

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

GALA GÖLÜ VE ÇEVRESİNDE AĞIR METAL DERİŞİMİNİN DİNAMİĞİ



GÖKÇEN BAYRAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANA BİLİM DALI**

**TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. HASAN HAYRİ TOK**

**2004
EDİRNE**

154281

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GALA GÖLÜ VE ÇEVRESİNDE AĞIR METAL DERİŞİMİNİN DİNAMİĞİ

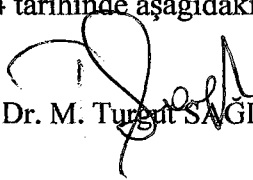
GÖKÇEN BAYRAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu tez 30/07/2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hasan H. TOK



Prof. Dr. M. Turgut SAĞLAM



Yrd. Doç. Dr. Füsün EKMEKYAPAR

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GALA GÖLÜ VE ÇEVRESİNDE AĞIR METAL DERİŞİMİNİN DİNAMİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK ANABİLİM DALI

ÖZET

Gala Gölü ve çevresindeki su kaynaklarında ağır metal kirliliğini belirlemek amacı ile yedi ay süreyle, göl dışında 3, göl içinde 6 olmak üzere toplam 9 noktadan su örnekleri alınmıştır. Kurşun, nikel, çinko, bakır, mangan, kadmiyum, demir ve kobalt konsantrasyonlarını ve dinamiğini belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda, ağır metal konsantrasyonlarının mevsimlere, aylara ve numune alınan noktalara göre değişim gösterdiği görülmüştür.

Karasaz Pompa İstasyonu'ndan alınan su örneklerinde metal konsantrasyonları, diğer noktalara göre daha yüksek bulunmuştur. Ağustos ayında alınan örneklerde kurşun, bakır ve kobalt konsantrasyonları diğer aylara göre yüksek bulunmuştur. Mayıs ayında nikel, mangan, kadmiyum, kobalt, demir ve çinko konsantrasyonlarında bir artış görülmektedir. Özellikle Karasaz Pompa İstasyonu ve IP1 kanalında Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yüksek değerler görülmüştür. Metallerin maksimum ve minimum konsantrasyonları aşağıdaki gibidir:

Pb:	iz düzeyde- 0.177 ppm,
Ni:	iz düzeyde- 0.056 ppm,
Zn:	iz düzeyde- 0.050 ppm,
Cu:	iz düzeyde- 0.125 ppm,
Mn:	iz düzeyde- 0.553 ppm,
Cd:	iz düzeyde- 0.019 ppm,
Fe:	iz düzeyde- 0.332 ppm
Co:	iz düzeyde- 0.073 ppm.

Alınan örnekler nikel, çinko, demir ve mangan bakımından genellikle I. Sınıf su kalitesinde olmakla beraber, kurşun, kadmiyum, bakır ve kobalt bakımından III. ve IV. Sınıf su özelliği göstermektedir.

2004, 59 sayfa

ANAHTAR KELİMELER:

Gala Gölü, Ağır Metaller, Su Kalitesi

TRAKYA UNIVERSITY
THE INSTITUTE OF NATURAL SCIENCE

THE DINAMIC OF HEAVY METAL CONCENTRATION OF LAKE GALA AND
ITS SURROUNDINGS

MASTER THESIS
SOIL SCIENCE

SUMMARY

In order to determine the heavy metal pollution in water sources in Lake Gala and its surroundings, water samples has been taken from 9 points- 3 of them outside lake, 6 of them in lake. As a result of analyses made to determine the concentrations and dinamic of lead, nickel, zinc, copper, manganese, cadmium, iron and cobalt, it is determined that the heavy metal concentrations change according to the seasons, months and the points where samples have been taken.

It has been seen that the heavy metal concentration in water samples taken from Karasaz pump station are more than the other stations. The concentration of Pb, Cu and Co in the samples in August are more than the other months. It has been seen that in May the concentrations of Ni, Mn, Cd, Co, Zn and Fe has been increased. Especially in Karasaz Pump Station and IP1 chanel the concentration of Mn has increased in March, April and May. Minimum and maximum concentrations of elements are given as in the following:

Pb: trace- 0.177 ppm
Ni: trace- 0.056 ppm
Zn: trace- 0.050 ppm
Cu: trace- 0.125 ppm
Mn: trace- 0.553 ppm
Cd: trace- 0.040 ppm
Fe: trace- 0.332 ppm
Co: trace- 0.073 ppm

The taken samples are usually in I. Class water quality from the point of Ni, Zn, Fe and Mn, however; they are in III. And IV. Class water quality from the point of Pb, Cd, Cu and Co.

2004, 59 pages

KEY WORDS:

Lake Gala, Heavy Metals, Water Quality

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	iii
SUMMARY	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Su örneklerinin alındığı bölgenin genel özellikleri	13
3.1.2. Su örneklerinin alındığı yerler	20
3.2. Yöntem	22
3.2.1. Su örneklerinin alınması ve analize hazırlanması	22
3.2.2. Su örneklerinin analizleri	22
4. BULGULAR	23
4.1. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Pb Konsantrasyonları	23
4.2. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Ni Konsantrasyonları	27
4.3. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Zn Konsantrasyonları	30
4.4. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Cu Konsantrasyonları	34
4.5. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Mn Konsantrasyonları	37
4.6. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Cd Konsantrasyonları	40
4.7. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Fe Konsantrasyonları	44
4.8. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Co Konsantrasyonları	48
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	58
TEŞEKKÜR	59

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Sulama sularında aşılması gereken ağır metal konsantrasyonları sınır değerleri (ppm)	9
Çizelge 4.1.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Pb konsantrasyonları	23
Çizelge 4.1.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Pb konsantrasyonları	23
Çizelge 4.2.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonları	27
Çizelge 4.2.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonları	27
Çizelge 4.3.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonları	30
Çizelge 4.3.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonları	30
Çizelge 4.4.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonları	34
Çizelge 4.4.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonları	34
Çizelge 4.5.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Mn konsantrasyonları	37
Çizelge 4.5.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Mn konsantrasyonları	37
Çizelge 4.6.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonları	40
Çizelge 4.6.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonları	40
Çizelge 4.7.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonları	44
Çizelge 4.7.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonları	44
Çizelge 4.8.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Co konsantrasyonları	48
Çizelge 4.8.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Co konsantrasyonları	48

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Gala Gölü ve çevresindeki alanlar	13
Şekil 3.2. Su örneklerinin alındığı yerler	21
Şekil 4.1.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	26
Şekil 4.1.2. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	26
Şekil 4.1.3. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	26
Şekil 4.1.4. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	26
Şekil 4.1.5. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	26
Şekil 4.1.6. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	26
Şekil 4.1.7. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları	27
Şekil 4.2.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları	29
Şekil 4.2.2. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları	29
Şekil 4.2.3. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları	30
Şekil 4.2.4. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları	30
Şekil 4.2.5. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları	30
Şekil 4.3.1. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları	33
Şekil 4.3.2. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları	33
Şekil 4.3.3. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları	33
Şekil 4.3.4. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları	33
Şekil 4.3.5. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları	33
Şekil 4.4.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	36
Şekil 4.4.2. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	36
Şekil 4.4.3. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	36
Şekil 4.4.4. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	36

Şekil 4.4.5. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	37
Şekil 4.4.6. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	37
Şekil 4.4.7. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	37
Şekil 4.4.8. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları	37
Şekil 4.5.1. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları	39
Şekil 4.5.2. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları	39
Şekil 4.5.3. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları	40
Şekil 4.5.4. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları	40
Şekil 4.5.5. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları	40
Şekil 4.6.1. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları	43
Şekil 4.6.2. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları	43
Şekil 4.6.3. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları	43
Şekil 4.6.4. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları	43
Şekil 4.6.5. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları	43
Şekil 4.6.6. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları	43
Şekil 4.7.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	46
Şekil 4.7.2. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	46
Şekil 4.7.3. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	47
Şekil 4.7.4. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	47
Şekil 4.7.5. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	47
Şekil 4.7.6. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	47
Şekil 4.7.7. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	47
Şekil 4.7.8. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları	47
Şekil 4.8.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları	50

Şekil 4.8.2. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları	50
Şekil 4.8.3. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları	51
Şekil 4.8.4. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları	51
Şekil 4.8.5. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları	51
Şekil 4.8.6. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları	51



KISALTMALAR

AAS: Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre

KÇOSAD: Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği

DSİ: Devlet Su İşleri XI. Bölge Müdürlüğü

SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği



1. GİRİŞ

Dünyada hızlı nüfus artışına paralel olarak doğal kaynakların kullanımı da kontrolsüz bir şekilde artmıştır. Geçmiş yıllarda bazı doğal kaynakların, özellikle ekosistemlerin, işlevleri ve yararları yeterince bilinmediğinden bu kaynakların kullanım amacı belirlenmemiş ve plansız kullanım ortaya çıkmıştır. Son yıllarda toplumlarda gelişen “sürdürülebilir kalkınma” kavramı ile doğal kaynakların, gerek temel tüketimde gerekse endüstriyel kullanımda kontrollü ve geri dönüşümü sağlanacak şekilde kullanıldığı görülmektedir. Ancak, ilk bakışta parasal değerlerle ifade edilemeyecek kadar zenginlikleri olan birçok kaynağın kısa vadedeki getirileri hesaplanarak yapılan tüketimi, geri dönüşü olmayan nitel ve nicel kayıplara yol açmaktadır.

Özellikleri ve faydaları yeterince bilinip dikkate alınmayan ve verimsiz alanlar olarak nitelendirilen kaynaklardan biri de sulak alanlardır. Ramsar Sözleşmesi’nde sulak alanlar, “doğal veya yapay; devamlı veya geçici; tatlı, acı veya tuzlu, durgun veya akıntılı, denizlerin gel-git hareketlerinin çekilme devresinde derinliği altı metreyi geçmeyen bütün sular, sazlık, bataklık, sulak çayırlar ve turbiyerler” olarak tanımlanmaktadır (Çevre Bakanlığı, 1998). Tropikal ormanlardan sonra birim alanda en çok biyomas üreten ekosistemler olan sulak alanlar (Kaya ve Kurtonur, 2000), su düzenlerinde olabilecek değişimlerden olumsuz etkilenir ve genellikle eğimsiz ve yavaş su akışına sahip yeryüzü biçimlerinde yer alırlar (Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, 2001).

Sulak alanlar; bulundukları bölgenin su rejimini dengeler, taşkın etkilerini azaltır, ısının depolanması ve salınması yoluyla yörenin iklimini stabilize eder, tortu ve zehirli maddeleri alıkoyarak ya da besin maddelerini kullanarak suyu temizler, karbondioksitin emilmesi ve Güneş ışımalarının bağlanması yoluyla yüksek düzeyde bitkisel üretim meydana getirir. Sulak alanlar, geçmişte sıtma hastalığının kaynağı olarak görülmüş ve tarım ya da yerleşim amaçlı kurutulmuştur (Devlet Su İşleri XI. Bölge Müdürlüğü, 2003, www.cevreorman.gov.tr, 2004).

Aşağı Meriç Deltası, Meriç Nehri’nin denize ulaşmasından önce, suların getirdiği mil yığınının birikmesiyle oluşan, su derinliği yıl içinde fazla değişmeyen (KÇOSAD, 2001); Meriç Nehri, sürekli tatlı su gölleri, sürekli ya da mevsimsel tuzlu/acı göller ve mevsimsel tuzlu bataklıklar ile kıyısal acı su lagünlerinden oluşan bir sulak

alandır. Meriç Deltası Sulak Alanı, ılıman iklim koşulları, kuşların ana göç yolları üzerinde bulunması, göreceli olarak yalıtılmış olması, yaz aylarında Meriç Nehri'nin akımlarının azalmasıyla deniz sularının ırmak ağzından girerek menbaya doğru oldukça uzun mesafelerdeki alanları etkilemesi nedeni ile çok sayıda yabanıl hayvan türüne ve aralarında geleceği tehlikede olan çok sayıda kuş türüne yaşama ortamı olmaktadır. Meriç Deltası, bitki türleri, tatlı ya da tuzlu sularda yaşayan balık türleri, hem karada hem suda yaşayan canlı türleri, sürüngenler ve memeli hayvan türleri ve kuş türleri açısından zengindir. Meriç Deltası Sulak Alanı'nın, geçmiş yıllarda 54 cins bitkisel, 21 cins hayvansal plankton, 47 tür dip canlısı, 39 tür su bitkisi, 20 tür balık ve 146 tür kuş barındırdığı, ancak, yakın zamanda tür sayılarının azaldığı belirtilmektedir (DSİ, 2003). Gala Gölü, bu sulak alanı oluşturan en önemli parçalardan biridir.

Türkiye'deki "Uluslararası Önemi Olan" 16 adet "A Sınıfı" sulak alandan biri olan (DSİ, 2003) delta, Avrupa Konseyi Direktifleri'ne göre "Önemli Kuş Alanı" dır (Edirne Valiliği vd., 2001).

Sulak alanda, Küçük Gala Gölü, Pamuklu Gölü ve çevresindeki 2369 ha'lık alan, 18 Ağustos 1991 tarih ve 20964 sayılı Resmi Gazete'de "Tabiatı Koruma Alanı" ilan edilmiştir. Alanın 600 ha'lık bölümü Hisarlı Dağ eteklerindeki ormanlık araziden, 1700 ha'lık bölümü sulak alandan oluşmaktadır. "Tabiatı Koruma Alanı" dışında kalan Dalyan, Taşaltı, Işık ve Tuzla gölleri ile Gala Gölü, Edirne Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 07.05.1992 tarih ve 1121 sayılı kararı ile 1992 yılında "II. Derece Doğal Sit Alanı" kapsamına alınmıştır. Göl çevresindeki alanların büyük bölümü hazine ve vakıflara aittir ve özel kişilere kiralanmaktadır. Kurutulan ve sulamaya açılan alanların topraksız üretici köylülere dağıtımı ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir (Edirne Valiliği vd., 2001).

Sulak alanın çevresel niteliklerindeki bozulmalar, 1960'lı yıllarda Türk-Yunan işbirliği ile uygulanmaya başlanan, taşkın koruma, kurutma ve sulama amaçlı, Meriç ve Kolları Islahı Projesi (Harza Projesi) ile başlamıştır. Uygulamalar sulak alanın; su rejiminde değişikliklere, sulak alan kayıplarına ve tarımsal kökenli su kirliliği sorunlarına neden olmuştur. Gala Gölü, Meriç-Ergene havzaları ile, taşkın koruma tesislerinin yapımı sonrasında, ana havzadan büyük ölçüde yalıtılmış olan Basamaklar Deresi (İP-1) ve Kızıkapın Havzaları'nın, mansabında yer aldığından, bu havzalardaki her türlü etkinlikten de etkilenmektedir. Sulak alanın ekolojik karakterindeki olumsuz

değişimlerin ilk etkileri balık türleri ve üretim miktarlarında azalma biçiminde görülmüştür. Meriç ve Ergene Havzaları'ndaki su kalitesi çalışmaları, su kalitesinin 1975-1976 döneminden bu yana sürekli olarak bozulma eğiliminde olduğunu, Ergene Nehri sularının sulamada kullanılamayacak derecede kirlendiğini göstermektedir. Sulak alan Meriç Nehri'nden büyük ölçüde yalıtıldığı için, bu kirlenme alana doğrudan ulaşamamaktadır. Ancak Aşağı İpsala Havzası'nda var olan Altınyazı, Sultanköy, Yenikarpuzlu ve yapımı öngörülen Koyuntepe ve Hamzadere baraj ve depolama tesisleri sularını Meriç Nehri'nden almakta, ırmakta yeterli düzeyde su olduğunda da sular doğrudan tarım alanlarının sulanmasında kullanılmakta, sulamadan dönen yüzeysel sular, drenaj suları ve Gala Gölü Havzası'nın tüm suları, havzanın mansabında bulunan "Tabiatı Koruma Alanı" ve Gala Gölü'ne ulaşmakta, daha sonra Gala Gölü ayağı ve buna bağlı 10 gözlü menfez ve Taşyarma Kanalı ile Ege Denizi'ne boşalmaktadır (DSİ, 2003).

Meriç Deltası ve Gala Gölü'nde 1970'li yıllardan bu yana sorunlar; havza planlaması uyarınca Meriç yatağının değiştirilmesi ve seddelerin yapımı sonucunda göle su girişlerinin büyük ölçüde engellenmiş olması, drenaj sularının göle verilmesi sonucunda yapay gübre ve tarımsal ilaç kalıntılarının göle ulaşması, balık üretiminin azalması, su bitkilerinin yoğunluklarının artması, havzada erozyon sonucunda, kanal ve yüzey suları aracılığıyla taşınan tortunun gölde birikmesi (Edirne Valiliği vd., 2001), Bulgaristan ve Yunanistan'dan Meriç ve Tunca nehirleri ile sanayi ve tarım kaynaklı kirliliğin Aşağı Meriç Havzası'na taşınması (Çevre Koruma Vakfı, 1994), "Tabiatı Koruma Alanı" sınırları içerisinde bulunan Pamuklu Gölü'nün drene edilerek tarım alanı haline getirilmesi, Pamuklu ve Gala göllerinde tarla açmak veya satmak amacıyla kaçak saz kesimi yapılması (Kaya ve Kurtonur, 2000), olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, bölgedeki yerleşme alanlarında ısınma amaçlı linyit kömürü kullanılmakta ve büyük oranda çıkan kurşun, bakır ve ağır metaller havaya savrulmakta veya çöplüklerden gelen sızıntı suları ile birlikte akarsuları kirletmektedir (Kantarıcı, 1994).

Havzadaki sulak alan azalmasının, gelecekte tarımsal alana dönüştürülmüş kesimlerde taşkın riskini arttıracak anlaşılamamakta ve alanın su kuşları açısından zenginliği ve sağlayabileceği ekonomik yararlar henüz yeterince değerlendirilememektedir.

Gala Gölü ve çevresinde, ekolojik denge ve çeltik tarımı açısından çok önemli olan parametrelerden biri de ağır metallerdir. Periyodik cetvelin geçiş elementleri adı verilen ağır metaller (Haktanır, 1983), fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/m^3 ten daha yüksek olan (Kahvecioğlu vd., 2004) metallerdir. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa, arsenik, molibden, selenyum ve çinko olmak üzere altmıştan fazla metal dahildir (Kahvecioğlu vd., 2004). Ağır metaller, jeolojik ayrışma, şehirselleşen suları, maden tasfiyeleri, endüstriyel atıklar, tarımda kullanılan gübreler ve ilaçlar, çok çeşitli endüstriyel baca gazları, şehiriçi ve şehirlerarası taşıt trafiği, çöp yığınlarının sızıntı suları ile çevreye yayılmaktadır (Haktanır, 1983, Tok, 1997, Uzunoğlu, 1999). Besin zinciriyle girdikleri canlı bünyelerinden atılamadıkları için canlılarda fizyolojik birikime ve bünyede belirli sınır konsantrasyonların aşılması halinde ise canlıda toksik etkilere neden olurlar. Bu birikim sonucunda sularda yaşayan balıklar ve diğer canlılar ölebilir ve hatta bu tür su ürünleriyle beslenen insanların bile olumsuz sağlık etkilerine uğramaları söz konusu olabilir (Beyazıt ve Peker, 1998).

Bu çalışmada, geniş bir besin zinciri oluşturan, tarımsal ve dolaylı olarak endüstriyel kirlilikten etkilenen Gala Gölü ve çevresindeki ekosistemde, canlı çeşitliliğinin devamı, su ürünleri üretimi ve alanda önemli ölçüde gerçekleştirilen çeltik tarımında, ağır metal birikimi ve toksisitesi söz konusu olabileceğinden, Gala Gölü ve gölü besleyen bazı su kaynaklarından alınan su örneklerinde iyon halindeki bakır, demir, kurşun, kobalt, nikel, mangan, kadmiyum ve çinko miktarlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETİ

DSİ (2003) tarafından Gala Gölü ve çevresindeki alanda yapılan çalışmaların sonuçlarında;

- Gala Gölü'nde, 2001-2002 (Kurak Yıl) döneminde 1983-1984 (Islak Yıl) dönemine göre plankton cinslerinde azalma olduğu, bitkisel planktonlarda artış, hayvansal planktonlarda azalış eğilimi görüldüğü,
- Gala Gölü'nde 1983- 2002 yılları arasında çeşitli zamanlarda yapılmış çalışmaların sonuçlarında; su kalitesindeki bozulmaların su bitkileri üzerinde etkili olduğu, 16 adet su bitkisi türünün yok olduğu, gölde yok olan ya da saptanamayan bitkilerin genellikle su altı türleri ile sualtı-yüzen türler olduğu,
- Gala Gölü'ndeki balık üretiminin 1974'te 221 ton iken, 1984'te 100 tona, 2002'de 1,5 tona düşmesinin sulak alan ve çevresindeki çeltik alanlarının artışı ile ilişki olduğu,
- Sulak alanda 1983-1984 ve 2001-2002 dönemlerinde yapılan çalışmalarda; 1984 yılı yaz aylarında kuş toplulukları görülmemesine rağmen 2002 yılında aynı dönemde yapılan çalışmalarda ise çok yoğun kuş toplulukları gözlemlendiği, belirtilmiştir.

DSİ (2003); Meriç Nehri'nin, Türkiye sınırlarından girdiğinde yüksek düzeyde organik kirleticiler ve ağır metal taşıdığını, Meriç Nehri'nin Bulgaristan-Türkiye sınırındaki ilk kalite gözlem istasyonu olan Meriç Nehri-Kapıkule istasyonunda, su kalite sınıflarının, kurşun (0,078 mg/l) ve bakır (0,200 mg/l) bakımından 4. sınıf olduğunu kaydetmiştir. Ergene Nehri, Meriç Nehri'ne karışmadan önceki son istasyon olan Ergene Nehri- Uzunköprü istasyonunda su kalite sınıfları; bakır (0,350 mg/l) bakımından 4. sınıf, kurşun (0,030 mg/l) ve kadmiyum (0,006 mg/l) bakımından 3. sınıf olarak tespit edilmiş ve bunun nedenleri, bu istasyondan önce, sanayinin yoğunlaştığı Çorlu- Çerkezköy bölgesinde yoğun kirlilik taşıyan evsel ve endüstriyel atıksuların deşarj edildiği Çorlu Suyu ile karışmış olan Ergene Nehri'nin, Kırklareli ve Edirne iline bağlı tekstil, cam, boya, gıda, süt, kağıt, yağ ve un dallarında üretim yapan sanayi kuruluşlarının atıksularını, mezbaha ve Alpullu Şeker Fabrikası'nın kampanya döneminde atıksularını, Kırklareli ilinin, Lüleburgaz, Uzunköprü ve Babaeski ilçelerinin evsel atıksularını, çeltik sulamasından dönen sulardaki gübre ve tarım ilaçlarını kapsayan tüm kirlilik yükünü alması olarak belirtilmektedir.

Edirne Valiliği vd. (2001); Gala Gölü'nde dip canlıları faunası konusunda yapılan çeşitli araştırmalarda 47 adet dip canlısı türü saptandığını, bu sayıların 1983-1984 döneminde 11 adet, 2001-2002 döneminde 5 adet olduğunu kaydetmiştir.

Kaya (2000); Şubat 1997 –Temmuz 1998 tarihleri arasında 18 ay süreyle aylık periyotlar halinde yaptığı toplam 90 günlük gözlemler sonucu 14 ordo, 41 familyaya ait 134 kuş türü tespit etmiştir. Tespit edilen 134 kuş türünden 3 tür A.1.2, 23 tür A.2, 31 tür A.3, 19 tür A.4, 6 tür B.2, 11 tür B.3, kategorisinde “Kırmızı Liste”ye girmektedir.

Ertan (1994); Meriç Deltası'nda 1985-1992 döneminde yaptığı gözlemlerde 146 kuş türü saptandığını, saptanmayan türlerin de bulunabileceği kaydetmiştir.

Ongan (1994); Gala Gölü'nde 1986- 1989 yıllarında üç yıl süre ile yaptığı çalışmalarda 16 tür balık saptamıştır. Sonraki üç yılda su rejiminde meydana gelen önemli değişikliklerden sonra, 1993'te sadece 5 türün kaldığı, Sazan ve Çortan balıklarının baskın hale geldiği, Sudak ve Perka sayısının azaldığı, Kızılkanat, Çapak ve Kızılgöz balıklarının tamamen ortadan kalktığı belirtilmiştir.

Kalisinska vd. (2004); kuzeybatı Polonya'daki Stonsk ve Szczecin sulak alanlarında yaban kazının (*Anas platyrhynchos*) beyin, göğüs kası, böbrek, karaciğer ve kemiklerinde Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Pb ve Cd birikimini araştırmıştır. Bu iki bölgedeki genç ve yetişkin ördeklerin organlarındaki metal içeriklerinde önemli farklılıklar görüldüğü belirtilmiştir. Stonsk bölgesindeki ördeklerin, kas, karaciğer ve böbreklerinde demir, kadmiyum ve bakır, karaciğer ve böbreklerinde çinko; Szczecin bölgesindeki ördeklerde, beyin ve kemikte yüksek oranda mangan ve kurşun bulunduğu kaydedilmiştir. Ağır metal kirliliğinin; Stonsk alanının, 250 km uzaklıktaki bakır madeninin kirli sularını taşıyan Odra Nehri'nin periyodik olarak taşkın suları altında kalmasından ve Szczecin bölgesinde ise tarım ve trafikten kaynaklandığı belirtilmiştir.

Peltier vd. (2003); Chicago'daki sulak alanda su, bitki ve sediment örneklerinde Pb ve Zn miktarlarını incelemişler ve oksijensiz sularda sülfid varlığında bu iki elementin çözünmüş konsantrasyonunun düştüğünü belirtmişlerdir. *Phragmites* bitkisinde ağır metal miktarlarının artışı belirlemek amacıyla öncelikle bitki kökü incelenmiş ve sucul bitkilerdeki birikimin potansiyel riskinin olduğu kaydedilmiştir.

Tok vd. (2004); çeltik tarımının yoğun olarak yapıldığı Trakya Bölgesi'nin Edirne iline bağlı Meriç ve Uzunköprü ilçelerini temsil edecek şekilde 50 farklı çeltik tarlasından, Temmuz 2001- Eylül 2001 tarihleri arasında 15 gün arayla, bitkinin

vejetasyon süresi boyunca alınan su, yaprak, kök, dane ve kavuz örneklerinde, Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Ni, Pb içeriklerini saptamışlardır. Araştırmada Fe ve Mn'ın tüm bitki aksamında toksik düzeylerde, Zn, Pb ve Ni'in köklerde toksik konsantrasyonlarda olduğu, ayrıca Cu'nun hem kavuzda hem de köklerde toksite değerlerinin üzerindeki konsantrasyonlarda olduğu saptanmıştır. Ergene Nehri kirliliğinden kaynaklanan ağır metallerin, çeltik bitkisinde kök>yaprak>dane>kavuz yönünde artış gösterdiği, Ergene Nehri suyuyla sulanan çeltik tarlalarındaki ağır metal kirliliğinin özellikle köklerde birikim gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca çeltik tarlalarındaki sulama sularındaki ağır metal konsantrasyonunun artışının bitkiye doğrudan yansıdığı ve ağır metal kirliliğinin daneye kadar ulaştığı da kaydedilmiştir.

Güneş vd. (2001); Ergene Nehri'ni oluşturan kollardan biri olan Çorlu Deresi üzerinde seçilen 8 örnekleme noktasından alınan su örneklerinin kimyasal analizlerinde, kurşun (min. 0.096 mg/l, max. 0.352mg/l), demir (min. 0.896 mg/l, max. 3.68 mg/l), bakır (min. 0.244 mg/l, max. 1.63 mg/l) ve çinko (min. 0.169 mg/l, max. 0.349 mg/l) miktarlarını tespit etmişlerdir.

Bebek (2001); Uluabat Gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında belirlenen 15 noktada As, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe konsantrasyonlarını belirlemiştir. Göldeki demir miktarının yağışlı ve yağışsız dönemlerde farklılıklar gösterdiğini; bunun da, bölgenin jeolojik yapısı ile ilgili olarak, yağmur suyunun topraktaki bağlı demiri serbest hale getirmesiyle gölü besleyen kaynaklara oradan da göle ulaşmasına bağlanabileceğini belirtmiştir. Bursa- Balıkesir otoyolunun gölün hemen yanından geçmesi dolayısıyla araçların egzoz emisyonlarından kaynaklanan kurşunun yağışla birlikte göle geldiği, ayrıca endüstriyel faaliyetler sonucunda da göle kurşun girdisi sağlandığı, bölgede bulunan tarım alanlarında kullanılan kurşun içerikli tarım ilaçlarının da gölün kurşun konsantrasyonunu arttırdığı; kadmiyumun, endüstriyel kaynaklı kirlilikten, çöp deponi alanlarından ve küçük sanayi sitesinden kaynaklandığı kaydedilmiştir.

Cekova ve Efremov (2001); Vardar Nehri ve kollarında belirlenen 16 noktadan alınan su örneklerinde yapılan Mn, Zn, Pb ve Cd analizlerinde, akış yönündeki son noktada Mn dışındaki diğer parametreler için su kalitesinin II. sınıf olduğunu belirtmişlerdir. Nehrin kollarından birine deşarj yapan dökümhanede meydana gelen kaza sonucu, Eylül 1997'de nehirde bulunan ölü balıklarda Pb 0.8 mg/kg, Cu 25 mg/kg, Zn 22 mg/kg ve Cd 0.02 mg/kg bulunduğu, birkaç hafta sonra dökümhane atıksularını

taşıyan kanaldan yakalanan canlı balıklarda yapılan incelemede kurşun konsantrasyonunun, ölü balıklardaki değerin 23 katı kadar, bakır miktarının ölü balıklardaki miktara yakın bulunduğunu kaydetmişlerdir.

Anıak (2000); Akşehir Gölü ve göle boşalan yüzey sularında belirlenen 11 noktada ağır metal (Cr, Pb, Cd, Cu, Ni, Mn, Fe) kirliliğini tespit etmiş ve ağır metal miktarlarının mevsimlere ve istasyonlara göre değiştiğini belirtmiştir. Kirliliğin nedenlerinin; Sultan Dağları'nda oluşan bazı maden oluşumlarının ayrışması ve akıntı yoluyla taşınması, gölün Konya- Afyon karayoluna yakın mesafede olması sonucu eksoz gazlarından gelen kurşun, araba lastiklerinden ve güvenlik bariyerlerindeki kaplamalardan kaynaklanan çinkonun yüzeysel akış suları ile göle taşınması, yerleşim yerlerinde ısınma maksatlı kullanılan kömürün küllerinde belirli bir miktarda bulunan bakırın atmosfer yoluyla taşınması ve tarımsal zararlıların mücadelesinde kullanılan CuSO_4 olabileceğini belirtmiştir. Tarımda kullanılan azotlu ve forforlu gübrelerdeki besin elementlerinin gölde aşırı alg üremesine neden olduğu ve derinlerde oksijen yokluğu nedeni ile demir ve mangan bileşiklerinin çözünmüş halde suda dağıldığını; kadmiyum, krom ve nikel konsantrasyonlarının düşük olmasına rağmen zamanla birikmeleriyle kirlilik potansiyeli oluşturduklarını kaydetmiştir.

Uzunoğlu (1999); Gediz Nehri'nden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Co, Cr, Ni, Pb) konsantrasyonları belirlemiş ve konsantrasyonların, istasyonlara ve mevsimlere göre değişimler gösterdiğini kaydetmiştir. Nehir suyunun krom ve kurşun bakımından kirli olduğunu, ağır metallerin çökmesinden dolayı sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonunun yüksek olduğunu belirtmiş ve Gediz Nehri'nden sulama suyu kullanılan tarım alanlarında ürün verimindeki düşüşün en önemli nedenlerinden biri olarak nehrin kirliliğinin gösterildiğini kaydetmiştir.

Yılmaz ve Şengül (1997); İzmir Körfezi'nde 7 noktadan alınan deniz suyu, sediment ve hava örneklerinde kurşun derişimini saptamış ve İzmir Körfezi'ndeki kurşun kirlenmesinin, iç körfezde yoğun olduğunu, kurşun içeriği yüksek olan askıdaki partiküllerin deniz suyunda yayılması ile körfezin diğer bölümlerine taşındığını, bulunan kurşun yükünün artan nüfusa ve trafik hacmine bağlı olarak her geçen gün artacağı ve daha da önemli boyutlara ulaşacağı sonucuna varıldığını belirtmişlerdir. İzmir Körfezi'nde görülen kurşun kirlenmesinin kaynakları; İzmir Metropolitan

alanından geçerken sivil ve askeri tersaneler dahil birçok endüstrinin atıksularıyla, evsel atıksular ve benzinle çalışan motorlu taşıtların ekzosundan atılan kurşunlu bileşiklerle kirlenen akarsular, yağmur ve drenaj suları olduğu kaydedilmiştir.

Gala Gölü ve çevresinde incelenen ağır metallere ilgili olarak, çeşitli kaynaklardan yararlanılarak hazırlanan bilgiler aşağıda belirtilmiştir.

Ağır metaller, organik maddeler gibi kimyasal ya da biyolojik yollarla parçalanmamaktadır; metal iyonu kaybolmaksızın bir metal bileşiği bir başka bileşiğine dönüşebilmekte ve bu dönüşmeler sonunda, bazen bir metalin çok toksik ve suda çözünen bileşiği de meydana gelebilmektedir (Uzunoğlu, 1999). Sulardaki çoğu ağır metalin karakteristik özelliği HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , F^- ve NO_3^- gibi inorganik iyonlarla birleşerek kompleks iyonlar oluşturmaya olan eğilimleridir (Bebek, 2001) ve bu metaller su tabanına çökerek bu bölgede yoğunlaşırlar. Sediment tabakasının adsorbsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir (Kahvecioğlu vd., 2004).

Topraklarda ağır metal birikimi daha çok yüzeyde meydana gelmektedir. Çünkü ağır metallerin tümü toprakta kil mineralleri üzerine adsorbe olmakta veya organik bileşiklerle kleyt oluşturarak kararlı konuma gelmektedirler. Topraktaki ağır metal derişim düzeyinin belirlenmesinde bitkiler indikatör görevi görmektedir. Herhangi bir toprakta ağır metal derişimi ne kadar fazla ise bitki içerisindeki derişimi de o nispette fazladır (Tok, 1997). Sulama sularında aşılması gereken ağır metal konsantrasyonları (sınır değerleri) Çizelge 2.1.'de (Ağca, 1998, Uzunoğlu, 1999) verilmiştir.

Çizelge 2.1. Sulama sularında aşılması gereken ağır metal konsantrasyonları sınır değerleri (ppm)

Metal	Sınır değerleri (ppm)
Kurşun	5.0
Nikel	0.2
Çinko	2.0
Bakır	0.2
Mangan	0.2
Kadmiyum	0.01
Demir	5.0
Kobalt	0.05

Pb, Cu, Zn gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi su hayvanları için toksiktir ve çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür. Ağır metallerin

toksisitesi, pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, metalin bileşik ya da iyon halde bulunuşu, çözeltilinin yenilenme frekansı, çözeltideki diğer maddeler ve sinerjistik etki gibi faktörlere bağlıdır. Suyun pH'sı en önemli faktör olabilir. Sıcaklık artışı ağır metallerin balıklara karşı olan toksikliğini çoğaltır. Ortamdaki suyun yenilenmesi de toksisiteye etki eden bir faktördür. Eğer su yenilenmezse balıklar salgı salarak metal iyonlarını çöktürerek kısmen toksisiteyi azaltırlar (Mutluay ve Demirak, 1996). Metallerin sürekli birikiminin organizmada şekil, renk ve lezzet değişikliğine neden olduğu belirtilmiştir. Buna örnek olarak da, yüksek dozda bakır, mangan, çinko ve kurşun içeren midyelerin ve istiridyelerin etinin mavi-yeşil renkte ve lezzetsiz olması verilmiştir. Ağır metallerin hücrelerde plazmanın sertleşmesine, şişme ve büzülmeye neden olduğu, proteinleri de çöktürdüğü, oksijen tüketimini azalttığı kaydedilmiştir (Uzunoğlu, 1999).

Ekolojik olarak kurşun katı olarak çökme eğilimindedir. Besin zincirinde kurşun yayılımı genellikle midye türü kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağlı olarak gerçekleşir (Kahvecioğlu vd., 2004). Doğal sulardaki kurşun miktarı nadir olarak yüksek değerlere ulaşır. Çoğu akarsu ve gölde derişim 0,001-0,010 mg/l arasında değişir. Kurşunun organik ve inorganik sedimanların yüzeyine adsoblanması ve mangan oksitlerle birlikte çökmesi, yüzey ve yeraltı sularında düşük derişimlerde bulunmasına yol açar. Sularda çözülmüş ve süspanse halde bulunan kurşunun, derişimi ve görelî zehirliliğı suyun setlik ve, pH, alkalinite ve çözülmüş oksijen miktarına bağlıdır (Bebek, 2001). Kurşunun bazı kimyasal bileşikleri suda çok az çözündüklerinden, kurşunun hareketini engelleyebilir. Bazı deniz diplerinde oluşan anoksik ortamda indirgen koşulların oluşumu, sülfür iyonlarının oluşmasına ve H₂S gazının çıkmasına neden olur. Oluşan H₂S gazı ile kurşun reaksiyona girer ve kurşun sülfür olarak sedimentte birikir. Zamanla organik maddelerin değişikliğe uğraması sonucu, sedimentte bulunan çökelek haldeki kurşun sülfürün (PbS) bir kısmı çözeltiye geçmekte ve böylece deniz suyunda veya askıda katı maddede kurşun derişimi artabilmektedir (Yılmaz ve Şengül, 1997). Tek hücreli canlıların ve balıkların 0.04-0.198 mg/l inorganik kurşun içeren suları tolere edebildikleri, ancak daha düşük miktarlarda kurşunun besin yoluyla alınmasında akut zehirlenme gösterdikleri kaydedilmiştir (Kahvecioğlu vd., 2004). Hassas balıklar için 0.1- 0.2 mg Pb/l toksisite sınırını teşkil eder. Sert sularda bu sınır 1 mg Pb/l'dir (Uzunoğlu, 1999). Kurşun tuzlarının toksisitesi su miktarı azaldıkça ve balığın büyüklüğü arttıkça azalır. Pb(NO₃)₂, ZnSO₄ ve HgCl₂

çözültülerine konmuş bazı tatlı su balıklarının soluma hızının arttığı ve bu esnada oksijen harcama hızında düşme olduğu kaydedilmiştir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Nikelin zehirlilik sınırı balıklar için 1-5 mg/l, balıklara yem olan küçük su canlıları için 3-4 mg/l'dir (Uzunoğlu, 1999).

Belirli konsantrasyonlarda çinko, sulardaki mikrofaunayı olumsuz yönde etkiler. Balıklar için toksisite sınırı 0.3 mg/l, sert olmayan sularda 0.15 mg/l'dir. Bakır ve nikel, çinkonun zehir etkisini artırırlar (Uzunoğlu, 1999). 0.4 mg/l konsantrasyondaki Zn midye larvalarını öldürmektedir. Çinkonun toksik miktarı, gelişmiş balıklar ve kabuklu su ürünleri için 10 ppm (midyeler için 100 ppm) olarak verilmektedir. Yüksek miktardaki çinko balıklarda aşırı salgılanmaya (Mutluay ve Demirak, 1996) neden olmaktadır.

Bakırın yüksek düzeyleri mikroorganizmalar için zehir etkisi yapmaktadır (Haktanır, 1983). Doğal sularda bakır, genellikle eser miktarda (0.05 mg/l'ye kadar) bulunur (Bebek, 2001). Bakırın suda yaşayan çeşitli organizmalarda yaptığı toksik etki suyun sıcaklığına, sertliğine, bulanıklığına, içerdiği karbondioksit, organizmaların türüne bağlıdır. Yüzeysel sularda 1 mg/l'nin altında bakır konsantrasyonun su bitkilerine (Çiçek vd., 1997), yumuşak sularda 0.015-3 mg/l arasındaki bakır konsantrasyonlarının birçok balık cinsine, kabuklulara, yumuşakçalara toksik etkisi olduğu kaydedilmiştir. Bakırca zengin sularda yaşayan istiridyeler, kendilerine gerekli miktardan daha yüksek oranda bakır biriktirirler (Uzunoğlu, 1999). Yüksek miktarda çözünmüş oksijen bakırın toksik etkilerini bir dereceye kadar azaltarak solunumu kolaylaştırır. Su yüzeyinin karışımı suyun pH ini düşüren ve bakırı çözünür halde tutan serbest CO₂ birikimini önler. Kelatlaşma bakırın balıklara karşı zehirliliğini azaltır. Sitrik asitle kelatlaşan CuSO₄ daha az toksiktir. pH 6-8.5 arasında kelatlaşma bakırın %90'ının suda çözünmüş kalmasını sağlar. Balıklarda görülen ağır metal zehirlenmelerinde bakır, solungaç yüzeylerinde çözünmeyen organometalik bileşikler oluşturur. Başka bir görüşe göre solungaçlar içindeki proteinler kimyasal bozunmaya uğrar (Mutluay ve Demirak, 1996). Bakırın sert sularda zehir etkisi daha azdır ve suda çözünmüş halde bulunan diğer tuzlar bakırın zehir etkisini azaltır (Uzunoğlu, 1999).

Mangan ağır metaller içinde en az zehir etkisi olan metaldir. Deniz suyunda katyon olarak manganın zehirlilik sınırı alabalık için 75 mg/l, sazanlar için 600 mg/l'dir (Uzunoğlu, 1999).

Cd, fosfat kayasında iz metal olarak bulunduğundan, fosforlu gübrelerin yapısında ortalama 10 ppm Cd bulunmaktadır (Arcak vd., 1996) ve bu durum Cd kontaminasyonu için çok yaygın bir kaynak oluşturmaktadır. Kadmiyum, diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir, bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd^{+2} halinde bitki ve su canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır (Kahvecioğlu vd., 2004). Kadmiyum ve bileşikleri sularda çoğunlukla eser miktarda bulunurlar. Kadmiyumun suda çözünürlüğü, kadmiyum kaynağındaki bulunuş şekline ve pH'a bağlıdır. Doğal suların kadmiyum içeriği genellikle 0,001 mg/l'den azdır (Bebek, 2001). Sucul organizmalar yüksek kadmiyum derişimlerine karşı hassastırlar. Kadmiyum sucul canlıların üremelerini de etkiler. Çinko, bakır gibi ağır metallerin de suda bulunması kadmiyumun zehirlilik etkisini artırır. Sucul hayatın korunması açısından yüzey suyu ortamlarında maksimum kadmiyum derişiminin 0,0002 mg/l olması önerilmiştir (Bebek, 2001). Cd birikim düzeyleri üzerine yapılan çalışmalarda özellikle yumuşakça ve kabuklulara ağırlık verilmektedir. Cd'nin toksik etki yaptığı miktarların, sazanda 5 mg/l, midyede 2.5 mg/l olduğu bilinmektedir (Uzunoğlu, 1999).

Demir, sularda Fe^{+2} ve Fe^{+3} şeklinde bulunur. Yüzey sularında demir derişimi çoğunlukla 0,5 mg/l'den azdır (Bebek, 2001). Demirin su kaynaklarında ve atıksularda oksijen konsantrasyonunu azaltma gibi etkisi vardır (Annıak, 2000). Demiroksit, balıkların solungacında birikerek sinirsel depresyona, solunum güçlüklerine yol açmakta ve balık yumurtaları üzerinde olumsuz etki yapmaktadır (Uzunoğlu, 1999). Su altında kalan çeltik topraklarında demir toksisitesi genellikle bir problem olarak görölmektedir. Birkaç haftalık su altında kalma, söz konusu topraklardaki çözünülebilir demir düzeyini 0,1 ppm'den 50-100 ppm'e kadar yükseltebilmektedir. Çeltikte görülen ve "bronzing" olarak bilinen demir toksisitesi, yapraklarda ilk olarak ince kahverengi lekelere, ardından tüm yapraın eşit bir şekilde kahverengileşmesine neden olmaktadır. Bu durum çoğunlukla 300 ppm'den fazla demir içeren çeltik yapraklarında gözlenmektedir (Bebek,2001).

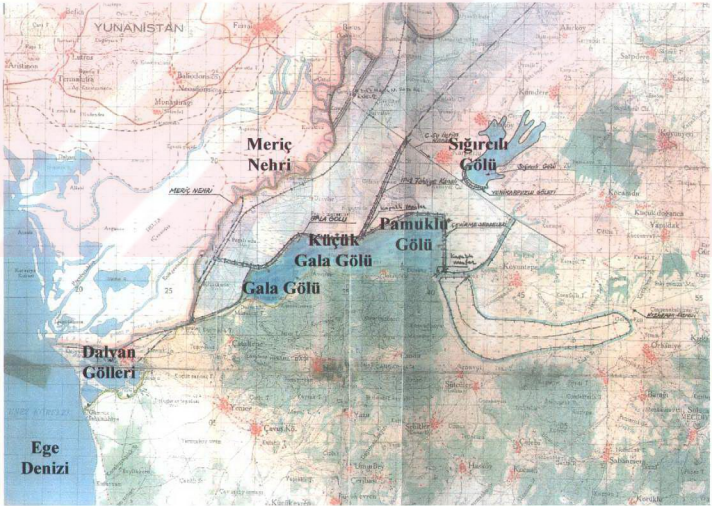
Kobaltın doğal konsantrasyonu 0.3-0.7 mg/l'dir. 10 mg/l konsantrasyon canlılar için toksik etki yapmaktadır. Fakat bu değer tam bir sınır olmayabilir (Uzunoğlu, 1999).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Su örneklerinin alındığı bölgenin genel özellikleri

Çalışma alanı olan Gala Gölü'nün de içinde bulunduğu Meriç Deltası Sulak Alanı, Meriç Nehri'nin Ege Denizi'ne döküldüğü Edirne ili İpsala ve Enez ilçeleri sınırları içinde bulunan ve tümü yaklaşık 45000 ha olan Meriç Deltası'nın 7000 ha'lık bölümünü kapsamaktadır. Alan, $40^{\circ}45'30''$ - $40^{\circ}48'00''$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ}07'30''$ - $26^{\circ}17'30''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Türkiye ve Yunanistan arasında paylaşılmış olan Meriç Deltası'nın, $40^{\circ}50'$ K- $26^{\circ}04'$ D koordinatlarında bulunan 9267 ha'lık bölümü Yunanistan topraklarındadır (Edirne Valiliği, 2001, DSİ, 2003).



Şekil 3.1. Gala Gölü ve çevresindeki alanlar

Deltadaki sulak alanlar, 3400 ha'lık ırmak taşkın ovası ile Meriç Nehri, sürekli tatlı su gölleri, sürekli ya da mevsimsel tuzlu/ acı göller ve mevsimsel tuzlu bataklıklar

ile kıyasal acı su lagünlerinden oluşmaktadır ve alanda tuza dayanıklı bitki örtüsü başat olmakla birlikte, akarsu kıyısı ormanı örtüsü kalıntıları vardır (DSİ, 2003).

Meriç Deltası eski ve yeni alüvyonlarla kaplanmıştır. Bölgede, alüvyonlardan oluşan düz arazi ve tepelik arazi ile peneplen şeklinde birbirinden farklı iki yeryüzü şekli ayırt edilmektedir. Tepelik arazi Hisarlı Dağ'da andezitlerden, Koyun Tepe'de bazalttan oluşmuştur. Peneplen, Enez- Abdürrahim- Mecidiye arasında orta miosen yaşındaki kireçli tortul (kil) materyallerden oluşmaktadır. Alüvyal arazi, bataklıklar, sazlıklar ve çeltik tarım alanları ile kaplıdır. Genellikle killi olan alüvyal arazi topraklarının bir kısmı kireçli bir kısmı kirecsizdir (Kantarci, 1989). İpsala ve civarında jeolojik olarak temel kaya oligosen yaşlı kilaşı ve silttaşı formasyonları ile üstte pliosen yaşlı kil, silt, kum, çakıldan oluşan formasyonlar bu civarda akifer özelliği taşımaktadır. Alüvyon ve alüvyon altından az miktarda kullanma suyu alınabilmektedir (Edirne Valiliği vd., 2001). Göl alanları ve çevresinde yeraltı su seviyesi yüzeye çok yakındır ve yağışlı dönemlerde yüzeyin üzerine çıkmaktadır (DSİ, 2003).

Alanda genel olarak yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı olup kara iklimi görülmektedir. Batı ve kuzey bölümler tamamen açık olduğundan alan, kuzey ve batıdan esen rüzgarların etkisi altındadır (Edirne Valiliği vd., 2001). Sıcaklık ölçümleri İpsala (DMİ) Meteoroloji İstasyonu'nda yapılmaktadır. İpsala Meteoroloji İstasyonu'nun 1963-1996 yılları arasında 30 yıllık ortalama sıcaklığı 13,9 °C'dir (Yılmaz, 2002). İpsala'da, en sıcak ay Temmuz ayı (ort. 24.2°C, ort.max. 26.3 °C), en soğuk ay Ocak ayı (ort. 3.8 °C, ort.min. -0,8°C)'dir (Edirne Valiliği vd., 2001). Sıcaklıklara bağlı olarak, kış aylarında alandaki göller donabilmektedir. Alanda yağışlar genellikle yağmur şeklindedir. Kar yağışları Kasım-Mart döneminde gerçekleşmektedir (DSİ, 2003). Bazı yıllar hava sıcaklığının artması ve yağmur yağışları nedeniyle ani kar erimesi sonucu taşkınlar olmaktadır. Yıllık ortalama yağışlar İpsala (DMİ)'de 599,8 mm (min.382,8, max. 808,9), Koyuntepe (DSİ)'de 590 mm, Altınyazı (DSİ)'de 571,6 mm ve Yenidibek (DSİ)'de 661,6 mm'dir (Yılmaz, 2002). En yağışlı aylar Kasım ve Aralık, en kurak aylar ise Temmuz ve Ağustos'tur. Nisbi nem ortalama % 76 (min. % 64, max. % 86)'dir (Edirne Valiliği vd., 2001). Koyuntepe Meteoroloji İstasyonu'na ait Gala Gölü buharlaşma değerleri 991,61 mm bulunmuştur (Yılmaz, 2002). Yıllık toplam buharlaşma ortalama 1408,93 mm (min. 1228,10, max. 1627,50)'dir (DSİ, 2003).

Sulak alandaki göller, Gala ve Küçük Gala Gölleri, Yenikarpuzlu Depolaması'na dönüştürülmüş olan Sığırcı Gölü ve Pamuklu Gölü ile Ege Denizi kıyısındaki Taşaltı, Bücürmene ve Dalyan gölleridir. Gala Gölü, bir alüvyon-set gölü olup $1,177 \text{ km}^2$ lik drenaj alanı ile sulak alandaki en önemli göldür. Yazın büyük bölümleri kuruyan ve tarım yapılan göller geniş bataklıklarla çevrilidir. Pamuklu ve Gala göllerinin sularının nitelikleri mevsimlere göre değişir ve kışın tatlı, yazın tuzludur. Denizin etkisinde kalan lagün karakterindeki göllerin suları nispeten tuzludur (DSİ, 2003, www.cevreorman.gov.tr, 2004). Büyük Gala Gölü ve Küçük Gala Gölü ile Pamuklu Gölü, havzadaki taşkınlar sırasında taşkın altında kalarak tek bir göl durumuna geçebilmektedirler. Göllerin alanları, yıllara, mevsimlere ve aylara göre büyük değişiklik göstermektedir (DSİ, 2003). Bu nedenle farklı kaynaklarda göllerin alanları ile ilgili olarak değişik değerler yer almaktadır.

Göl seviyeleri ile ilgili rasatlar eski yıllara aittir ve rasat süreleri sınırlıdır. Gala Gölü kotları 1970-1977 döneminde ölçülmüş, daha sonra 1999 yılına kadar ölçüm yapılmamıştır. Kurak ve ıslak dönemlerdeki göl kotları arasında çok önemli farklılıklar görülmektedir (Edirne Valiliği vd., 2001). Gala Gölü ve çevresindeki sulak alanların doğu-batı doğrultusunda uzunluğu 14 km, genişliği 3 km'dir. Göllerin 0.00 m kotunda kapladığı alan 815 ha ve hacmi $4,47 \text{ hm}^3$, 2.00 m kotunda kapladığı alan 2857 ha ve hacmi $51,39 \text{ hm}^3$ 'tür. Gala Gölü'nün en derin yerinde taban kotu 1985 yılında -1.20 m'dir. Gölün ortalama derinliği 0 m kotta 0,55 m; 2.0 m kotta 1,71 m'dir. Gala Gölü'nün ortalama derinliği 1,00 m'dir, ancak kurak yıllarda Gala Gölü'nün minimum kotu -0,38'ye (1970-1977), alanı $4,67 \text{ km}^2$ 'ye, hacmi $2,79 \text{ hm}^3$ 'e düşmüştür (DSİ, 2003). Kurak yıl olan 1974'te göl kotları ortalama -0.05 m (min.0.17, max.1.09), ıslak yıl olan 1973'te göl kotları ortalama 0.42.m (min.-0.24, max.0.67)'dir. Taşkın yılı olan 1984'te göl maksimum kotu 2.31 m'ye ulaşmıştır. Göl kotları 1980-1977 döneminde Şubat ayında en yüksek düzeylere ulaşmış (ort.052 cm, max.0.075, min. 0.31), Ağustos ayında (ort.-0.08 cm, max.-0.01, min.-0.15), deniz düzeyinin altına düşmüştür (Edirne Valiliği vd., 2001). Gala Gölü'nde 1985 yılında göl tabanı -1.26 m. bulunmuştur. Gölün yüzeyi +0.00 m. kotunda 556 ha olup aynı kotta 6.64 milyon m^3 su bulunmaktadır. Gölde bu güne kadar ölçülen maksimum su seviyesi 2.31 m., minimum su seviyesi ise -0.36 m. olmuştur (Sarı, 1994). 1999-2002 dönemi göl kotları ortalama 0,33 m (min.-

0,03, max.0,87) olarak gerçekleşmiştir. Bu dönem tümüyle kurak dönemdir (DSİ, 2003).

Meriç Deltası Sulak Alanı'na ulaşan Aşağı Meriç Vadisi, geniş, düz bir arazi halindeki taşkın alanı ile bu alanı çevreleyen alçak tepelik sırtlardan oluşmuştur. Aşağı Meriç Vadisi, kuzeyden gelen Meriç ve ona Edirne'de katılan Tunca- Arda Nehirleri ve batıdan, Dimetoka'da Meriç'e katılan Kızıl Dere ile Madra'da Meriç'e katılan Kayacık Dere ile beslenmektedir. Bu vadiyi doğudan Doğanca Deresi ve Ergene Nehri beslemektedir. Ergene Nehri, Meriç Nehri'ne katılmadan önce, Alpulu, Pehlivan Köyü, Uzunköprü arasında geniş bir yataktan akmakta ve Uzunköprü'den itibaren Gemici Köy- Adasarhanlı Köyü (Meriç'e ulaştığı yer) çizgisine kadar Aşağı Ergene Vadisi'ni oluşturmaktadır. Ergene Nehri, doğudan Çorlu Suyu, kuzeyden Paşa Dere (Büyükkarıştıran), Kaynarca Dere (Lüleburgaz), Kuru Dere, Babaeski Deresi, İnce Dere ve Süloğlu Deresi ile güneyden Hayrabolu Deresi, Çöpköy Deresi ve birçok küçük dere ile beslenmektedir (Çevre Koruma Vakfı, 1994).

Meriç Deltası Sulak Alanı'nda; Basamaklar Deresi, Hamzadere, Muzalı Deresi Hisarlı Dağ'dan inen ancak akımları ölçülmeyen Kurtkaya Dere, Söğütlü Dere, Av Deresi, Susuz Dere'nin suları, sulak alanın mansabında bulunan Gala Gölü'ne boşalmakta, daha sonra göl ayağı ve Taşyarma Kanalı aracılığıyla Meriç Nehri ve Ege Denizi'ne ulaşmaktadır. Yağış alanı $341,6 \text{ km}^2$, ortalama akım $34,2 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ olan Basamaklar Deresi ve kolları, kuzeyden İpsala Ovası'ndan (İP-1 Havzası) alana ulaşır. Dere üzerinde DSİ tarafından yapılan Yukarı İpsala Projesi kapsamında Altınyazı Barajı inşa edilmiş ve dere İpsala Ovası'nın Ana Drenaj Kanalı olan İP-1'e bağlanmıştır. Bu drenaj kanalı sulak alana ulaşan en önemli su kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Hamzadere, Kocahıdır'ın kuzeydoğusundan gelmektedir ve derenin yağış havzası $69,60 \text{ km}^2$, akımları ortalama $7,31 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ 'dır. Alanda uzun süreli rasatları bulunan başlıca akarsu olan derenin sularının gelecekte Koyuntepe depolamasına aktarılması planlanmıştır. Yağış havzası $204,6 \text{ km}^2$, akımları ortalama $40,42 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ olan Muzalı Deresi, Keşan yöresi ve Kızkapan Havzası'nın sularını boşaltmaktadır. Bu dere Paşayığıt Köyü yakınlarındaki pınarlardan başlamakta, Yukarıova mevkiinde Yılanlı Köyü yakınlarından doğan Söğütlü ve Hacıilyas derelerinin, Karasatı Köyü yakınlarında birleşmeleri ile oluşan Doğanca Dere'yi almaktadır. Muzalı Deresi daha sonra sağ sahildeki Kelkırımı Tepe'den doğan Kavakdere'yi, Keşan yakınlarında ise sol sahilten

Kocadere ve bunun bir kolu olan Karanlık Dere'yi almaktadır. Bu derenin önemli ancak doğal durumunu büyük ölçüde yitirmiş bir kolu doğudan gelen Büyükmercan Dere'dir. Bu dere kuzeydoğuda Hamamdere ile başlamakta, daha sonra sırasıyla Çamlıca Çayı ve Mercan Dere'yi alarak, Büyükmercan Dere adı altında Kızpınar Sazlıkları civarında Muzalı Deresi'ne kavuşmaktadır. Ancak bu dere üzerinde Kadıköy civarında Kadıköy Barajı ve Sulaması, ayrıca güneyden gelen kolları üzerinde Kadıköy, Dokuzdere, Çamlıca ve Mercan Gölet ve Sulamaları inşa edilmiş olduğundan alana katkısı çok sınırlıdır. Dere, önce Kılıçköy daha sonra Kızpınar Sazlıklarına ulaşmakta, Telmata Ovası'na ulaşmadan göl mevkiinde dere niteliğini kaybetmektedir (DSİ, 2003).

Alıç Regülatörü, Altınyazı Barajı, Sultanköy Barajı'ndan dönen sular ve İpsala Havzası'nın yağış suları İP-1 Drenaj Kanalı ile; Cimra ve Telmata havzalarının drenaj suları drenaj pompası ile; Kadıköy Barajı ile Dokuzdere ve Mercan gölet sularından dönen sular; Hamzadere, Karpuzlu drenaj alanlarına ve Keşan havzasına gelen yağış suları, Hisarlı Dağ drenaj alanındaki yağış suları, Gala Gölü'nü beslemektedir (Sarı, 1994). DSİ tarafından işletilen 69,9 km² yağış alanına sahip 1-46 no'lu Hamzadere-Kocahıdır Akım Gözlem İstasyonu'nun değerlerine göre; İP-1 Tahliye Kanalı'nın su toplama alanı 478 km², yıllık ortalama akış miktarı 54,69 hm³'tür. Kızkapan Deresi yağış alanı 699 km², yıllık ortalama akış miktarı 80,00 hm³; Hisarlı Dağ yağış alanı 28,57 km², yıllık ortalama akış miktarı 3,12 hm³'tür. Gala Gölü yağış alanı 28,57 km², göle düşen yağış miktarı yıllık ortalama 17,14 hm³'tür. Göle gelen yıllık ortalama su miktarı 154,95 hm³'tür (Edirne Valiliği vd., 2001). Göle gelen toplam su miktarı ortalama 198,69 hm³'tür. Bu miktar kurak yıllarda ortalama 78,55 hm³'e düşmekte, ıslak yıllarda 248,76 hm³'e yükselmektedir. Kurak yıllardaki akımlar; ıslak yıllardakilerin % 31,58 , ortalama akımların % 39,48'i kadardır. Sulak alana gelen drenaj suları ortalama 71,75 hm³'tür (DSİ, 2003).

Gala Gölü, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü tarafından taşkın koruma amaçlı işletilmektedir. Sulak alanda Meriç Nehri taşkınlarının yol açtığı zararların önlenmesi amacıyla ilk çalışmalar Türkiye ve Yunanistan tarafından 1934 yılında başlatılmıştır. Harza Engineering Company tarafından hazırlanan ve 1953 yılında yayımlanan Master Plan'ın ilkelerine bağlı olarak hazırlanan 01-02 İpsala Projesi kapsamında, 1960 yılında başlayan taşkın koruma çalışmaları sonucunda; 11570 ha'lık tarım alanını taşkından koruyan İpsala taşkın seddeleri 1963 yılında tamamlanmıştır. Bu çalışmalardan sonra,

daha önce çeltik tarımı dışında tarım yapılamayan alanlar sulu tarıma açılmıştır. Gölün, Meriç Nehri taşkınlarından korunması için İpsala Kış Seddesi ile birlikte, 10 gözlü kapaklı menfez ve 1 adet kapaklı menfezden oluşan balık geçidi yapılmıştır. Gölün kuzeyinde İpsala Kış Seddesi ile İP-1 tahliye kanalı arasını oluşturan bölümünde Güney Cimra Seddesi mevcuttur. Taşkın koruma çalışmaları ile ilgili diğer yapılar; suların Yunanistan sınırları içinde bulunan kollara aktarılmasını sağlayan Taş Kapama'dır. Göl su kotu Meriç Nehri kotunun altına düştüğü ya da Meriç Nehri'nde taşkın olan dönemlerde suların göle girmesinin önlenmesi için 10 gözlü menfezin kapakları kapatılmaktadır. Göldeki su kotunun Meriç Nehri'nden yüksek olduğu dönemlerde (Basamaklar ve Kızkapın Havzaları'nda taşkın olduğu dönemlerde) Taşyarma Kanalı ve 10 gözlü menfez aracılığıyla taşkın suları Taşaltı Denizi ve Meriç Nehri'ne boşaltılmaktadır. Nehir ile Basamaklar ve Kızkapın Havzaları'nda aynı dönemde taşkın olması durumunda, sulak alan ve Gala Gölü suları, Taşyarma Kanalı aracılığıyla Taşaltı Denizi'ne verilmektedir. Göldeki su ürünleri üretiminin sürdürülebilmesi amacı ile balık göçü dönemlerinde Balık Geçidi Menfezi açık tutulmaktadır. Taşyarma Tahliye Kanalı, İP-1 ve Kızkapın havzalarından gelen taşkın sularının, Taşaltı Lagünü ve Ege Denizi'ne boşaltılması amacıyla inşa edilmiştir (DSİ, 2003).

DSİ, Aşağı İpsala Ovası'nın taşkından korunması sağlandıktan sonra, Basamaklar (İP-1) ve Kızkapın havzalarında bulunan bataklıkların kurutulması amacıyla kurutma tesisleri inşa etmiştir. Bu kurutma tesisleri, Telmata (2500 ha), Cimra (3700 ha) ve Karasaz'dır. Telmata ve Cimra kurutmaları sulak alan içinde, Karasaz alanın dışındadır. Bu tesisler aracılığıyla kurutulmuş alan 4799.7 ha'dır ve hazineye tescil edilmiştir. Kurutma alanlarının suları Cimra Pompa İstasyonu ve Telmata Pompa İstasyonu aracılığıyla sulak alana verilmektedir. Bu kurutmalarda, sulama şebekesi henüz gerçekleştirilmemiştir. Kurutma alanlarında yalnızca çeltik ekilmekte, sulama üretici olanakları ile yapılmaktadır. Karasaz bataklığı kurutma alanı 4500 ha'dır. Kurutulan alanın 2585 ha'lık bölümü hazineye aittir. Alanda, Aşağı İpsala Projesi kapsamında, Karasaz Sulaması inşa edilmiştir. DSİ tarafından inşa edilmiş olan sulama alanları toplam 14960 ha'dır. Ancak göl çevresinde DSİ dışı kuruluşlarca inşa edilmiş ve Halk Sulaması olarak tanımlanan sulama alanları da bulunmaktadır. DSİ tarafından izleme ve değerlendirme yapılan ortalama 18420 ha'lık sulama (Sultanköy hariç) ve kurutma alanlarında, sulanan alan ortalama 11652 ha (%63), çeltik üretim alanları

10021 ha'dır. Gala Gölü havzasında yapımı planlanan sulamaların alanları 38228 ha olduğu, bu alanlar içinde daha önce sulama şebekesi yapılmamış kurutmalarla, su eksikliği bulunan ve halen işletmeye açılmamış sulamaların da bulunduğu belirtilmektedir. Sulak alana drenaj suları girişinin engellenmesi ve temiz su sağlanması amacıyla, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü'nce geliştirilen Kuşaklama Seddeleri ve Temiz Su Sağlama Projesi, 1995 yılında Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması projesi kapsamında ihale edilmiştir (DSİ, 2003).

Gala Gölü etrafında çoğu halk sulaması şeklinde yaklaşık 15000 ha alanda çeltik ekimi yapılmaktadır. Çeltik ekimi yapılan bu sahaların su ihtiyacı Altınyazı ve Sultanköy Barajları, Yenikarpuzlu Göleti ve Meriç Nehri baraj akımlarından karşılanmaktadır. Bu depolama tesislerinin rezervuarlarında depolanan suyun büyük bir kısmı kış aylarında Meriç Nehri'nden pompajla terfi edilerek sağlanmaktadır. Sulama sahasının yıllık bitki su ihtiyacı $12000 \text{ m}^3/\text{ha}$ olup, Gala Gölü'ne yılda ortalama 36 hm^3 su tahliye olmakta, ayrıca kurutmalardan yıllık ortalama $38,22 \text{ hm}^3$ su gelmektedir (Yılmaz, 2002).

Komşu ülkeler ve özellikle Bulgaristan'da uygulanan projeler Meriç Nehri'ndeki akımları azaltmıştır. Nehir ve kollarının toplam su potansiyeli 5842 hm^3 'tür. Komşu ülkelerde yapılan 12 adet baraj (depolama hacmi 2415 hm^3) ve ülkemizde yapılan barajlar (depolama hacmi 672 hm^3), su rejimindeki değişikliklerin artmasına neden olmuştur. Akımların azalması sonucunda deniz etkisi membaya doğru ilerlemiştir. 1970'li yıllarda uygulanan Kurutma Projeleri ile sulak alandaki Kızkapan, Pamuklu ve Gala Gölü bataklıklarının kurutulması ve tarıma açılması, sulak alan kayıplarına (4800 ha) yol açmıştır. Aşağı İpsala Projesi kapsamında 1970'li yıllarda başlatılan Sulama Projeleri sonucunda, sulu tarıma açılan alanlar, 2000'li yıllarda 14126 ha 'a ulaşmıştır. Sığırcı Gölü Yenikarpuzlu depolamasına dönüştürülmüş ve Pamuklu Ovası sulu tarıma açılmıştır. Sulak alandan geriye 617 ha 'lık Gala Gölü ile "Tabiatı Koruma Alanı" içinde yer alan 1700 ha 'lık bölüm kalmıştır. Sulak alan kaybı % 74,82 (6883 ha)'dır. Gala Gölü'nü besleyen Basamaklar Deresi ve Muzalı Deresi havzalarından gelen su yatakları bugün drenaj kanalı durumundadır. Alana farklı akarsulardan gelen sular geçmiş yıllara göre çok önemli ölçüde değişmektedir. 1980 yılından sonra havza su rejiminde büyük değişiklikler ortaya çıktığı, 1980 öncesinin genellikle 1 yıl aralıklarla yinelenen kurak

dönemlerin, 1980 sonrasında farklı düzeylerde olmakla birlikte 7 yıla kadar uzayabildiği (1988-1994) belirtilmektedir (DSİ, 2003).

Edirne Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Keşan Tarım İlçe Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre, Meriç Deltası Sulak Alanı ve çevresindeki çeltik alanlarında çeltik ekimi Nisan ayı sonunda ve Mayıs ayı başında yapılmaktadır. Çeltik alanlarında, çinko, fosforlu ve azotlu gübreler ekimden önce, amonyum sülfat Haziran ayı başında ve sonunda kullanılmaktadır. 2002 yılında 15412 ha çeltik ekiliş alanında, 3814 ton kompoze gübre, 256,8 ton üre, 6149 ton amonyum sülfat, 100 ton triple süperfosfat şeklinde 10319 ton gübre ve 15,5 ton tarımsal ilaç kullanıldığı bildirilmektedir.

3.1.2. Su örneklerinin alındığı yerler

Gala Gölü ve çevresinde özellikle göle su giriş çıkışlarının ve sirkülasyonun olduğu 9 nokta seçilmiştir. Su örneklerinin alındığı noktalar;

1. Ergene Nehri'nin Meriç Nehri'ne döküldüğü noktadan yaklaşık 1.5 km uzaklıkta bulunan ve nehir suyunu alandaki sulama kanallarına pompalayan Karasaz Pompa İstasyonu,

2. IP-1 kanalı,

3. Göl ortası,

4. Göl ortası,

5. Göl ortası,

6. Göl ortası,

7. Göl ortası,

8. Göl kıyısı,

9. Göl ayağı (10 gözlü menfez) dır.

Bu noktalar Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Su örneklerinin alındığı yerler

3.2. Yöntem

3.2.1. Su örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Örnekler, 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Örnek Alma ve Analiz Metodları Tebliği”nde belirtilen koşullara uygun olarak alınmıştır. Yukarıda belirtilen noktalardan alınan su örnekleri önceden temizlenip etiketlenen 1.5 l’lik pet şişelere konulduktan sonra karanlık ortamda korunarak laboratuvara getirilmiştir. Analiz çalışmalarına başlayana kadar örnekler organizma gelişimini engellemek amacıyla 0.5 ml derişik nitrik asit ile asitlendirilmiş ve soğutucuda saklanmıştır. Ölçümlerin sağlıklı olması için paralel çalışılmıştır. Örnekler önce filtre kağıdından süzülerek askıda katı maddelerden arındırılmıştır. Örneklerdeki iyon halindeki ağır metal konsantrasyonlarını Atomik Absorbsiyon Spektrofotometri yöntemiyle okuyabilmek amacıyla zenginleştirme yapılmıştır. 1000 ml’lik beher glaslara konan 500 ml örnek, 100 °C sıcaklığa ayarlanmış çeker ocakta 50 ml’ye buharlaştırılarak ağır metal konsantrasyonları 10 kat zenginleştirilmiştir.

3.2.2. Su örneklerinin analizleri

Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde; iyon halindeki Cu, Cd, Pb, Fe, Ni, Co, Mn ve Zn miktarları araştırılmıştır. İnceleme Unicam 929 marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile yapılmıştır. Her bir ağır metal için farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler hazırlanmış ve standart çözeltilerle AAS’nin kalibrasyonu yapıldıktan sonra örneklerdeki ağır metal konsantrasyonları ppm cinsinden belirlenmiştir. 10 kat zenginleştirme yapıldığı için okunan değerler ona bölünerek sonuçlar saptanmıştır. Ağır metal analizlerinden önce örnek alma sırasında suyun sıcaklığı ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu, asitlendirmeden önce pH’sı ölçülerek zenginleştirme yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada, belirlenen bazı örnek alma noktalarında pH, çözünmüş oksijen ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır ve bazı aylarda DSI'nin çalışma sonuçlarından yararlanılmıştır. Sonuçlar “SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”e göre değerlendirilmiştir. Bu ölçümler sonucunda:

Karasaz Pompa İstasyonu'nda Ağustos- Temmuz ayları arasında yapılan ölçümlerde; suyun pH'sı ortalama 7.74, çözünmüş oksijeni ortalama 7.56 mg/l, sıcaklığı 20.2 °C ve su kalitesi II. sınıf olarak saptanmıştır.

IP1 kanalında Mayıs- Temmuz ayları arasında yapılan ölçümlerde; suyun pH'sı ortalama 7.34, çözünmüş oksijeni ortalama 8.66 mg/l, sıcaklığı 22.7 °C ve su kalitesi I. sınıf olarak saptanmıştır.

Göl kıyısında Mayıs- Temmuz ayları arasında yapılan ölçümlerde; suyun pH'sı ortalama 7.90, çözünmüş oksijeni ortalama 11.71 mg/l, sıcaklığı 24.6 °C ve su kalitesi I. sınıf olarak saptanmıştır.

Göl ayağında Ağustos- Temmuz ayları arasında yapılan ölçümlerde; suyun pH'sı ortalama 8.05, çözünmüş oksijeni ortalama 8.27 mg/l, sıcaklığı 21.0 °C ve su kalitesi I. sınıf olarak saptanmıştır.

4.1. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Pb Konsantrasyonları

Çizelge 4.1.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Pb konsantrasyonları

Pb (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	iz	iz		0.096
06.02.2004			iz	0.054
11.03.2004	iz	0.013		iz
15.04.2004	0.037	iz	0.011	iz
07.05.2004	0.016	0.026	iz	iz
27.05.2004	0.177	0.020	0.003	iz
27.06.2004		0.041	iz	iz
08.07.2004	0.094	0.009	0.009	iz

Çizelge 4.1.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Pb konsantrasyonları

Pb (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	0.062	0.042	0.093	0.094	0.124
11.03.2004			0.075	iz	0.029
27.06.2004	iz	iz	iz	0.003	0.019

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.177 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.054 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi IV. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede kurşun konsantrasyonunu minimum 0.008 ppm ve maksimum 0.032 ppm, ortalama değeri ise 0.019 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.041 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.016 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede kurşun konsantrasyonunu minimum 0.007 ppm ve maksimum 0.041 ppm, ortalama değeri ise 0.020 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.062 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.031 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.042 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.021 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.093 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.056 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi IV. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.094 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.032 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum 0.019 ppm ve maksimum 0.124 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.057 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi IV. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.011 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.004 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada kurşun konsantrasyonunu, minimum 0.006 ppm ve maksimum 0.030 ppm, ortalama değeri ise 0.013 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak,

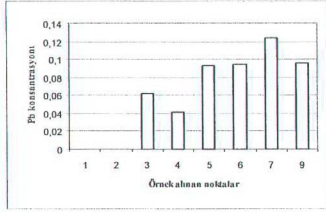
2. noktada konsantrasyonunu, minimum 0.008 ppm ve maksimum 0.019 ppm, ortalama değeri ise 0.012 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak,

3. noktada kurşun konsantrasyonunu, minimum 0.004 ppm ve maksimum 0.020 ppm, ortalama değeri ise 0.011 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

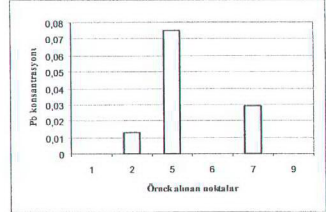
2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Pb konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.096 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.019 ppm'dir. Ortalama kurşun konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede kurşun konsantrasyonunu minimum 0.013 ppm ve maksimum 0.029 ppm, ortalama değeri ise 0.021 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki kurşun konsantrasyonları sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aşmamaktadır.

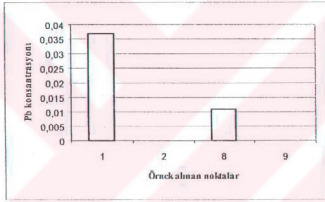
Gala Gölü ve çevresinde aylık kurşun değişimleri Şekil 4.1.1., Şekil 4.1.2., Şekil 4.1.3., Şekil 4.1.4., Şekil 4.1.5., Şekil 4.1.6., Şekil 4.1.7.'de gösterilmiştir.



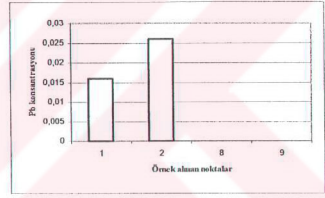
Şekil 4.1.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları



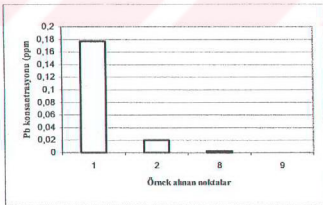
Şekil 4.1.2. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları



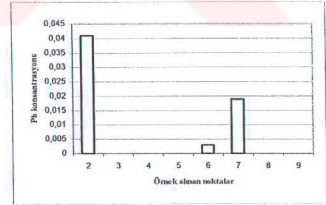
Şekil 4.1.3. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları



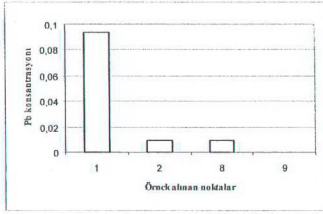
Şekil 4.1.4. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları



Şekil 4.1.5. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları



Şekil 4.1.6. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları



Şekil 4.1.7. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Pb konsantrasyonları

4.2. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Ni Konsantrasyonları

Çizelge 4.2.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonları

Ni (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	0.010	0.004		0.002
06.02.2004			iz	iz
11.03.2004	iz	iz		iz
15.04.2004	0.012	0.016	0.002	0.002
07.05.2004	iz	iz	iz	iz
27.05.2004	0.034	0.033	0.030	0.032
27.06.2004		0.002	0.008	0.032
08.07.2004	iz	0.002	iz	0.011

Çizelge 4.2.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Ni konsantrasyonları

Ni (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	iz	iz	iz	iz	iz
11.03.2004			iz	iz	iz
27.06.2004	0.032	iz	0.032	0.056	0.020

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.034 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.009 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, "SKKY Kitağı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Temmuz ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede nikel konsantrasyonunu minimum 0.075 ppm ve maksimum 0.144 ppm, ortalama değeri ise 0.109 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.033 ppm'dir. Bu

dağılım aralığında ortalama değer ise 0.008 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Temmuz ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede nikel konsantrasyonunu minimum 0.011 ppm ve maksimum 0.190 ppm, ortalama değeri ise 0.063 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.032 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.016 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde nikel tespit edilmemiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.032 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.002 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.056 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.018 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.020 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.006 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.030 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.007 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu,

SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre değerdendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında Şubat- Temmuz ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada nikel konsantrasyonunu, minimum 0.012 ppm ve maksimum 0.190 ppm, ortalama değeri ise 0.069 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak,

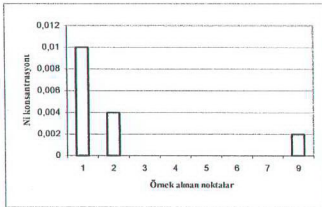
2. noktada nikel konsantrasyonunu, minimum iz düzeyde ve maksimum 0.209 ppm, ortalama değeri ise 0.089 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak,

3. noktada nikel konsantrasyonunu, minimum iz düzeyde ve maksimum 0.417 ppm, ortalama değeri ise 0.108 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

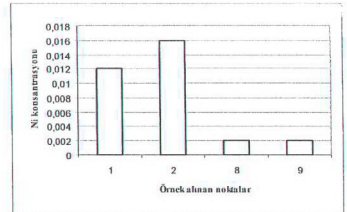
2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Ni konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.032 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değeri ise 0.010 ppm'dir. Ortalama nikel konsantrasyonu, SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre değerdendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat- Haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede nikel konsantrasyonunu minimum 0.019 ppm ve maksimum 0.162 ppm, ortalama değeri ise 0.078 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki nikel konsantrasyonları sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aşmamaktadır.

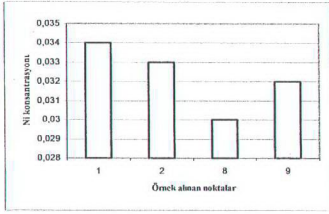
Gala Gölü ve çevresinde aylık nikel değışimleri Şekil 4.2.1., Şekil 4.2.2., Şekil 4.2.3., Şekil 4.2.4., Şekil 4.2.5.'te gösterilmiştir.



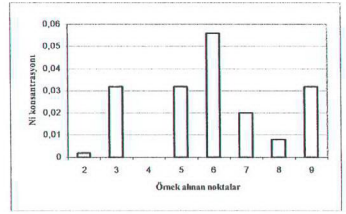
Şekil 4.2.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları



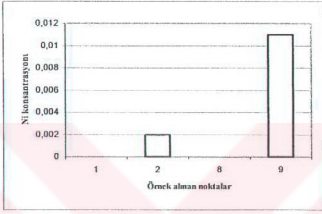
Şekil 4.2.2. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları



Şekil 4.2.3. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları



Şekil 4.2.4. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları



Şekil 4.2.5. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Ni konsantrasyonları

4.3. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Zn Konsantrasyonları

Çizelge 4.3.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonları

Zn (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	iz	iz		iz
06.02.2004			0.017	0.005
11.03.2004	0.021	0.009		iz
15.04.2004	0.018	iz	iz	iz
07.05.2004	iz	iz	iz	iz
27.05.2004	0.028	0.040	0.035	0.008
27.06.2004		iz	0.050	0.013
08.07.2004	0.001	0.007	0.016	iz

Çizelge 4.3.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Zn konsantrasyonları

Zn (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	iz	iz	iz	iz	iz
11.03.2004			iz	iz	iz
27.06.2004	0.009	iz	0.015	0.008	0.014

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.028 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.017 ppm'dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSI (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede çinko konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.130 ppm, ortalama değeri ise 0.030 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.040 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.018 ppm'dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSI (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede çinko konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.220 ppm, ortalama değeri ise 0.034 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.009 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.005 ppm'dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde çinko tespit edilmemiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.015 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.005 ppm'dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.008 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.002 ppm'dir. Ortalama çinko konsantrasyonu,

“SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004’te 7 aylık dönemde göl ortasından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.014 ppm’dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.004 ppm’dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, “SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004’te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.050 ppm’dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.020 ppm’dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, “SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada çinko konsantrasyonunu, minimum iz düzeyde ve maksimum 0.040 ppm, ortalama değeri ise 0.020 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak,

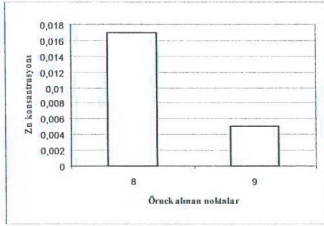
2. noktada konsantrasyonunu, minimum iz düzeyde ve maksimum 0.050 ppm, ortalama değeri ise 0.011 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak,

3. noktada çinko konsantrasyonunu, minimum iz düzeyde ve maksimum 0.030 ppm, ortalama değeri ise 0.013 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

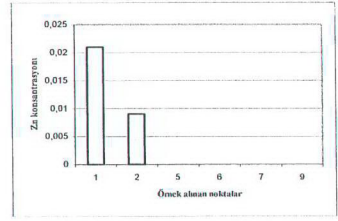
2003- 2004’te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Zn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.013 ppm’dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.003 ppm’dir. Ortalama çinko konsantrasyonu, “SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede çinko konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.290 ppm, ortalama değeri ise 0.064 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki çinko konsantrasyonları sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aşmamaktadır.

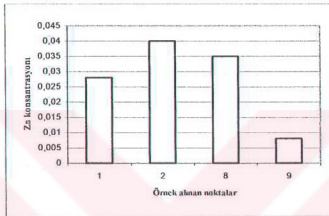
Gala Gölü ve çevresinde aylık çinko değişimleri Şekil 4.3.1., Şekil 4.3.2., Şekil 4.3.3., Şekil 4.3.4. ve Şekil 4.3.5.’te gösterilmiştir.



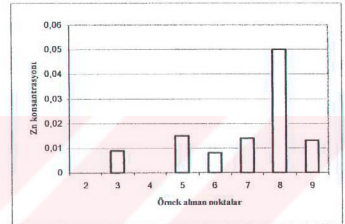
Şekil 4.3.1. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları



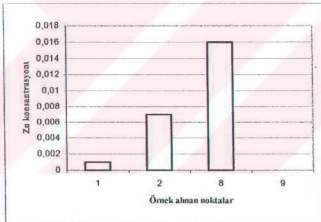
Şekil 4.3.2. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları



Şekil 4.3.3. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları



Şekil 4.3.4. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları



Şekil 4.3.5. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Zn konsantrasyonları

4.4. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Cu Konsantrasyonları

Çizelge 4.4.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonları

Cu (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	0.125	0.095		0.087
06.02.2004			0.004	0.007
11.03.2004	0.004	0.005		0.002
15.04.2004	iz	0.005	0.004	iz
07.05.2004	0.003	0.008	0.009	0.012
27.05.2004	0.024	0.016	0.011	0.017
27.06.2004		0.035	0.018	0.024
08.07.2004	0.073	0.048	0.124	0.039

Çizelge 4.4.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Cu konsantrasyonları

Cu (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	0.020	0.032	0.053	0.035	0.070
11.03.2004			0.002	0.004	0.003
27.06.2004	0.012	0.030	0.027	0.035	0.016

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.125 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.038 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede bakır konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.470 ppm, ortalama değeri ise 0.120 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.005 ppm ve maksimum 0.095 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.030 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede bakır konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.580 ppm, ortalama değeri ise 0.230 ppm, su kalitesini ise IV. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.012 ppm ve maksimum 0.020 ppm'dir. Bu

dağılım aralığında ortalama değer ise 0.016 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.030 ppm ve maksimum 0.032 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.031 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.002 ppm ve maksimum 0.053 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.027 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.004 ppm ve maksimum 0.035 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.025 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.003 ppm ve maksimum 0.070 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.029 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum 0.004 ppm ve maksimum 0.124 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.028 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada bakır konsantrasyonunu, minimum 0.040 ppm ve maksimum 0.580 ppm, ortalama değeri ise 0.164 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak,

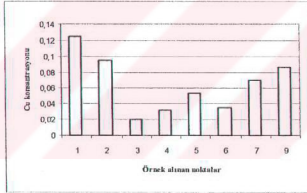
2. noktada konsantrasyonunu, minimum 0.010 ppm ve maksimum 0.620 ppm, ortalama değeri ise 0.157 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak,

3. noktada bakır konsantrasyonunu, minimum iz düzeyde ve maksimum 0.160 ppm, ortalama değeri ise 0.056 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

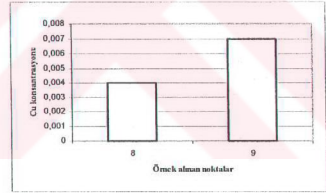
2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cu konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.087 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.024 ppm'dir. Ortalama bakır konsantrasyonu, "SKKY Kıtaici Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede bakır konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.110 ppm, ortalama değeri ise 0.048 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki bakır konsantrasyonları sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aşmamaktadır.

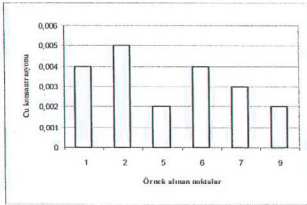
Gala Gölü ve çevresinde aylık bakır değişimleri Şekil 4.4.1., Şekil 4.4.2., Şekil 4.4.3., Şekil 4.4.4., Şekil 4.4.5, Şekil 4.4.6, Şekil 4.4.7 ve Şekil 4.4.8'de gösterilmiştir.



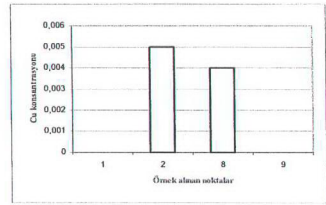
Şekil 4.4.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



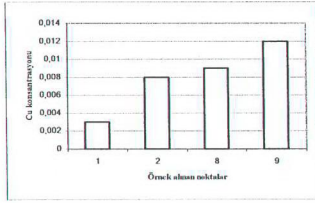
Şekil 4.4.2. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



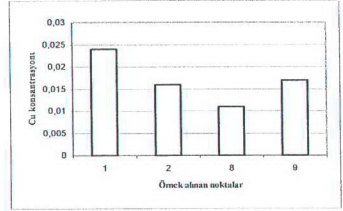
Şekil 4.4.3. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



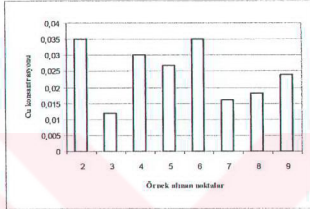
Şekil 4.4.4. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



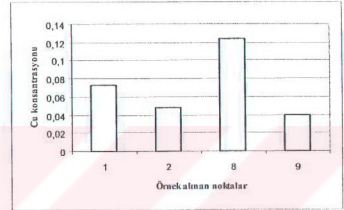
Şekil 4.4.5. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



Şekil 4.4.6. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



Şekil 4.4.7. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları



Şekil 4.4.8. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cu konsantrasyonları

4.5. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Mn Konsantrasyonları

Çizelge 4.5.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Mn konsantrasyonları

Mn (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	iz	iz		iz
06.02.2004			0.005	iz
11.03.2004	0.399	0.317		iz
15.04.2004	0.227	0.062	iz	iz
07.05.2004	iz	iz	iz	iz
27.05.2004	0.553	0.304	0.161	0.118
27.06.2004		iz	iz	0.002
08.07.2004	0.008	iz	iz	0.007

Çizelge 4.5.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Mn konsantrasyonları

Mn (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	iz	iz	iz	iz	iz
11.03.2004			iz	iz	iz
27.06.2004	iz	0.009	iz	iz	iz

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Mn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.553 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.198 ppm'dir. Ortalama mangan konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede mangan konsantrasyonunu minimum 0.030 ppm ve maksimum 0.496 ppm, ortalama değeri ise 0.159 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Mn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.317 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.055 ppm'dir. Ortalama mangan konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede mangan konsantrasyonunu minimum 0.142 ppm ve maksimum 0.448 ppm, ortalama değeri ise 0.315 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde mangan tespit edilmemiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde ölçülebilen Mn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.009 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.005 ppm'dir. Ortalama mangan konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5,6,7) alınan su örneklerinde mangan tespit edilmemiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Mn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.161 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.028 ppm'dir. Ortalama mangan konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada mangan konsantrasyonunu, minimum 0.043 ppm ve maksimum 0.492 ppm, ortalama değeri ise 0.199 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak,

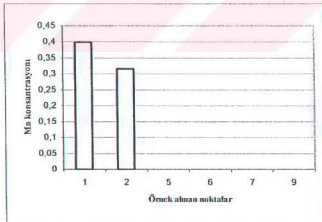
2. noktada mangan konsantrasyonunu, minimum 0.045 ppm ve maksimum 2.110 ppm, ortalama değeri ise 0.481 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak,

3. noktada mangan konsantrasyonunu, minimum 0.059 ppm ve maksimum 0.256 ppm, ortalama değeri ise 0.154 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

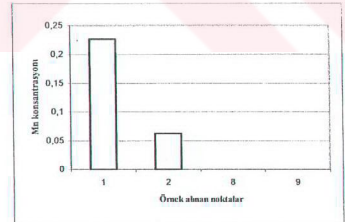
2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Mn konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.118 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.016 ppm'dir. Ortalama mangan konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat- haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede mangan konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 1.205 ppm, ortalama değeri ise 0.281 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki mangan konsantrasyonlarının, Karasaz Pompa İstasyonu'nda ve IP1 kanalında sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aştığı görülmektedir.

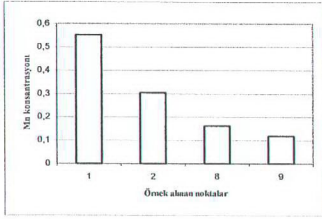
Gala Gölü ve çevresinde aylık mangan değişimleri Şekil 4.5.1., Şekil 4.5.2., Şekil 4.5.3., Şekil 4.5.4. ve Şekil 4.5.5.'te gösterilmiştir.



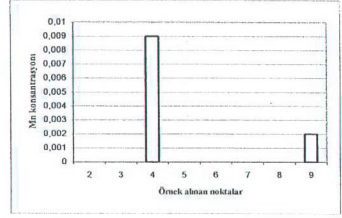
Şekil 4.5.1. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları



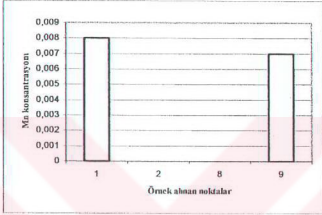
Şekil 4.5.2. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları



Şekil 4.5.3. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları



Şekil 4.5.4. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları



Şekil 4.5.5. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Mn konsantrasyonları

4.6. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Cd Konsantrasyonları

Çizelge 4.6.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonları

Cd (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	iz	iz		iz
06.02.2004			0.004	0.003
11.03.2004	0.005	0.005		0.004
15.04.2004	0.012	0.010	0.010	0.006
07.05.2004	iz	iz	iz	iz
27.05.2004	0.008	0.015	0.015	0.015
27.06.2004		0.019	0.005	iz
08.07.2004	0.015	iz	0.003	0.010

Çizelge 4.6.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Cd konsantrasyonları

Cd (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	iz	iz	iz	iz	iz
11.03.2004			0.004	0.002	0.004
27.06.2004	iz	iz	iz	iz	0.001

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.015 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.007 ppm'dir. Ortalama kadmiyum konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede kadmiyum konsantrasyonunu minimum 0.002 ppm ve maksimum 0.009 ppm, ortalama değeri ise 0.006 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.019 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.007 ppm'dir. Ortalama kadmiyum konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede kadmiyum konsantrasyonunu minimum 0.001 ppm ve maksimum 0.007 ppm, ortalama değeri ise 0.003 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3, 4) alınan su örneklerinde kadmiyum tespit edilmemiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.004 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.001 ppm'dir. Ortalama kadmiyum konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.002 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.001 ppm'dir. Ortalama kadmiyum konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.004 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.002 ppm'dir. Ortalama kadmiyum

konsantrasyonu, “SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerdendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004’te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.015 ppm’dir. Bu dağılım aralığında ortalama değeri ise 0.006 ppm’dir. Ortalama kadmiyum konsantrasyonu, “SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerdendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada kadmiyum konsantrasyonunu, minimum 0.001 ppm ve maksimum 0.006 ppm, ortalama değeri ise 0.003 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak,

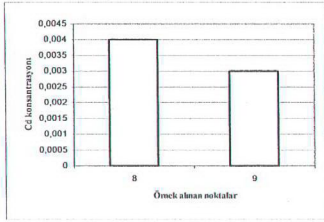
2. noktada konsantrasyonunu, minimum 0.001 ppm ve maksimum 0.005 ppm, ortalama değeri ise 0.003 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak,

3. noktada kadmiyum konsantrasyonunu, minimum 0.001 ppm ve maksimum 0.011 ppm, ortalama değeri ise 0.005 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

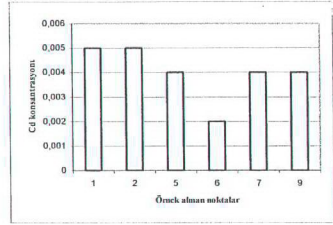
2003- 2004’te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Cd konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.015 ppm’dir. Bu dağılım aralığında ortalama değeri ise 0.005 ppm’dir. Ortalama kadmiyum konsantrasyonu, “SKKY Kıtaıçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”ne göre değerdendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede kadmiyum konsantrasyonunu minimum 0.002 ppm ve maksimum 0.012 ppm, ortalama değeri ise 0.005 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki kadmiyum konsantrasyonlarının, Karasaz Pompa İstasyonu, IP1 kanalı, Gala Gölü Tuz Tepe kıyısı ve göl ayağında (10 gözlü menfez) sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aştığı görülmektedir.

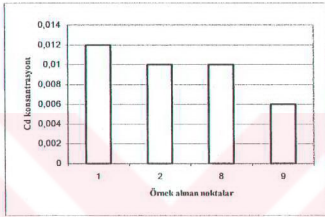
Gala Gölü ve çevresinde aylık kadmiyum değışimleri Şekil 4.6.1., Şekil 4.6.2., Şekil 4.6.3, Şekil 4.6.4, Şekil 4.6.5 ve Şekil 4.6.6’da gösterilmiştir.



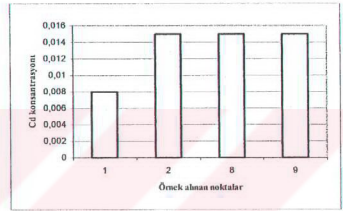
Şekil 4.6.1. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları



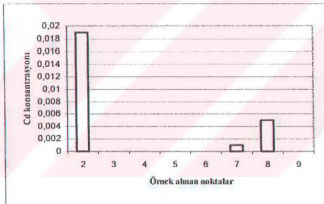
Şekil 4.6.2. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları



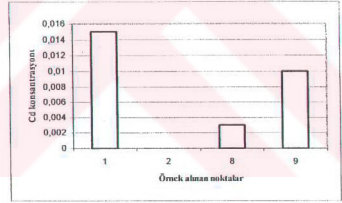
Şekil 4.6.3. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları



Şekil 4.6.4. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları



Şekil 4.6.5. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları



Şekil 4.6.6. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Cd konsantrasyonları

4.7. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Fe Konsantrasyonları

Çizelge 4.7.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonları

Fe (ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	0.073	0.051		iz
06.02.2004			0.060	0.035
11.03.2004	0.093	0.062		iz
15.04.2004	0.163	0.086	0.028	0.026
07.05.2004	0.109	0.036	0.018	0.017
27.05.2004	0.332	0.263	0.233	0.120
27.06.2004		0.089	0.109	0.056
08.07.2004	0.096	0.048	0.048	0.010

Çizelge 4.7.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Fe konsantrasyonları

Fe (ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	iz	0.015	0.033	0.055	0.048
11.03.2004			iz	iz	iz
27.06.2004	0.037	0.053	0.136	0.027	0.072

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum 0.073 ppm ve maksimum 0.332 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.144 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede demir konsantrasyonunu minimum 0.010 ppm ve maksimum 0.290 ppm, ortalama değeri ise 0.082 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum 0.036 ppm ve maksimum 0.263 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.091 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede demir konsantrasyonunu minimum 0.020 ppm ve maksimum 1.010 ppm, ortalama değeri ise 0.274 ppm, su kalitesini ise II. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.037 ppm'dir. Bu

dağılım aralığında ortalama değer ise 0.019 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum 0.015 ppm ve maksimum 0.053 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.034 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.136 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.056 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.055 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.027 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.072 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.040 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum 0.018 ppm ve maksimum 0.233 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.083 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaıçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında aynı yedi aylık dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada demir konsantrasyonunu, minimum 0.030 ppm ve maksimum 0.410 ppm, ortalama değeri ise 0.118 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak,

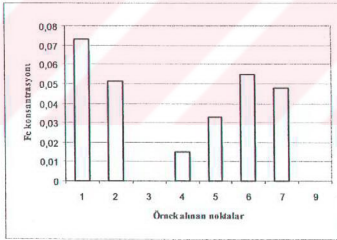
2. noktada konsantrasyonunu, minimum 0.020 ppm ve maksimum 0.190 ppm, ortalama değeri ise 0.110 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak,

3. noktada demir konsantrasyonunu, minimum 0.010 ppm ve maksimum 0.650 ppm, ortalama değeri ise 0.151 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

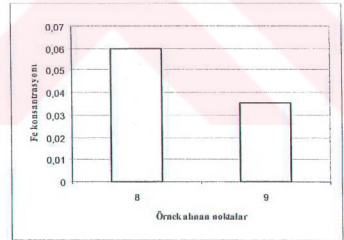
2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Fe konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.120 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.036 ppm'dir. Ortalama demir konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat- haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede demir konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.610 ppm, ortalama değeri ise 0.164 ppm, su kalitesini ise I. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki demir konsantrasyonları sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aşmamaktadır.

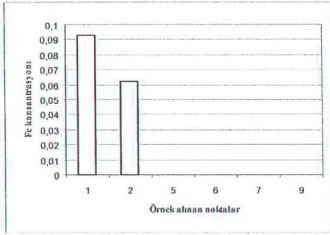
Gala Gölü ve çevresinde aylık demir değişimleri Şekil 4.7.1., Şekil 4.7.2., Şekil 4.7.3., Şekil 4.7.4., Şekil 4.7.5., Şekil 4.7.6., Şekil 4.7.7. ve Şekil 4.7.8.'de gösterilmiştir.



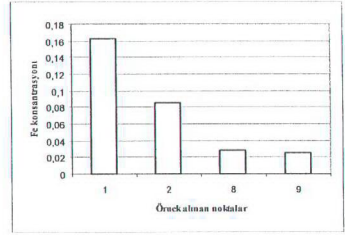
Şekil 4.7.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



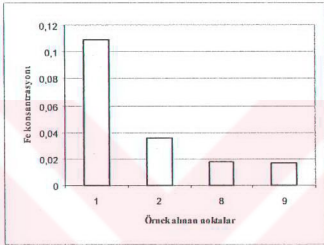
Şekil 4.7.2. 06.02.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



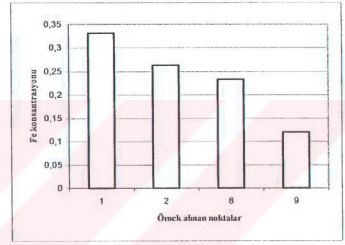
Şekil 4.7.3. 11.03.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



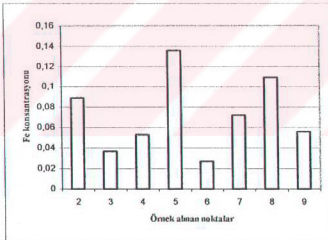
Şekil 4.7.4. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



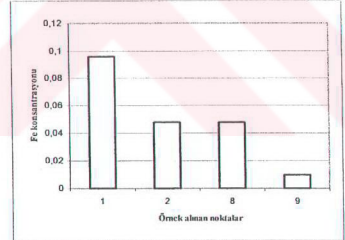
Şekil 4.7.5. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



Şekil 4.7.6. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



Şekil 4.7.7. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları



Şekil 4.7.8.08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Fe konsantrasyonları

4.8. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Örneklerinde Co Konsantrasyonları

Çizelge 4.8.1. Gala Gölü ve çevresinden alınan su örneklerinde Co konsantrasyonları

Co(ppm)	1	2	8	9
05.08.2003	0.073	0.061		0.053
06.02.2004			iz	0.001
11.03.2004	iz	iz		iz
15.04.2004	0.016	0.014	0.007	0.003
07.05.2004	0.020	0.018	0.015	iz
27.05.2004	0.055	0.020	0.034	0.046
27.06.2004		iz	iz	0.002
08.07.2004	0.004	0.006	iz	0.017

Çizelge 4.8.2. Gala Gölü'nden alınan su örneklerinde Co konsantrasyonları

Co(ppm)	3	4	5	6	7
05.08.2003	0.014	0.020	0.035	0.032	0.040
11.03.2004			iz	iz	iz
27.06.2004	iz	0.001	0.013	iz	0.002

2003- 2004'te 7 aylık dönemde Karasaz Pompa İstasyonu'ndan (1) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.073 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.028 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaîçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi III. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Temmuz ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede kobalt konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.250 ppm, ortalama değeri ise 0.133 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde IP1 kanalından (2) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.061 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.017 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaîçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Temmuz ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede kobalt konsantrasyonunu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.420 ppm, ortalama değeri ise 0.177 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak tespit etmiştir.

2003-2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (3) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.014 ppm'dir. Bu

dağılım aralığında ortalama değer ise 0007 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaİçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (4) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum 0.001 ppm ve maksimum 0.020 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.010 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaİçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (5) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.035 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.016 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaİçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (6) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.032 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.011 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaİçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ortasından (7) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.040 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.014 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaİçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır.

2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl kıyısından (8) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.034 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.009 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaİçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi I. Sınıftır.

DSİ (2003), göl içinde üç noktada 2001-2002 yılında Şubat- Temmuz ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede;

1. noktada kobalt konsantrasyonunu, minimum 0.010 ppm ve maksimum 0.420 ppm, ortalama değeri ise 0.198 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak,

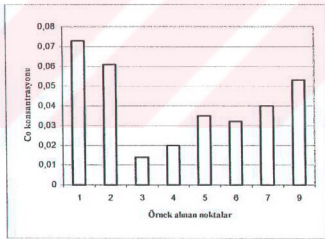
2. noktada konsantrasyonunu, minimum 0.010 ppm ve maksimum 0.840 ppm, ortalama değeri ise 0.280 ppm, su kalitesini ise IV. Sınıf olarak,

3. noktada kobalt konsantrasyonunu, minimum 0.010 ppm ve maksimum 0.380 ppm, ortalama değeri ise 0.155 ppm, su kalitesini ise III. Sınıf olarak, tespit etmiştir.

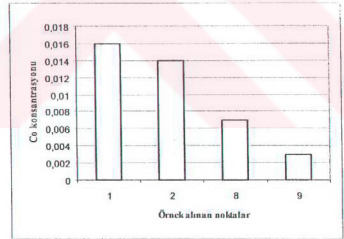
2003- 2004'te 7 aylık dönemde göl ayağından (9) alınan su örneklerinde ölçülebilen Co konsantrasyonu minimum iz düzeyde ve maksimum 0.053 ppm'dir. Bu dağılım aralığında ortalama değer ise 0.015 ppm'dir. Ortalama kobalt konsantrasyonu, "SKKY Kıtaçı Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"ne göre değerlendirildiğinde su kalitesi II. Sınıftır. DSİ (2003), 2001-2002 yılında Şubat-Haziran ayları arasındaki dönemde yaptığı incelemede kobalt konsantrasyonunu minimum 0.030 ppm ve maksimum 0.400 ppm, ortalama değeri ise 0.218 ppm, su kalitesini ise IV. Sınıf olarak tespit etmiştir.

Alınan örneklerdeki kobalt konsantrasyonlarının, Karasaz Pompa İstasyonu'nda, IPI kanalında ve göl ayağında sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aştığı görülmektedir.

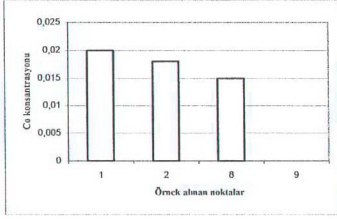
Gala Gölü ve çevresinde aylık kobalt değişimleri Şekil 4.8.1., Şekil 4.8.2., Şekil 4.8.3., Şekil 4.8.4., Şekil 4.8.5., Şekil 4.8.6.'da gösterilmiştir.



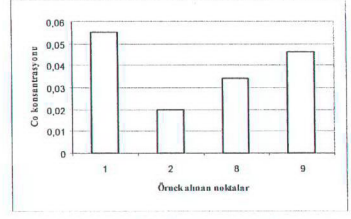
Şekil 4.8.1. 05.08.2003 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları



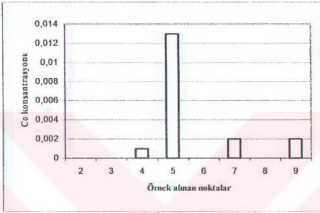
Şekil 4.8.2. 15.04.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları



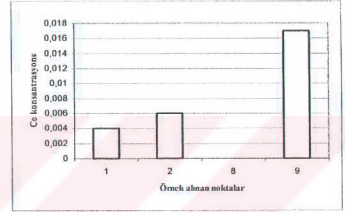
Şekil 4.8.3. 07.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları



Şekil 4.8.4. 27.05.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları



Şekil 4.8.5. 27.06.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları



Şekil 4.8.6. 08.07.2004 tarihinde örnek alınan noktalardaki Co konsantrasyonları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gala Gölü ve çevresindeki su kaynaklarında ağır metal kirliliğini belirlemek amacı ile, göl dışında 3, göl içinde 6 olmak üzere toplam 9 noktadan su örnekleri alınmıştır. Kurşun, nikel, çinko, bakır, mangan, kadmiyum, demir ve kobaltın konsantrasyonlarını ve dinamiğini belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda; kurşun konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.177 ppm, nikel konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.056 ppm, çinko konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.050 ppm, bakır konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.125 ppm, mangan konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.553 ppm, kadmiyum konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.019 ppm, demir konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.332 ppm ve kobalt konsantrasyonunun iz düzeyde- 0.073 ppm arasında değiştiği görülmüştür. Alınan örnekler, nikel, çinko, demir ve mangan bakımından genellikle I. Sınıf su kalitesinde olmakla beraber, kurşun, kadmiyum, bakır ve kobalt bakımından III. ve IV. Sınıf su özelliği göstermektedir.

Alınan örneklerdeki demir, bakır, çinko, nikel ve kurşun konsantrasyonları sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aşmamasına rağmen, kobalt, kadmiyum ve mangan konsantrasyonlarının, Karasaz Pompa İstasyonu ve IP1 kanalında; kobalt ve kadmiyumun göl ayağında; kobaltın Gala Gölü Tuz Tepe kıyısında sulama sularında izin verilen maksimum konsantrasyonları aştığı görülmektedir.

Trakya Bölgesi'nde bulunan ve özellikle Çorlu- Çerkezköy- Lüleburgaz ve Muratlı'da yoğunlaşan tekstil, gıda, kağıt, makina, gübre, boya ve kimya sanayinin ve yerleşimlerin evsel ve endüstriyel atıksularının yoğun kirlilik yükünü taşıyan Ergene Nehri, Karasaz Pompa İstasyonu'ndan hemen önce Yunanistan ve Bulgaristan'dan endüstriyel, evsel ve tarımsal kirleticileri taşıyan Meriç Nehri'ne dökülmektedir. Bu nedenle, Karasaz Pompa İstasyonu'ndan alınan su örneklerindeki ağır metal kirliliği diğer noktalara göre daha yüksektir. Ergene ve Meriç karışımı nehir suyu, Karasaz Pompa İstasyonu aracılığıyla alandaki IP1 kanalına pompalanmakta ve bu su çeltik alanlarında sulama amaçlı kullanılmaktadır. Sulamada kullanılan kirli su, çeltik alanlarında kullanılan pestisit ve gübrelerin de içeriğinde bulunan ağır metallerle kirlenmektedir. Kullanılan bu su, tarlalardan yine kanlar aracılığı ile Gala Gölü'ne, sulak alana ve Ege Denizi'ne ulaşmaktadır. Böylece dolaylı olarak, Trakya Bölgesi'nin tüm kirleticilerini taşıyan ve kaynağı dışındaki tüm noktalarda IV. sınıf su kalitesinde

olan Ergene Nehri'nin ve Meriç Nehri'nin önemli oranda Gala Gölü ve çevresindeki sulak alanı kirlettiği görülmektedir.

Ağır metal konsantrasyonlarının mevsimlere, aylara ve numune alınan noktalara göre değişim gösterdiği görülmüştür. Bu değişimin Şubat- Nisan ayları döneminde, Gala Gölü havzasına düşen yağıştan, yaz aylarındaki buharlaşmadan ve göl havzasında yapılan çeltik tarımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ağustos ayında alınan örneklerde kurşun, bakır ve kobalt konsantrasyonları diğer aylara göre yüksek bulunmuştur. Mayıs ayında nikel, mangan, kadmiyum, kobalt, demir; Mart, Nisan ve Mayıs aylarında özellikle Karasaz pompa itasyonu ve IP1 kanalında mangan konsantrasyonlarında artış görülmektedir. Mayıs ayında görülen Cd konsantrasyonundaki artışın, Nisan- Mayıs aylarında çeltik ekiminden sonra tarlalara uygulanan ve önemli miktarda Cd içeren fosforlu gübrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı şekilde, su kalitesinde düşüş olmamasına rağmen, Mayıs ayında çinko konsantrasyonunda artış görülmüştür. Çeltik alanlarında kullanılan gübrelerin, çinko yoğunlukları artışında önemli katkısı olabileceği söylenebilir.

Ağır metallerin kimyasal ya da biyolojik yollarla parçalanmadığı, metalin çok toksik ve suda çözünen bir bileşiğinin meydana gelebileceği; su tabanında birikebileceği, sediment tabakasının adsorbsiyon kapasitesinin sınırlı olmasından dolayı suların ağır metal konsantrasyonunun sürekli olarak artacağı dikkate alınır, planktonlar, algler, dip canlıları, su bitkileri, hassas balıklar ve kuşlarda ağır metal birikimi ve toksisitesi söz konusu olabilir. Çeltik alanlarında kullanılan sulama suyundaki ağır metallerin belirli bir süre su altında kalan topraklarda birikebileceği, su ve topraktaki konsantrasyon artışının çeltikte birikime neden olabileceği; bununla beraber, su ürünleri ve pirinç tüketiminin insanlarda da ağır metal birikimine ve ağır metallerin etkilerinin görülmesine neden olabileceği söylenebilir.

Gala Gölü ve çevresindeki ekolojik zenginliğin, sulak alanların değerinin bilinmesi, çeltik üretimine alternatiflerin üretilmesi ve Ergene ve Meriç Nehirleri'nin kirliliğinin önlenmesi ile korunabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ağca, N., Atıksuların Toprak Ekosistemine Etkileri, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 5-8, Kayseri, 1998.

Ağca, N. ve Doğan, K., Antakya-Topboğazı Karayolu Çevresindeki Topraklarda Trafik kaynaklı Ağır Metal Kirliliği, 2000 GAP Çevre Kongresi, 1. cilt, sf. 187-196, Şanlıurfa, 2000.

Altun, N., İzgi, B., Demir, C., Kılıç, N., Güçer, Ş., Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile Tekstil Atıksularında Metal Analizleri, 2000 GAP Çevre Kongresi, 2. cilt, sf. 691-699, Şanlıurfa, 2000.

Anımak, E., Akşehir Gölü ve Gölle Boşalan Yüzey Sularındaki Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 23-80, Gebze, 2000.

Arcak, S., Haktanır, K., Karaca, A., Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, cilt 20, sf. 101-106, 1996.

Bakış, R. ve Bilgin, M., Çöp Sızıntı Sularından Dolayı Topraklarda meydana Gelen Ağır Metal Kirliliği, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 167-170, Kayseri, 1998.

Bebek, M.T., Uluabat Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 16-25, 29-36, 56, 62-65, Ankara, 2001.

Bervoets, L. and Blust, R., Metal Concentrations in water, Sediment and Gudgeon (*Gobio Gobio*) from a Pollution Gradient: Relationship with Fish Condition Factor, Environmental Pollution, Volume 126, Issue 1, pages 9-19, November 2003.

Beyazıt, N. ve Peker, İ., Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 209-214, Kayseri, 1998.

Cekova, E. ve Efremov, A., Appropriates of the Biological Monitoring for Pollution Determination of the River Vardar by Heavy Metals, Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol.2, No2, sf. 384-389, Bulgaria, 2001.

Çevre Bakanlığı, Türkiye'nin Çevre Konusunda Taraf Olduğu Uluslararası Sözleşmeler, sf.411-418, Ankara, 1998.

Çiçek, A., Atik, S., Yavuz, Y., Bilge, F., Gence, S., Banar, M., Döğeroğlu, T., Kara, S., III. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Programı, Biyologlar Derneği, Kırşehir, 1997.

Devlet Su İşleri XI. Bölge Müdürlüğü, Meriç Deltası Sulak Alanı'nın İyileştirilmesi (Rehabilitasyonu) Üzerinde Araştırmalar, sf. 1-3, 5-15, 34-36, 44-65, 70-89, Edirne, 2003.

Doğal Hayatı Koruma Derneği (a), Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu-1988 Bildiriler Kitabı, Doğal Hayatı Koruma Derneği Bilimsel Yayın Serisi, Kırık Matbaası, 1989.

Doğal Hayatı Koruma Derneği (b), Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları, sf.43-44, 1989.

Dökmen, F., İhsaniye Yöresi Su Kaynaklarında Ağır Metal İçeriği ve Sulama Suyu Kullanımına Etkileri, 2000 GAP Çevre Kongresi, 1. cilt, sf. 215-226, Şanlıurfa, 2000.

Edirne Valiliği Çevre Koruma Vakfı, Enez Çevre Sempozyumu-1993, Bildiri Kitabı, sf. 109-112, Edirne, 1994.

Edirne Valiliği, Çevre İl Müdürlüğü, Tarım İl Müdürlüğü, Milli Eğitim Müdürlüğü, Trakya Üniversitesi, DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Gala Gölü ve Çevresindeki Sulak Alanların Islahı ve Yönetim Planlaması Raporu, sf. 1-13, 17-26, Edirne, 2001.

Ece, A. vd., IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, sf. 329-433, Biyologlar Derneği, İzmir, 2001.

Ertan, A., Önemli Bir Kuş Alanı Olan Gala Gölü ve Havzalarında Doğayı Koruma ve Kullanma Sorunları, Enez Çevre Sempozyumu-1993, Çevre Koruma Vakfı, sf. 48-52, Edirne, 1994.

Güneş, Y., Ekmekyapar, F., Yasavul, E., Ordu, Ş., Karakaya, N., Çorlu Deresi'ne Deşarj Olan Endüstriyel Atıkların Meydana Getirdiği Kirliliğin Belirlenmesi, Ulusal Sanayi Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, sf. 844-847, Mersin, 2001

Haktanır, K., Çevre Kirliliği Ders Notu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tez no.107, sf. 82-99, Ankara, 1983.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., Metallerin Çevresel Etkileri-I, www.metalurji.org.tr, Nisan 2004

Kalisinska, E., Salicki, W., Mystek, P., Kavetska, M.K., Jackowski, A., Using The Mallard to Biomonitor Heavy Metal Contamination of Wetlands in North-Western Poland, Science of The Total Environment, Volume 320, Issues 2-3, pages 145-161, 29 March 2004.

Kantarıcı, D., Hisarlı Dağ ile Gala Gölü Çevresinin Ekolojik Özellikleri ve Yörenin Tabiatı Koruma Alanı Olarak Değerlendirilmesinin Olanakları, Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu, DHKD Bilimsel Yayın Serisi, 12-24, İstanbul, 1989.

Kantarıcı, D., Meriç Havzasında Ayırt Edilen Ekolojik Birimlerin Özellikleri ve Havzadaki Çevre Sorunları Üzerine Bir İnceleme, Enez Çevre Sempozyumu-1993, Edirne Valiliği Çevre Koruma Vakfı, sf. 27-43, 1994.

Karaca, A., Turgay, O.C., Kızılkaya, R., Haktanır, K., Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, Tarım- Çevre İlişkileri Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 111-120, Mersin, 1996.

Kaya, M., Gala Gölü ve Çevresinin Ornitofaunası Üzerine Araştırmalar, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne, 2000.

Kaya, M. ve Kurtunur, C., Gala Gölü ve Çevresinin Ornitolojik Açısından Önemi ve Bazı Ekolojik Sorunları, XV. Ulusal Biyoloji Kongresi, sf. 1-12, Ankara, 2000.

Kılınç, A.M., Tuz Gölü'nde Ortaya Çıkan Kirlenme ve Kimyasal Açısından Göl Suyunun İncelenmesi, V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, sf. 583-591, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara, 2003.

Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, Türkiye'nin Tabiatı Koruma Alanları, sf. 143-146, 2001.

Kumbur, H. ve Gündoğdu, E., Evsel Atıksuların Tarımsal Amaçla Değerlendirilmesi, Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 160-165, Kayseri, 1998.

Levengood, J.M., Cadmium and Lead in Tissues of Mallards (*Anas platyrhynchos*) and Wood Ducks (*Aix sponsa*) Using the Illinois River (USA), Environmental Pollution, Volume 122, Issue 2, pages 177-181, April 2003.

Milli Parklar Kanunu, www.cevreorman.gov.tr, 2004

Mutluay, H. ve Demirak, A., Su Kimyası, sf. 83- 84, Beta Basım Yayın Dağıtım Aş., İstanbul, 1996.

Ongan, T., Gala Gölü Su Ürünlerinin Mevcut Durumu ve Geçmiş Yıllarla Mukayesesi, Enez Çevre Sempozyumu-1993, Çevre Koruma Vakfı, sf. 55-57, Edirne, 1994.

Peltier, F.E., Webb, S.M., Gaillard, J., Zinc and Lead Sequestration in an Impacted Wetland System, Advances in Environmental Research, Volume 8, Issue 1, pages 103-112, October 2003.

Sarı, M. A., Gala Gölü Acil Su İhtiyacı ve Taşkın Koruması, Enez Çevre Sempozyumu-1993, Çevre Koruma Vakfı, sf. 63-65, Edirne, 1994.

Semalar, A., Gediz Deltası Sulak Alanından Alınan Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 15-32, İzmir, 1999

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, www.cevreorman.gov.tr, 2004

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, www.cevreorman.gov.tr, 2004

Tok, H.H., Çevre Kirliliği, Anadolu Matbaa Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul, sf. 266-283, 1997.

Tok, H.H., Adiloğlu, A., Öner, N., Gönülsüz, E., Adiloğlu, S., Heavy Metal Concentrations in Irrigation Waters and Rice Culture in the Central Trakya Region, BENA International Syposium on "Transboundary Pollution", Under The Aegis of The Universty of Western Macedonia, Florina, May 2004. (Basılmamıştır)

Ulusal Sulak Alan Stratejisi 2003–2008, www.cevreorman.gov.tr, 2004.

Uzunoglu, O., Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 2-12, 26-73, Manisa, 1999.

www.cevreorman.gov.tr, Ocak 2004.

Yılmaz, B., Gala Gölü Hidroloji Planlama Raporu, Devlet Su İşleri XI. Bölge Müdürlüğü, sf. 1-2, Edirne, 2002.

Yılmaz, Z. ve Şengül, F., Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü, Cilt 1, sf. 81-91, Kocaeli, 1997.

ÖZGEÇMİŞ

1977’de Uzunköprü/ Edirne’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Uzunköprü’de, lise öğrenimini Edirne’de tamamladı. 1999’da İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2000 yılında Trakya Üniversitesi’nde göreve başladı. Halen Ergene Havzası Çevre Düzeni Planlama Bürosu’nda teknik sekretarya görevini yürütmekte olup aynı zamanda Trakya Üniversitesi Güllapoğlu Arboretumu Projesi’nde görevlidir. Yabancı dili İngilizce’dir.

Gökçen BAYRAK

Çevre Mühendisi



TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi çalışmalarım boyunca bana her türlü bilgi desteği sağlayan Sayın Prof.Dr.Hasan Hayri Tok'a; numune alma ve arazi çalışmalarım boyunca ulaşımda ve araştırmalarımnda her zaman kaynak sağlayan Edirne Çevre ve Orman İl Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürü Adnan Paşa Arslan'a, Keşan Fidanlık Mühendisliği Orman Mühendisi Özlem Altıntaş'a ve çalışanlarına, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü çalışanlarına; hazırlık çalışmalarımnda bilgilerini benimle paylaşan Sayın Prof.Dr.Hilmi İbar, Yrd.Doç.Dr.Yasemin Bakırcıoğlu ve Yrd.Doç.Dr.Nesrin Beynek'e; laboratuvar çalışmalarım boyunca bana sürekli yardımcı olan Arş.Gör.Kenan Sezer'e; gölden numune almam için gerekli araç ve gereçleri sağlayan Sayın Prof.Dr.Timur Kırız'a, Yrd.Doç.Dr.Hüseyin Güher'e, Enez Balıkçılık İstihsal ve Satış Kooperatifi Başkanı Nevzat Kocataş'a, çalışanlara ve balıkçılara; tez yazımı ve düzeltmeleri sırasında bana her zaman yardımcı olan Uzman Müşerref Gizerler ve Arş.Gör.Hatice Kıran Çakır'a; tez çalışmamım her aşamasında benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen müstakbel eşim Emir Salih Yılmaz'a ve aileme saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.