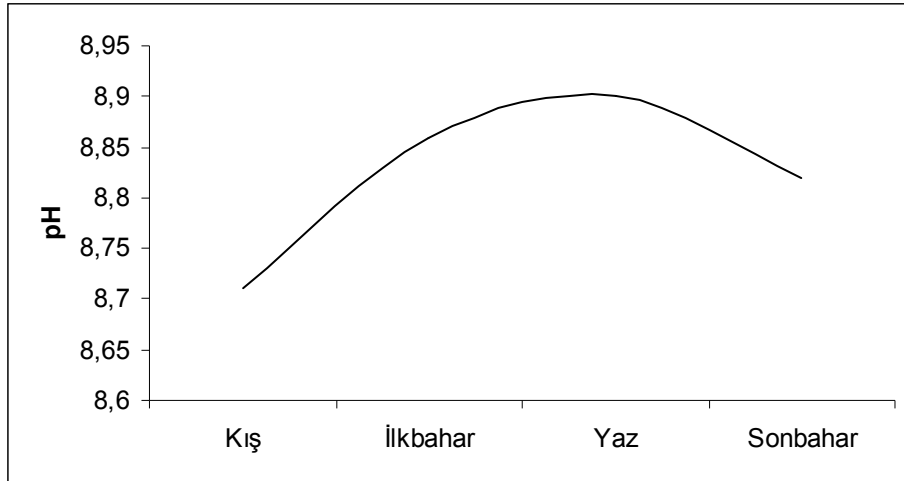
3.2. Cip Baraj Gölü’nde Sediment Gözenek Suyuna İlişkin Bulgular

Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda 2011 yılı Kış-İlkbahar-Yaz-Sonbahar mevsimlerinde pH, toplam fosfor, toplam demir, su içeriği ve organik madde miktarları tespit edilmiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Cip Baraj Gölü’nde sediment gözenek suyunun mevsimsel değişimleri

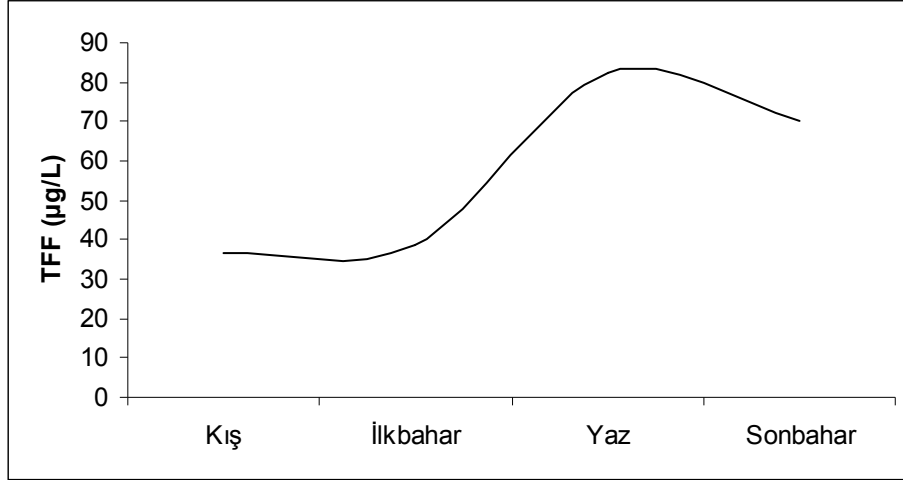
	pH	TFF µg/L	TFO µg/L	Tfe µg/L
Kış	8,71	36,54	22,52	3,68
İlkbahar	8,86	38,49	20,60	4,05
Yaz	8,90	82,15	32,35	4,25
Sonbahar	8,82	70,20	27,56	3,68

Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda pH değeri yıl boyunca önemli değişiklikler göstermemiştir. En yüksek pH değeri 8,90 ile Yaz mevsiminde en düşük pH değeri ise 8,71 olarak Kış mevsiminde ölçülmüştür (Şekil 3.6).



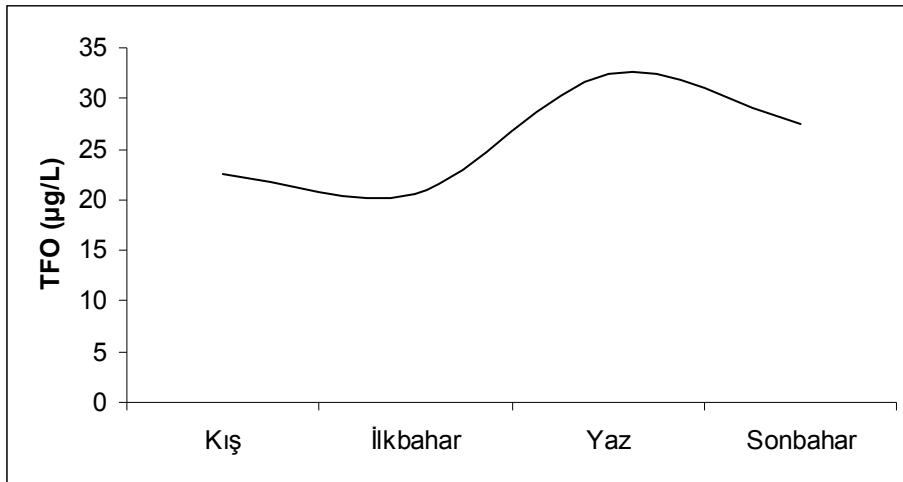
Şekil 3.6. Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel pH değişimi

Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca Kış ve İlkbahar mevsiminde birbirine yakın değerler göstermiş, Yaz ve Sonbahar mevsiminde Kış ve İlkbahar mevsimlerinin yaklaşık iki katı olarak tespit edilmiştir. En yüksek TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri 82,15 ile Yaz mevsiminde en düşük TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 36,54 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.7).



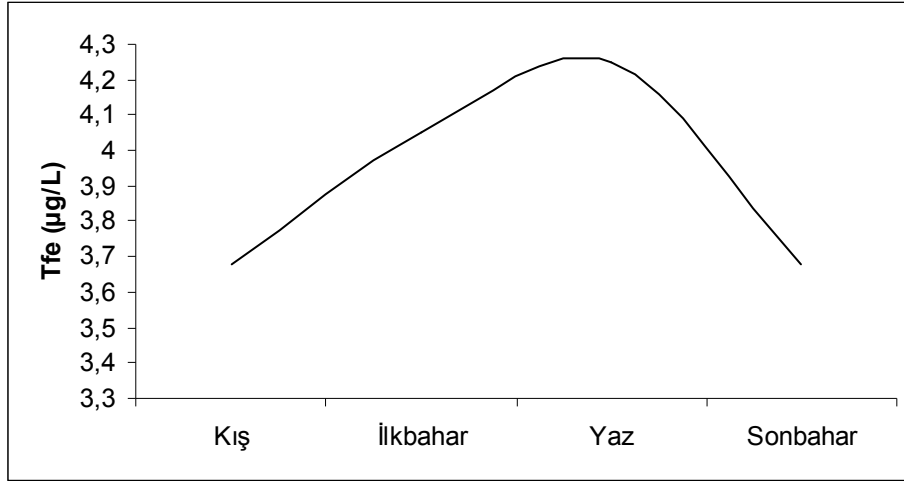
Şekil 3.7. Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel TFF($\mu\text{g/L}$) değişimi

Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca birbirine yakın değerler göstermiş, Yaz mevsiminde diğer aylara göre yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. En yüksek TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri 32,35 ile Yaz mevsiminde en düşük TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 20,60 olarak İlkbahar mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel TFO ($\mu\text{g/L}$) değişimi

Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda TFe ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca birbirine yakın değerler göstermiş, en yüksek TFe ($\mu\text{g/L}$) değeri 4,25 ile Yaz mevsiminde en düşük TFe ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 3,68 olarak Kış ve Sonbahar mevsimlerinde belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda mevsimsel TFe($\mu\text{g/L}$) değişimi

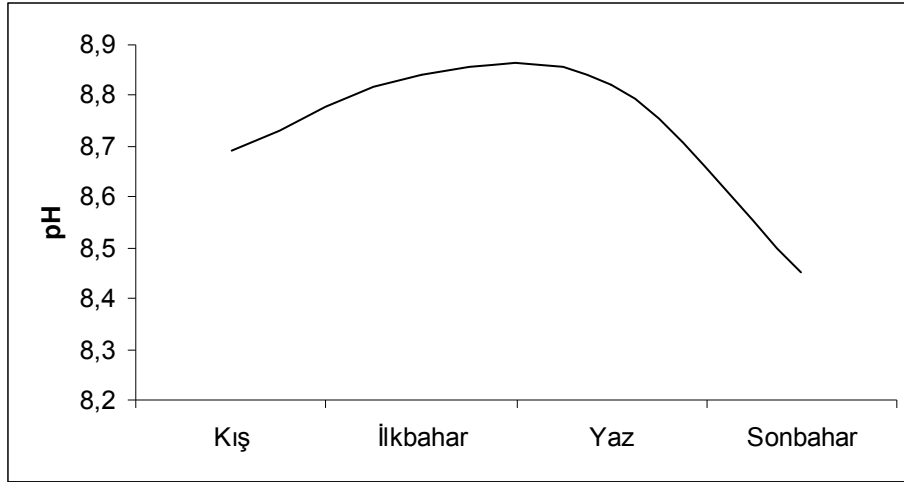
3.3. Cip Baraj Gölü’nde Sediment Üstü Suya İlişkin Bulgular

Cip Baraj Gölü sediment gözenek suyunda 2011 yılı Kış-İlkbahar-Yaz-Sonbahar mevsimlerinde pH, toplam fosfor, toplam demir, su içeriği ve organik madde miktarları tespit edilmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Cip Baraj Gölü’nde sediment üstü suyun mevsimsel değişimleri

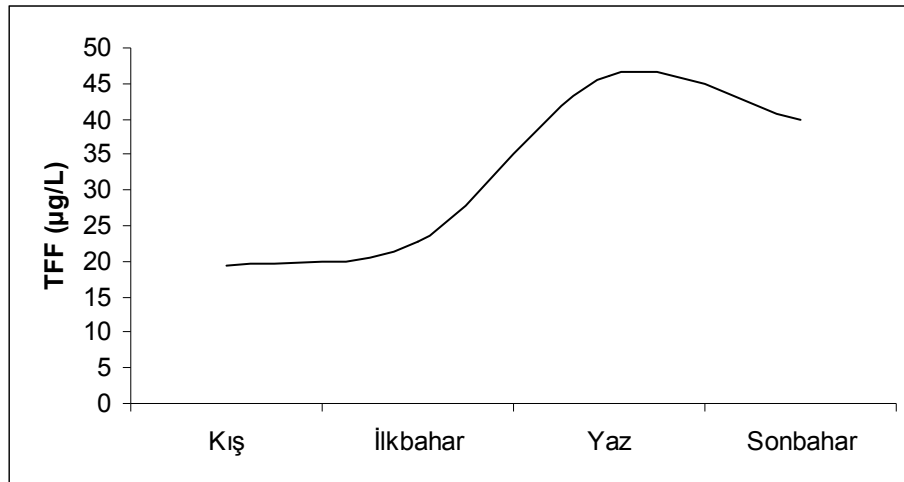
	pH	TF $\mu\text{g/L}$	TO $\mu\text{g/L}$	TFF $\mu\text{g/L}$	TFO $\mu\text{g/L}$	Tfe $\mu\text{g/L}$
Kış	8,69	85,46	28,34	19,28	15,65	3,75
İlkbahar	8,84	112,32	21,45	22,65	12,84	3,98
Yaz	8,82	196,78	48,75	45,96	23,46	4,3
Sonbahar	8,45	185,54	32,22	39,86	18,28	3,75

Cip Baraj Gölü sediment üstü suda pH değeri yıl boyunca önemli değişiklikler göstermemiştir. En yüksek pH değeri 8,84 ile İlkbahar mevsiminde en düşük pH değeri ise 8,45 olarak Sonbahar mevsiminde ölçülmüştür (Şekil 3.10).



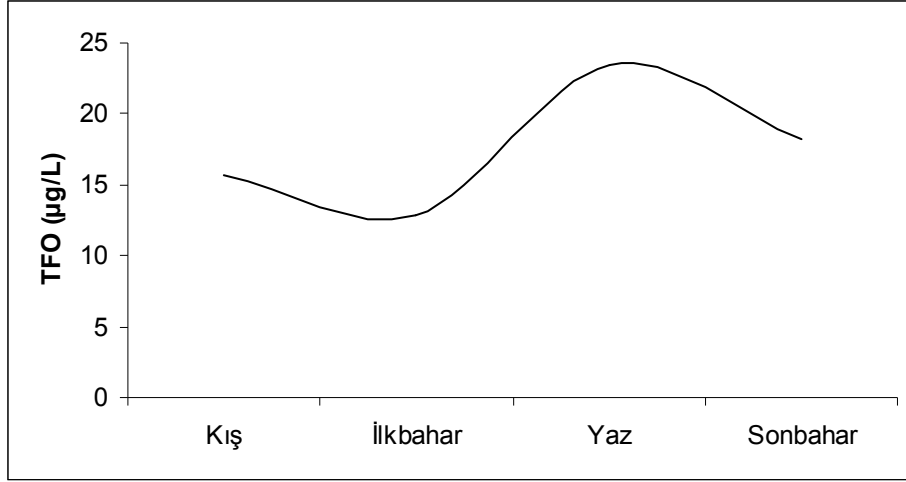
Şekil 3.10. Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel pH değişimi

Cip Baraj Gölü sediment üstü suda TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca Kış ve İlkbahar mevsiminde birbirine yakın değerler göstermiş, Yaz ve Sonbahar mevsiminde Kış ve İlkbahar mevsimlerinin yaklaşık iki katı olarak tespit edilmiştir. Bu özelliği ile sediment gözenek suyu TFF ($\mu\text{g/L}$) değerleri grafiği ile benzerlik göstermiştir. En yüksek TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri 45,96 ile Yaz mevsiminde en düşük TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 39,86 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.11).



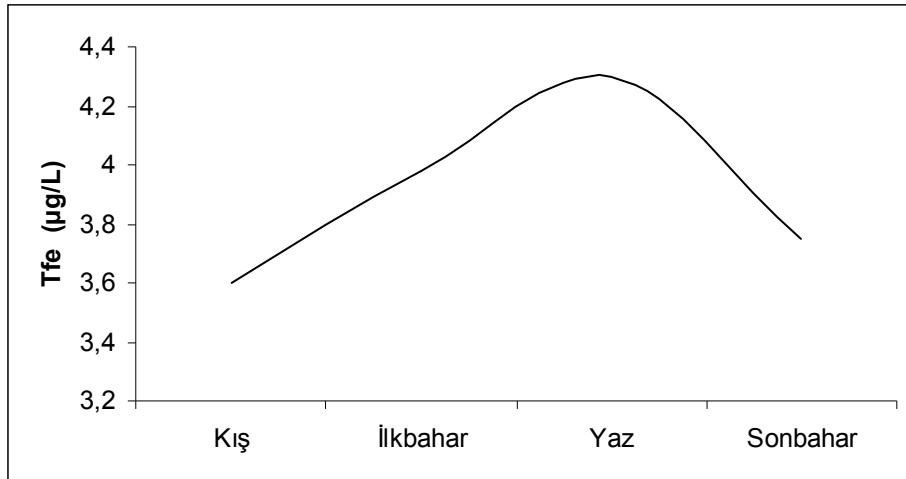
Şekil 3.11. Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TFF($\mu\text{g/L}$) değişimi

Cip Baraj Gölü sediment üstü suda TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca birbirine yakın değerler göstermiş, Yaz mevsiminde diğer aylara göre yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. En yüksek TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri 23,46 ile Yaz mevsiminde en düşük TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 12,84 olarak İlkbahar mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.12).



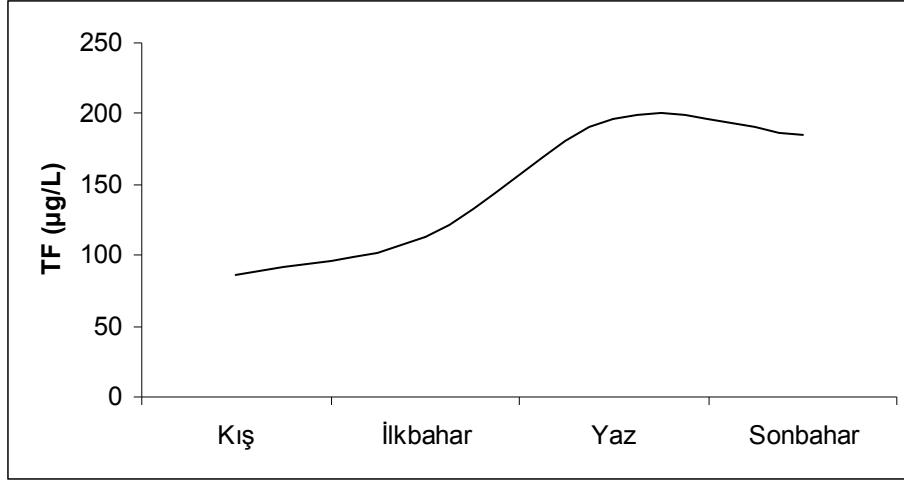
Şekil 3.12. Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TFO ($\mu\text{g/L}$) değişimi

Cip Baraj Gölü sediment üstü suda Tfe ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca birbirine yakın değerler göstermiş, en yüksek Tfe ($\mu\text{g/L}$) değeri 4,25 ile Yaz mevsiminde en düşük Tfe ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 3,60 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.13).



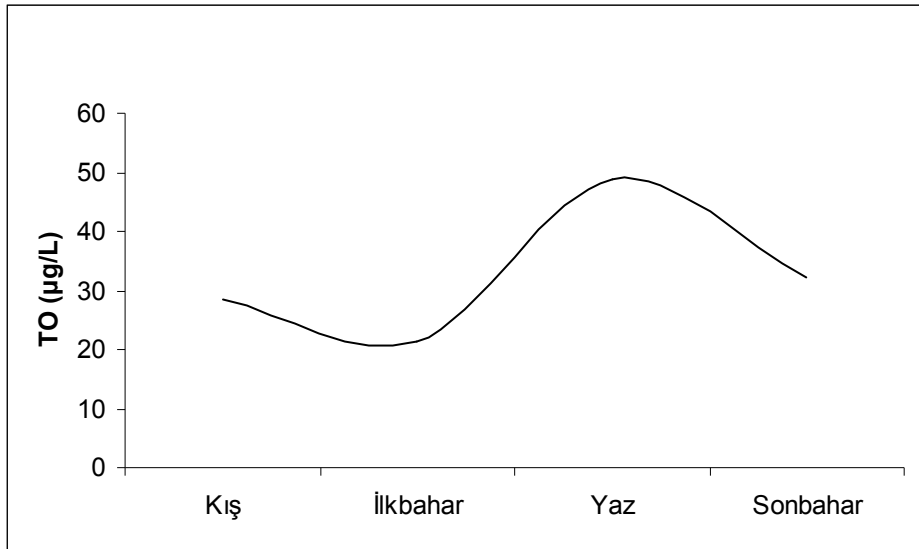
Şekil 3.13. Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel Tfe ($\mu\text{g/L}$) değişimi

Cip Baraj Gölü sediment üstü suda TF ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca birbirine yakın değerler göstermiş, Yaz mevsiminde diğer aylara göre yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. En yüksek TF ($\mu\text{g/L}$) değeri 196,78 ile Yaz mevsiminde en düşük TF ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 85,46 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TF ($\mu\text{g/L}$) değişimi

Cip Baraj Gölü sediment üstü suda TO ($\mu\text{g/L}$) değeri Yaz mevsiminde diğer aylara göre yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. En yüksek TO ($\mu\text{g/L}$) değeri 48,75 ile Yaz mevsiminde en düşük TO ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 21,45 olarak İlkbahar mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Cip Baraj Gölü sediment üstü suyun mevsimsel TO ($\mu\text{g/L}$) değişimi

3.4. Cip Baraj Gölü' ne İlişkin Bulgular

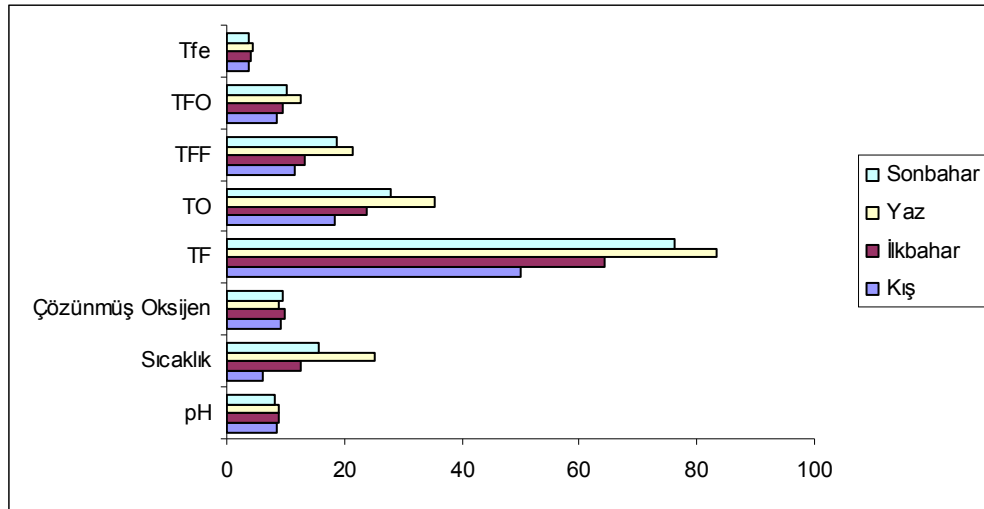
Cip Baraj Gölü suyunda 2011 yılı Kış-İlkbahar-Yaz-Sonbahar mevsimlerinde pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, toplam fosfor, toplam ortofosfat, toplam filtre edilebilir fosfor, toplam filtre edilebilir ortofosfat ve toplam demir miktarları tespit edilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Cip Baraj Gölü'nde suyun mevsimsel değişimleri

	pH	Sıcaklık °C	Çözülmüş Oksijen mg/l	TF µ/L	TO µ/L	TFF µ/L	TFO µ/L	Tfe µ/L
Kış	8,65	6	9,2	50,08	18,25	11,68	8,46	3,82
İlkbahar	8,80	12,5	9,7	64,32	23,91	13,39	9,57	4,16
Yaz	8,75	25,0	8,8	83,24	35,46	21,52	12,60	4,29
Sonbahar	8,25	15,8	9,5	76,28	27,84	18,65	10,28	3,78

Cip Baraj Gölü suyunda yıl boyunca pH değeri farklılık göstermemekle beraber 8,25-8,80 arasında değişiklik göstermiştir. Sıcaklık göl suyunda en düşük Kış mevsiminde 6 °C en yüksek Yaz mevsiminde 25,0 °C ölçülmüştür.

Cip Baraj Gölü suyunda yıl boyunca çözülmüş oksijen değeri farklılık göstermemekle beraber en düşük Yaz mevsiminde 8,8 mg/L en yüksek İlkbahar mevsiminde 9,7 mg/l ölçülmüştür (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Cip Baraj Gölü'nde suyun fiziksel ve kimyasal mevsimsel değişimi

Cip Baraj Gölü suyunda TF ($\mu\text{g/L}$) değeri yıl boyunca birbirine yakın değerler göstermiş, Yaz mevsiminde diğer aylara göre yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir. En yüksek TF ($\mu\text{g/L}$) değeri 83,24 ile Temmuz mevsiminde en düşük TF ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 50,08 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.16).

Cip Baraj Gölü suyunda en yüksek TO ($\mu\text{g/L}$) değeri 35,46 ile Yaz mevsiminde en düşük TO ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 18,25 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.16)

Cip Baraj Gölü suyunda en yüksek TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri 21,52 ile Yaz mevsiminde en düşük TFF ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 11,68 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.16).

Cip Baraj Gölü suyunda en yüksek TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri 12,60 ile Yaz mevsiminde en düşük TFO ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 8,46 olarak Kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.16).

Cip Baraj Gölü suyunda en yüksek Tfe ($\mu\text{g/L}$) değeri 4,29 ile Yaz mevsiminde en düşük Tfe ($\mu\text{g/L}$) değeri ise 3,78 olarak Sonbahar mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.16).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Cip Baraj Gölü'nde Sediment Gözenek Suyuna İlişkin Değerlendirmeler

Sediment gözenek suyu toplam filtre edilebilir fosfor değerleri göllerin besin düzeyleri hakkında bilgi vermektedir. Enell ve Löfgren (1988), sediment gözenek suyu fosfor konsantrasyonunun ötrofik sistemlere (0,1-10 mg/L) oranla oligotrofik ortamlarda (0,01-0,5 mg/L) önemli ölçüde düşük bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada da sediment gözenek suyunda 32-82 µg/L arasında değişen TFF konsantrasyonları gölün ötrofik besin düzeyine yakın değerlerde seyrettiği görülmüştür.

Sediment gözenek suyu toplam filtre edilebilir ortofosfat değerlerinin de göllerin besin durumlarını belirlemede iyi bir indikatör olduğu bilinen bir olgudur. Quigley ve Robbins (1986), sediment gözenek suyu TFO değerlerinin ötrofik göller için 0,06-10,5 µg /L, mezotrofik göller için ise 0,2 µg /L olduğunu bildirmişlerdir. Marsden (1989), sediment gözenek suyu TFO değerini oligotrofik göllerde 0,02 g/m³, ötrofik göllerde ise 12,7 g/m³ olarak, Istvanovics vd. (1989), ise ötrofik karakterdeki Balaton Gölü'nde yürüttükleri bir araştırmada sediment gözenek suyu TFO konsantrasyonlarının 0,03-0,2 mg/L arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Cip Baraj Gölü'nde araştırma periyodunca sediment gözenek suyu TFO konsantrasyonları 20,60-32,35 µg/L arasında değişmiş olup, bulgularımız Quigley ve Robbins (1986) ile Istvanovics vd., (1989)'un bildirmiş oldukları ötrofik göllere ilişkin değerlerle uyumludur.

Sediment gözenek suyu TFO değerlerinin sediment üstü su değerlerinden yaklaşık 15-20 kat fazla olduğu sucul ortamlarda, sedimentten göl suyuna olan fosfor salınımindan söz edilebilmektedir (Enell ve Löfgren, 1988).

Bu çalışmadaki TFO konsantrasyonunun sediment üstü sudaki fosfor derişimlerine oranı (yaklaşık 1,5-2) sedimentten fosfor salınımını teşvik edecek ölçüde yüksek gözükmemektedir. Sucul sistemlerdeki makrofitlerin varlığı sedimente oksijen sağlamak ve sediment gözenek suyundaki TFO konsantrasyonunu düşürerek sedimentten göl suyuna olan fosfor salınımının da düşük kalmasında etkili olmaktadır (Schneider ve Melzer, 2004).

Enell ve Löfgren (1988), sığ ve ötrofik göllerde sediment gözenek suyu fosfor konsantrasyonunun özellikle yaz ve sonbahar aylarında, Carignan (1984), Ramm ve Scheps (1997) ise bahar ve yaz aylarında artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Shaw ve Prepas (1989) tarafından yürütülen bir başka araştırmada sediment gözenek suyu TFO değerlerinin yaz mevsimi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Sediment gözenek suyundaki demirin fosfora oranı, oksijenli sularda demirin fosfora bağlanmasının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Shaw ve Prepas (1990), sediment gözenek suyundaki TFe/TFO oranının 1,8'den, Christensen (1997), bu oranın 1'den büyük olması halinde sedimentten göle olan fosfor salınımının engellendiğini tespit etmişlerdir. Lehtoranta ve Heiskanen (2003), oksijenli sucul sistemlerde ancak TFe/TFO 3,6'dan büyük ise, sedimentten fosfor salınımının engellendiğini belirtmişlerdir. Wetzel (1983) tarafından bildirildiğine göre, TFe/TFO oranı = 0,14-1,4 olan gölde aerobik yüzey katmanından fosfor salınımı rahatlıkla belirlenirken, TFe/TFO oranı = 46-198 olduğunda aerobik koşullarda fosfor salınımı oldukça düşük bulunmuştur. Topçu (2006), Mogan Gölü'nde araştırma süresince sedimentte yüksek saptanan TFe/TFO oranının 1,8'den yüksek olmasının fosfor salınımının düşük kalmasındaki etken olarak belirtmiştir.

Cip Baraj Gölü'nde sediment gözenek suyuna ait TFe/TFO değerleri 0,13-0,19 arasında değişmiştir. Shaw ve Prepas (1990), Christensen (1997), ile Lehtoranta ve Heiskanen (2003)'ün sediment gözenek suyundaki demirin fosfora oranlarına ilişkin bildirişleri dikkate alındığında, araştırmamızda sedimentten fosfor salınımının engellenmediği ortaya konmuştur.

Sediment gözenek suyu pH değerleri sediment üstü su pH değerleri ile yakından ilişkili olduğundan, sediment gözenek suyundaki pH değerlerinin belirlenmesi de önem taşımaktadır (Drake ve Heaney 1987). Bu araştırmada sediment gözenek suyu pH değişim aralığı 8,71-8,90 arasında bulunmuştur. İstasyonlarda sediment gözenek suyu pH değerleri en yüksek yaz aylarında tespit edilmişse de, bu değerler sediment üstü su pH değerleri ile doğrudan ilişkili görülmüştür.

Cip Baraj Gölü'nde sediment gözenek suyu pH değerlerinin yaz aylarında kış aylarına göre daha yüksek saptanması, Sondergaard (1989)'un Danimarka'daki Sobygaard Gölü'nde yaz ayları boyunca sediment gözenek suyuna ilişkin pH değerlerinde artış belirlediği çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Akvatik sistemlerde sediment gözenek suyunun pH'sı, sedimentteki demire bağlı fosfor salınımında önemli bir unsurdur (Sondergaard, 1989; Eckert vd., 1997; Nguyen vd., 1997; Mayer ve Jarrell, 2000; Kisand, 2005).

4.2. Cip Baraj Gölü'nde Sediment Üstü Suyu İlişkin Değerlendirmeler

Sediment üstü su fosfor konsantrasyonu, göllerin besin düzeylerine göre sınıflandırılmasında esas oluşturmaktadır (Outridge vd., 1989; Fraser ve Trew, 1990; Shaw ve Prepas, 1990; Sondergaard vd., 1999).

Cip Baraj Gölü sediment üstü su TF değerleri (85,46-196,78 µg P/l), Wetzel (1983), Auer vd., (1986) ile Vollenweider (1989)'un hiperötrofik göller için 100 µg P/l'den büyük olarak bildirdikleri miktardadır.

Outridge vd., (1989), asidik ve oligotrofik karakterdeki Freshwater Gölü'nde yıllık ortalama fosfor konsantrasyonunun $12,1 \pm 3,3$ µg/L olduğunu, bu değer in ekim ayında maksimuma ulaştığını saptamışken, Sondergaard vd., (1999) sığ ve ötrofik göllerde toplam fosfor değerinin 0,1 mg/L'nin üzerinde olduğunu ve yazın ölçülen göl suyu toplam fosfor değerlerinin, kışın ölçülen değerlerden 2-4 kat daha fazla bulunduğunu belirtmiştir. Cip Baraj Gölü'nde sediment üstü suya ilişkin toplam fosfor derişimleri en yüksek değerlerini yaz aylarında ve geç sonbahar aylarında almıştır. Bulgular Riley ve Prepas (1984), ile Ramm ve Scheps (1997), adlı araştırmacıların, sediment üstü sudaki TF derişimlerini yaz aylarında yüksek saptadıklarına ilişkin bildirişleriyle uyumludur.

Schelske (1989), oldukça sığ olan Okeechobee Gölü'nde yürüttüğü çalışmada, ortofosfat konsantrasyonunun yaz mevsiminin son aylarında minimum düzeyde olduğunu bildirmiştir. Cip Baraj Gölü'nde yürütölen araştırmada ise sediment üstü göl suyu toplam ortofosfat konsantrasyonları en yüksek değerine yaz aylarında ulaşmıştır. Sudaki TO konsantrasyonlarının genellikle bahar aylarında düşmesi sistemdeki inorganik fosforun algler tarafından kullanımı ile açıklanabilir.

Enell ve Löfgren (1988), sediment gözenek suyu toplam filtre edilebilir fosfor konsantrasyonunun sediment üstü su değerlerinden 5-20 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Cip Baraj Gölü sediment üstü su TFF değerleri, sediment gözenek suyu TFF değerleri ile paralel mevsimsel farklılıklar göstermiş, sözü edilen değerlerden yaklaşık 1,5-2 kat olduğu bulunmuştur. Bu durum ise sedimentten fosfor salınımının oldukça düşük kalmasında etkili gözükmektedir.

Sucul ortamlarda sediment üstü su sıcaklığındaki yükselmeler, sedimentte mikrobiyal aktivitedeki artışla ve suda çözönmüş oksijen seviyesindeki azalmayla sonuçlanmaktadır. Su sıcaklığının artışı sedimentten göle fosfor salınımını da teşvik etmektedir (Boström vd., 1988, Lau ve Chu 1999). Cip Baraj Gölü'nde yürütölen bu araştırmada, yaz mevsiminde çözönmüş oksijen konsantrasyonu 8,80 mg/L olup, sediment üstü suyun aerobik olması sedimentte biriken organik madde ayrışmasını arttırdığından, sedimentin organik madde düzeyi düşük tespit edilmiştir. Söz konusu faktörlerin etkisiyle sedimentten yaz aylarında sınırlı düzeyde fosfor salınımı gerçekleşmiştir.

4.3. Cip Baraj Gölü Suyuna İlişkin Değerlendirmeler

Sediment üstü su fosfor konsantrasyonu gibi göllerin homojen olarak temsil edildiği göl sularındaki fosfor konsantrasyonu göllerin besin düzeylerine göre sınıflandırılmasında esas oluşturmaktadır.

Wetzel (1975), ultra-oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<1-5 \mu\text{g P/L}$, oligo-mesotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $5-10 \mu\text{g P/L}$ ve meso-ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise $10-30 \mu\text{g P/L}$ olarak; Whittaker (1975), oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<1-5 \mu\text{g P/L}$, mesotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $5-10 \mu\text{g P/L}$ ve ötrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise $10-30 \mu\text{g P/L}$ olarak; Taylor vd., (1980), oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<10 \mu\text{g P/L}$ ve mesotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $10-30 \mu\text{g P/L}$ olarak; Hakanson ve Jansson (1983), oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<10 \mu\text{g P/L}$ ve mesotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise $8-25 \mu\text{g P/L}$ olarak; Nürnberg (1996), oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini $<10 \mu\text{g P/L}$ ve mesotrofik göllerin toplam fosfor içeriğini ise $10-30 \mu\text{g P/L}$ olarak; OECD (1982) ise oligotrofik göllerin toplam fosfor içeriğinin $3,0-17,7 \mu\text{g P/L}$ (ortalama $8,0 \mu\text{g P/L}$) ve mesotrofik göllerin toplam fosfor içeriğinin $10,9-95,6 \mu\text{g P/L}$ (ortalama $26,7 \mu\text{g P/L}$) arasında değiştiğini kaydetmiştir. Literatürde yer alan indekslere göre, $50,08-83,24 \mu\text{g P/L}$ toplam fosfor içeriğine sahip Cip Baraj Gölü, trofik durumu bakımından mesoötrofik ve ötrofik sınıfına girmektedir.

4.4. Cip Baraj Gölü Sedimente İlişkin Değerlendirmeler

Boyd v.d. (1994) kolloidal formdaki organik maddenin sedimentteki besin elementlerin su kolonuna geçişinde rol oynadığını, Istvanovics (1994), sedimentin organik madde düzeyi % 20'den düşük olan sucul sistemlerde organik madde yapısındaki hümitik asit miktarının oransal olarak fazla olmasının sedimentte fosfor tutulumunda etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Cip Baraj Gölü sedimentinde yüzde (%) organik madde miktarı araştırma periyodunca % 14,65-15,48 arasında değişmiş olup, sedimentin düşük organik madde düzeyine ilişkin bulgularımız Boyd v.d. (1994) ve Istvanovics (1994)'ün bildirişleri doğrultusunda sedimentte azda olsa fosfor tutulumunun olduğunu desteklemektedir.

Limnolojik çalışmaların ana unsurlarından biri olan sedimentin fosfor düzeyi göllerin besin durumlarını belirlemede geniş çapta kullanılmaktadır (Marsden 1989). Cip Baraj Gölü sedimentindeki toplam fosfor konsantrasyonu araştırma periyodunca $198,64 - 385,74 \mu\text{g/g KA}$ arasında değişmiştir. Cip Baraj Gölü sedimentine ilişkin toplam fosfor konsantrasyon değerleri, Carignan (1985)'in $325-771 \mu\text{g/g KA}$, Topçu (2006) $286,00- 1001,50 \mu\text{g/g-}$

KARuban and Demare (1998)'in 1,86 mg/g KA olarak belirttikleri ötrofik göllerin sediment toplam fosfor değerleri ile uyumludur.

KAYNAKLAR

- Ali, A., Reddy, K.R. and DeBusk, W.F.,** 1988. Seasonal changes in sediment and water chemistry of a subtropical shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 159:159-167.
- Almendinger, J.E.,** 1999. A method to prioritize and monitor wetland restoration for water-quality improvement. *Wetlands Ecology and Management*, 6: 241-251.
- Anonim,**1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü 61-73, Ankara.
- Anonymous** 1995. Standart methods for the examination of water and wastewater. 19th edition. John D., Ducas Co., p.1-1193, USA.
- Anonymous,** 1990. Guidelines of Lake Management. Vol 3: Lake Shore Management. International Lake Environment Committee Foundation, Japan.
- Arthington, A.H., Miller, G.J. and Outrige, P.M.,** 1989. Water quality, phosphorus budgets and management of Dune Lakes recreation in Queensland (Australia) .*WaterSci.Tech* 21(2):111-118..
- Auer, M.T., Kreser, M.S. and Canale, R.P.** 1986. Identification of critical nutrient levels through field verification of models for phosphorus and phytoplankton growth.*Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43:379-388
- Ayoub, G.M., Kopman, B. and Pandya, N.,** 2001. Iron and aluminium hydroxy (oxide) coated filter media for low-concentration phosphorus removal. *Water. Environ. Res.*, 73: 478-485.
- Barbieri, A. and Mosello, R.,** 1992. Chemistry and trophic evolution of lake Lugano in relation to nutrient budget, *Aquatic Sciences*, 54, 314; 219 – 237.
- Beklioglu, M., Carvalho, L. and Moss, B.,** 1999. Rapid recovery of a shallow hypertrophic lake following sewage effluent diversion : lack of chemical resilience.*Hydrobiologia*, 412, 5-15.
- Bergman, E., Hansson, L.A, Persson, A., Strand, J., Romere, P., Enell, M., Graneli, W., Svensson, J.M, Hamrin, S.F., Cronbergs, G., Andersson, G. and Bergstrand, E.** 1999. Synthesis of theoretical and empirical experiences from nutrient and cyprinid reductions in lake Kingsjön. *Hydrobiologia*, 404; 145 –156.
- Boers, P., Ballegooijen, L.V. and Uunk, J.,** 1991. Changes in phosphorus cycling in a shallow lake due to food web manipulations. *Freshwater Biology*, 25:9-20.
- Boström, B., Andersen, J.M., Fleischer, S. and Jansson, M.,** 1988. Exchange of phosphorus across the sediment-water interface. *Hydrobiologia*, 170 : 229-244.
- Bostan, V., Dominic, J., Bostina, M. and Pardos, M.,** 2000. Forms of particulate phosphorus in suspension and in bottom sediment in the Danube Delta. *Lakes and Reservoirs: Management*, 5: 105-110. Research and
- Boyd, C.E., Taner, M.E., Madkour, M. and Masuda, K.,** 1994. Chemical characteristics of bottom soils from freshwater and brackishwater aquaculture ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 25(4): 517-534.
- Burley, K.L., Prepas, E.E. and Chambers, P.A.,** 2001. Phosphorus release from sediments in hardwater eutrophic lakes: the effects of redox sensitive and – insensitive chemical treatments. *Freshwater Biology*, 46:1061-1074.
- Burnak, L. and Beklioglu, M.,** 2000. Macrophyte – dominated clearwater state of lake Mogan. *Türk. J. Zool.*, 24; 305 –313.
- Castellvi, M.S., Dohet, A., Vander Borght, P. and Hoffmann, L.** 2001. Control of the eutrophication of the reservoir of Esch-sur-Sure (Luxembourg): evaluation of the phosphorus removal by predams. *Hydrobiologia*, 459: 61-71.

- Carignan, R.**, 1984. Sediment geochemistry in a eutrophic lake colonized by the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum*. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 22:355- 370.
- Carignan, R.**, 1985. Nutrient Dynamics in a Littoral Sediment Colonized by the Submersed Macrophyte *Myriophyllum spicatum*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol 42.
- Cerco, C.F.**, 1989. Measured and modelled effects of temperature, dissolved oxygen and nutrient concentration on sediment-water nutrient exchange. *Hydrobiologia*, 174: 185-194.
- Chalar, G. and Tundisi, J.G.**, 2001. Phosphorus fractions and fluxes in the water column and sediments of a tropical reservoir (Lobo-Broa-SP). *Interat. Rev. Hydrobiol.* 86(2): 183-194.
- Chambers, P.A., Prepas, E.E., Bothwell, M.L. and Hamilton, H.R.** 1989. Roots versus shoots in nutrient uptake by aquatic macrophytes in flowing waters. *Can. J. Aquat. Sci.*, 46 : 435-439.
- Clavero, V., Izquierdo, J.J. Fernandez, J.A. and Niell, F.X.**, 1999. Influence of bacterial density on the exchange of phosphate between sediment and overlying water. *Hydrobiologia*, 392: 55-63.
- Cole, G.A.**, 1983. Textbook of Limnology. The C.V. Mosby Company St. Louis, p. 1-401, Toronto, London.
- Cooke, G.D., Welch, E.B. and Newroth, P.R.**, 1993. Restoration and Management of Lakes and Reservoirs, 2nd ed. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Delince, G.**, 1992. *The Ecology of the Fish Pond Ecosystem*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp.230.
- Demars, B.O. and Harper, D.M.**, 2005. Water column and sediment phosphorus in acalcareous lowland river and their differential response to point source control measures. *Water, Air and Soil Pollution*, 167: 273-293.
- Dillon, P. J.**, 1974. A critical review of Vollenweider's nutrient budget model and other related models. *Water Res. Bull.*, 10 (5); 969 – 989.
- Dokulil, M. T. and Janauver, G. A.**, 1989. Nutrient input and trophic status of the Neue Donau. A high – water control system along the River Danube in Vienna, Austria, International Conf. Water pollution control in the basin of the river Danube, Novi Sad, p. 128-135, Yugoslavia.
- Drake, J.C. and Heaney, S.I.**, 1987. Occurrence of phosphorus and its potential remobilization in the littoral sediments of a productive English lake. *Freshwater Biology*, 17, 513-523.
- Eckert, W., Nishri, A. and Parparova, R.**, 1997. Factors Regulating the Flux of Phosphate at the Sediment-Water Interface of a Subtropical Calcareous Lake: A Simulation Study With Intact Sediment Cores. *Water, Air and Soil Pollution*, 99: 401-409.
- Eckert, W., Didenko, J., Uri, E. and Eldar, D.**, 2003. Spatial and temporal variability of particulate phosphorus fractions in seston and sediments of Lake Kinneret under changing loading scenario. *Hydrobiologia*, 494: 223-229.
- Eckholm, P., Malve, O. And Kirkkala**, 1997. Internal and external loading as regulators of nutrient concentration in the agriculturally loaded lake Phajarvi (Southwest Finland). *Hydrobiologia*
- Enell, M. and Löfgren, S.** 1988. Phosphorus in interstitial water: methods and dynamics. *Hydrobiologia*, 170:103-132.
- Erençin, Z. ve Köksal, G.**, 1981. İçsular Temel Bilimleri *A.Ü.Veteriner Fakültesi Yayınları*, 375 s. 1-160 Ankara.
- Fraser, P. C. and Trew, D.O.**, 1990. A compendium of limnological data for 23 lakes in the Beaver river watershed – environmental quality monitoring branch. *Environmental Protection Services*, 201 p., Edmonton, Alberta.

- Garcia, A.R. and Irio, A.F.** 2003. Phosphorus distributon in sediments of Morales Stream (tributary of the Matanza-Riachuelo River, Argentina). The influence of organic point source contamination. *Hydrobiologia*, 492: 129-138.
- Gerhardt, S. and Schink, B.,** 2005. Redox changes of iron caused by erosion, resuspension and sedimentation in littoral sediment of a freshwater lake. *Biochemistry*, 74: 341-356.
- Goedkoop, W. and Pettersson, K.,** 2000. Seasonal changes in sediment phosphorus forms in relation to sedimentation and benthic bacterial biomass in Lake Erken. *Hydrobiologia*, 431: 41-50.
- Gonzales, M.E.R., Zambrano, E., Mesa, J. and Medina, H.L.,** 2001. Fractional phosphate composition in sediments from a tropical river (Catatumbo River, Venezuela). *Hydrobiologia*, 450: 47-55.,30(10-11): 1323-1331.
- Hakanson L., Jansson M., (1983).** Principles of Lake Sedimentology. Springer, Berlin, Pp:316.
- Heidenreich, M. and Kleeberg, A.,** 2003. Phosphorus-binding in iron-rich sediments of a shallow Reservoir: spatial characterization based on sonar data. *Hydrobiologia*, 506-509: 147-153.
- Hickman, M.,** 1980. Phosphorus, chlorophyll and eutrophic lakes. *Arch. Hydrobiol.* 88(2): 137-145.
- Horppila, J. and Nurminen, L.,** 2001.The effect of an emergent macrophyte (*Typha angustifolia*) on sediment resuspension in a shallow North temperate lake.*Freshwater Biology*,46:1447-1455
- Hupfer, M. and Dolan, A.,** 2003. Immobilization of phosphorus by iron-coated roots of submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, 506-509: 635-640.
- Istvanovics, V.,** 1988. Seasonal variation of phosphorus release from the sediments of shallow lake Balaton (Hungary). *Wat. Res.*, Vol. 22. No. 12, pp. 1473-1481.
- Istvanovics, V., Herodek, S. and Szilagyi, F.,** 1989. Phosphate Adsorbtion by Different Sediment Fractions In Lake Balaton And Its Protecting Reservoirs. *Wat.Res.*, 23 (11) : 1357-1366.
- Istvanovics, V.,** 1994. Fractional composition, adsorbtion and release of sediemnt phosphorus in the Kiss-Balaton Reservoir. *Wat. Res.*, Vol.28. No:3, pp 717-726.
- James, W.F., Best, E.P. and Barko, J.W.,** 2004. Sediment resuspension and light attenuation in Peoria Lake: can macrophytes improve water quality in this shallow system? *Hydrobiologia*, 515: 193-201.
- Jonsson, A.,** 1997. Fe and Al Sedimentation and Their Importance as Carriers for P, N and C in a Large Humic Lake in Northern Sweden. *Water Air and Soil Pollution*, 99: 283-295.
- Kaçar, B.,** 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 3: Toprak Analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3.
- Kadlec, J.A.,** 1986. Effects of Flooding on Dissolved and Suspended Nutrients in Small Diked Marshes. *Can. J. Aquat. Sci.*, Vol. 43.
- Kisand, A.,** 2005. Distribution of sediment phosphorus fractions in hypertrophic strongly stratified Lake Verevi. *Hydrobiologia*. 547: 33-39.
- Kleeberg, A. and Kozerski, H.P.,** 1997. Phosphorus release in Lake Graßer Müggelsee and its implications for lake restoration. *Hydrobiologia*, 342/343: 9-26.
- Kleeberg, A. and Schlunbaum, G.,** 1993. In situ phosphorus release experiments in the Warnow River (Mecklenburg, northern Germany). *Hydrobiologia*, 253: 263-274.
- Krogerus, K. and Ekholm, P.,** 2003. Phosphorus in settling matter and bottom sediments in lakes loaded by agriculture. *Hydrobiologia*, 429: 15-28.

- Lau, S.S.S. and Chu, L.M.,** 1999. Contaminant release from sediments in a coastal wetland. *Wat. Res.*, 33(4): 909-918.
- Lavery, P.S., Oldham, C.E. and Ghisalberti, M.,** 2001. The use of Fick's First Law for predicting porewater nutrient fluxes under diffusive conditions. *Hydrological Processes*, 15: 2435-2451.
- Lehtoranta, J. and Heiskanen, A.S.,** 2003. Dissolved iron-phosphate ratio as an indicator of phosphate release to oxic water of the inner and outer coastal Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 492: 69-84.
- Levine, S.N and Schindler, D. W.,** 1989. Phosphorus, nitrogen and carbon dynamics of Experimental Lake 303 during recovery from eutrophication. *Can. J. Fish, Aquat. Sci.*, 46: 2-10.
- Liere Lois V., Gulati. R. D. Wortelboer, F.G. and Lammens, E. H.R.R.,** 1990. Phosphorus dynamics following restoration measures in the Loosdrecht Lakes (The Netherlands). *Hydrobiologia*, 191; 87 –95.
- Maassen, S., Röske, I. and Uhlmann, D.,** 2003. Chemical and Microbial Composition of sediments in reservoirs with different trophic state. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 88(5):508-518.
- Magni, P., Micheletti, S., Casu, D., Floris, A., Giordani, G., Petrov, A.N., Falco, G.D. and Castelli, A.** 2005. Relationships between chemical characteristics of sediments and macrofaunal communities in the Cabras lagoon (Western Mediterranean, Italy). *Hydrobiologia* 550: 105-119.
- Manning, P.G.,** 1987. Phosphate Ion Interactions at the Sediment-Water Interface in Lake Ontario: Relationship to Sediment Adsorption Capacities. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 44.
- Marsden, Martin W. 1989.,** Lake restoration by reducing external phosphorus loading: the influence of sediment phosphorus release. *Freshwater Biology*, 21 p. 139-162.
- Mathews, L. and Chandramohanakumar, N.,** 2003. The ratios of carbon, nitrogen and phosphorus in a wetland coastal ecosystem of Southern India. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 88(2): 179-186.
- Mayer. T.D. and Jarrell, W.M.,** 2000. Phosphorus sorption during iron (II) oxidation in the presence of dissolved silica. *Wat. Res.*, Vol. 34, No. 16, pp 3949-3956.
- McDougall, B.K. and Ho, G.E.** 1991. A study of the eutrophication of the North Lake, Western Australia, *Wat. Sci. Tech.*, 23: 163-173.
- Molen, D.T. and Portielje, R.,** 1999. Multi –lake studies in the Netherlands : trends in eutrophication. *Hydrobiologia*, 408 /409; 359 –365.
- Montigny, C.D. and Prairie, Y.T.,**1993. The relative importance of biological and chemical processes in the release of phosphorus from a highly organic sediment. *Hydrobiologia*, 253: 141-150.
- Moss, B.,**1988. Ecology of fresh waters. Man and Medium 2nd Edition, Oxford Blackwell Scientific Publications, p. 1-417, London.
- Nguyen, L.M., Cooke, J.G. and McBride, G.B.,** 1997. Phosphorus Retention and Characteristics of Sewage-Impacted Wetland Sediments. *Water, Air and Soil Pollution*, 100:163-179.
- Nguyen, L.M.,** 2000. Phosphate incorporation and transformation in surface sediments of a sewage-impacted wetland as influenced by sediment sites, sediment pH and added phosphate concentration. *Ecological Engineering*, 14:139-155.
- Nürnberg, G.K.** 1984. The prediction of internal phosphorus load in lakes with anoxic hypolimnia. *Limnol. Oceanogr.*, 29(1) : 111-124.
- Nürnberg, G.K.,** (1996). Trophic state of clear and colored, soft and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish, *J. Lake and*

- Reservoir Management 12, 432–447.
- Nürnberg, G.K., Shaw, M., Dillon, P.J. and Mc Queen, D.J.** 1986. Internal Phosphorus Load on an Oligotrophic Precambrian Shield Lake with an Anoxic Hypolimnion. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 574-580.
- OECD, (1982).** Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control), Environment Directorate, OECD, Paris, Pp:154.
- Oenema, O.,**1991. Nitrogen and phosphorus budgets in dutch agriculture and farm strategies to increase fertilizer efficiency. *Wat. Sci. Tech.*, 24 (10); 341 –342.
- Outridge, P.M., Mitler, G.J., and Arttington, A.H.,** 1989. Limnology of naturally acidic, oligotrophic dune lakes in subtropical Australia, including chlorophyll phosphorus relationships. *Hydrobiologia*, 179 ; 39-51.
- Perkins, R.G. and Underwood, G.J.C.** 2002. Partial recovery of a eutrophic reservoir through managed phosphorus limitation and unmanaged macrophyte growth. *Hydrobiologia*, 481: 75-87.
- Petticrew, E. L. And Arocena, J.M.,** 2001. Evaluation of iron-phosphate as a source of internal lake phosphorus loadings. *The Science of the Total Environment*, 266: 87-93.
- Pieczynska, E.,** 1990. Littoral habitats and communities. In: S.E. Jorgensen and R.A.Vollenweider (Editors), *Guidelines of Lake Management 3, Lake Shore Management*, International Lake Environment Committee, p.39-73, Japan.
- Premazzi, G. and Provini, A.** 1985. Internal phosphorus loading in lakes: A different approach to its evaluation. *Hydrobiologia*, 120:23-33.
- Pulatsü, S. and Aydın, F.,**1997. Water Quality and Phosphorus Budget of Mogan Lake, Turkey. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*. 25 (3): 128-134.
- Pulatsü, S. ve Karabacak, O.N.,** 2003. Bazı Restorasyon Önlemleri Sonrası Mogan Gölü'nün (Ankara) Besin Düzeyinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2(10): 7-14.
- Qu, W., Morrison, R.J. and West R.J.,** 2003. Inorganic nutrient and oxygen fluxes across the sediment-water interface in the inshore macrophyte areas of a shallow estuary (Lake Illawarra, Australia). *Hydrobiologia*, 492: 119-127.
- Quigley, M.A. and Robbins, J.A.,** 1986. Phosphorus release processes in nearshore Southern Lake Michigan. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 1201-1207.
- Xu, F.L., Tao, S., Dawson, R.W. and Xu, Z.R.** 2003. The distributions and effects of nutrients in the sediments of a shallow Chinese Lake. *Hydrobiologia*, 429: 85-93.
- Ramm, K. and Scheps, V.,** 1997. Phosphorus balance of a polytrophic shallow lake with the consideration of phosphorus release. *Hydrobiologia*, 342/343: 43-53.
- Riley, E.T. and Prepas, E.E.** 1984. Role of internal phosphorus loading into shallow, productive lakes in Alberta, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 41: 845-855.
- Roden, E.E. and Edmonds, J.W.,** 1997. Phosphate mobilization in iron-rich anaerobic sediments: microbial Fe(III) oxide reduction versus iron-sulfide formation. *Arc. Hydrobiol.*, 139(3): 347-378.
- Ruban, V. and Demare, D.,** 1998. Sediment Phosphorus and Internal Phosphate Flux in the Hydroelectric Reservoir of Bort-les-Orgues, France. *Hydrobiologia*, 373/3374: 349-359.
- Ruttner, V.,**1975. Phosphorus cycling in lakes. *Fundamentals of Limnology*. 3rd Edition, University of Toronto Press, p. 1-273, Toronto and Buffalo.
- Sakadevan, K. And Bavor, H.J.,** 1998. Phosphate adsorption characteristics of soils, slags and zeolite to be used as substrates in constructed wetland systems. *Wat. Res.*, 32(2): 393-399.

- Scharf, W.**, 1999. Restoration of the highly eutrophic Lingese Reservoir. *Hydrobiologia*, 416; 85–96.
- Schelske, C.L.**, 1989. Assessment of nutrient effects and nutrient limitation in lake Okeechobee. *Water Research Bulletin*, Vol. 25, No : 6, 1119-1130.
- Schneider, S. and Melzer, A.**, 2004. Sediment and water nutrient characteristics in patches of submerged macrophytes in running waters. *Hydrobiologia*, 527: 195- 207.
- Shrestha, M.K. and Lin, C.K.**, 1996. Determination of Phosphorus Saturation Level in Relation to Clay Content in Formulated Pond Muds. *Aquacultural Engineering*, 15 (6):441-459.
- Schulz, M., Kozerski, H.P., Plunkte, T. and Rinke, K.**, 2003. The influence of macrophytes on sedimentation and nutrient retention in the lower River Spree (Germany). *Water Research*, 37: 569-578.
- Serrano, L., Bujak, C. and Toja, J.**, 2003. Variability of the sediment phosphate composition of a temporary pond (Donana National Park, SW Spain). *Hydrobiologia*, 429: 159-169.
- Shaw, J.F.H. and Prepas, E.E.** 1989., Temporal and Spatial Patterns of Porewater Phosphorus in Shallow Sediments, and its Potential Transport into Narrow Lake, Alberta. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 46.
- Shaw, J.F.H. and Prepas, E.E.** 1990., Relationships between phosphorus in shallow sediments and in the trophogenic zone of seven Alberta Lakes. *Wat. Res.*, Vol. 24 No.5, pp. 551-556.
- Shomar, B.H., Müller, G. and Yahya, A.** 2005. Seasonal variations of chemical composition of water and bottom sediments in the wetland of Wadi Gaza, Gaza Strip. *Wetlands Ecology and Management*, 13: 419-431.
- Sinke, A.J.C., Cornelese, A.A., Keizer, P., Van Tongeren, O.F.R. and Cappenberg, T.E.** 1990. Minerilization, pore water chemistry and phosphorus release from peaty sediments in the eutrophic Loosdrecht lakes, The Netherlands. 23: 587-599.
- Sondergaard, M.**, 1989. Phosphorus release from a hypertrophic lake sediment: Experiments with intact sediment cores in a continuous flow system. *Arch. Hydrobiologia*, 116/1 45-59.
- Sondergaard, M., Jensen, J. P. and Jeppesen, E.**, 1999. Internal phosphorus loading in shallow Danish Lakes. *Hydrobiologia*, 408 /409; 145 –152.
- Sondergaard, M., Jensen, J. P. and Jeppesen, E.**, 2001. Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. *The Scientific World*, 1: 427-442.
- Sondergaard, M., Jensen, J.P. and Jeppesen, E.**, 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. *Hydrobiologia*, 506-509: 135-145.
- Stevens, R. J. J. and Neilson, M.A.**, 1987. Response of Lake Ontario to reductions in phosphorus load, 1967 – 82. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44; 2059 –2068.
- Szilagyi, F., Somlyódy, L. and Koncsos, L.**, 1990. Operation of the Kis-Balaton reservoir: evaluation of nutrient removal rates. *Hydrobiologia*, 191; 297 –306.
- Taylor W.D., Lambou V.W., Williams L.R., Hern S.C.**, (1980). Trophic state of lakes and reservoirs. USEPA Technical Report E-80-3, Pp:26.
- Topçu A.**, 2006. Mogan Gölü Litoral Sedimentte Fosforun Mevsimsel ve Yersel Değişimi ile Göle Salınım Potansiyelinin Araştırılması, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Uslu, O. ve Türkman, A.**, 1987. *Su kirliliği ve kontrolü*. TC. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, s 1-364, İzmir.
- Van Huet H. J. W. J.**, 1990. Phosphorus eutrophication research in the lake district of south western Friesland, The Netherlands. Preliminary results of abiotic studies. *Hydrobiologia*, 191; 75 –85.

- Vollenweider R. A**, 1989, Global problems of eutrophication and its control, Symp. Biol. Hung., 38, 19–41.
- Wetzel, R.G.**, 1983. *Limnology*. W.B. Saunders Co., 767 p., Philadelphia. **Wetzel, R.H.** and **Likens, G.E.** 1991. *Limnological Analysis*, 2nd Edition, 391p, Springer Verlag Newyork.
- Wetzel, R.G.**, (1975). *Limnology*, W. B. Saunders Company, London, Pp:743.
- Whittaker R.H.**, (1975). *Communities and Ecosystems*, Second edition, MacMillan Pub. Co., New York, Pp:387.
- Yerli, S.V.** 2002. Mogan Gölü havza biyolojisi zenginlikleri ve ekolojik yönetim planı. Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu 167 s., Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Elazığ'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Elazığ ilinde, lise öğrenimimi Erzincan Laborant Meslek Lisesinde (1998) tamamladım. 2001 yılında Sivas İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne Laborant olarak atandım. 2002 yılında Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ni kazandım ve Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne Laborant olarak naklen atandım. 2006 yılında Su Ürünleri Fakültesi'nden mezun oldum. 2008 yılında Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne Su Ürünleri Mühendisi olarak naklen atandım. 2009 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Öğrenimi'ni kazandım. Halen Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Elazığ Su Ürünleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğünde Su Ürünleri Mühendisi olarak görev yapmaktayım. Evli ve bir çocuk babasıyım.