

1.GİRİŞ

Metaller ve diğer atıklardan oluşan kirleticilerin çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, yaygın kirlenme nedeni oluşturmaları, çevre koşullarına dayanıklı olmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirleticiler arasında civa, kadmiyum, ve çinko gibi metaller kirletici özelliklerine göre ilk sırada yer almaktadır.

En zehirli ağır metaller sırasıyla Hg, Cu, Cd, Pb, Zn, Ni ve Co' dur. Zehirlilik, metalin bileşik ya da iyon halde oluşuna göre değiştiği gibi organizmaların metali absorbe etme derecesine göre de değişir.

Ağır metal kirliliğinde canlılar, birçok metalin etkisi altındadırlar. Böyle durumlarda metaller arasında bir etkileşim söz konusu olmaktadır. Ancak, çeşitli kirletici karışımlarının birlikte etkilerini veya tehlikeli olabilecek kombinasyonlarını belirlemek amacı ile yapılan çalışmalara son yıllarda rastlanmaktadır. Alabalıklar üzerinde bakır, fenol, çinko ve nikel karışımlarının, çeşitli metal sürfaktant karışımlarının etkilerini saptamışlar ve bu maddelerin birbirlerinin etkilerini arttırdıklarını göstermişlerdir. Toksik metal kirliliği etkenlerinin başlıcaları; jeolojik ayrışma, endüstri atık suları, endüstriyel atıklar, evsel atıklar ve şehirselleşen suları, atmosferik kaynaklar, tarım alanlarından gelen metal girişleri ve özel kaynaklardır.

Metalik kirlenmelerin çoğu sularda toplanır. Sularda toplanma, sularda çözünme şeklinde olabileceği gibi çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde de olabilir. Bu şekilde bir kirlenme şehir, endüstriyel ve zirai atıklarından ileri geldiği gibi herhangi bir yolla atmosfere verilen metalik maddelerden de gelebilir (Uzunoğlu, 1999).

Tarımsal kökenli atıksular içerisinde drenaj suları önemli bir yer tutmaktadır. Drenaj suları, sulamada kullanılan suların ve toprakların özelliklerine bağlı olarak önemli ölçüde Na, K, Ca ve Mg tuzları ile Bor ve önemli ölçüde pestisit kalıntıları içerebilmektedir.

Özellikle sanayi kökenli atıksularla, toprak ekosistemine ulaşan ağır metaller ve iz elementler, toprak tarafından tutulmaktadır. Bu metallerin toprak içindeki

çözünürlüğü (hareketliliği) toprak pH'sı tarafından kontrol edilmektedir. Ağır metaller toprakta genellikle düşük pH'larda daha fazla çözünmektedir (Ağca, 1998).

Topraklarda fazla miktarda biriken ağır metaller, sıg, kaba bünyeli (kumlu) ve organik madde içeriği düşük topraklarda pH'ya bağılı olarak topraktan yıkanıp yer altı sularına da karışabilmektedir.

Ağır metallerin topraklardaki biyokimyasal reaksiyonları etkilemeleri sonucunda organik madde mineralizasyonu, solunum aktivitesi, enzim aktiviteleri ve nitrifikasyon olayı etkilenebilmektedir. Toprak verimliliğindeki önemleri nedeniyle, mikroorganizmaların CO₂ üretimi, topraktaki enzim aktiviteleri ve nitrifikasyon olayı, ağır metallerin etkilerini inceleyebilmek için duyarlı indikatörler olarak tanımlanmaktadır. Ağır metallerin topraktaki biyolojik prosesler üzerine toksik etkisi, onların mobiliteyi, topraktaki konsantrasyonları, ana materyalin kimyasal bileşimi, toprak bileşimi ve bileşimin çözünürlüğüne bağılıdır (Ağca, 1998).

Ağır metallerin toprağına ulaşımı kirlenmiş atmosferle, kuru ve ıslak depolanma ile, atık çamurların toprağına uygulanmasıyla, kirli suların sulamada kullanılmasıyla, katı atıkların toprağına verilmesiyle, ağır metal içeren pestisitler ve fosforlu gübrelerin kullanılmasıyla olmaktadır. Trafik yoğunluğunun fazla olduğı karayollarının kenarında bulunan topraklar, bitkiler ve konutlar ağır metal kontaminasyonuna uğramaktadır.

Topraklarda; kurşunun 2-200 ppm, kadmiyumun ise 0.01-0.7 ppm düzeylerinde olması gerekir. Topraklarda kadmiyum düzeyleri; ağır killi topraklarda 1.1 mg/kg, kumlu- tınlı topraklarda 0.8 mg/kg ve kumlu topraklarda 0.4 mg/kg düzeyleri arasındadır. Kirlenmemiş tarım alanlarında maksimum Cd miktarının 1.0 mg/kg düzeyinde olduğı, genel olarak bu değerin 0.3 mg/kg civarında olduğı belirtilmektedir (Ece, 2001).

Mineral gübrelerden özellikle fosforlu gübreler, ortalama 10 ppm Cd içermektedir (Arcak, vd., 1996).

Atmosferik etkilerle ortaya çıkan ağır metal kirlenmesinde kurşun'a özel bir önem verilmekte ve Pb kirliliğinin %95 oranında Pb katkılı benzin tüketen motorlu taşıtlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Ayrıca toprakta Pb ilavesi herbisit, insektisid, fungusid veya endüstriyel atık bulaşmış sulama suları ile ulaşabilmektedir (Karaca.,vd., 1996).

Çok çeşitli endüstriyel baca gazları, şehir içi ve şehirler arası taşıt trafiği, ağır metaller yönünden havanın kirlenmesine yol açmaktadırlar. Daha sonrada bu elementlerin yağışlarla toprağa iletilmesi, bazı yörelerde ağır metal içeriği zengin olan akarsuların sulama amacı ile kullanılması, yapay gübreler ve pestisitlerden bulaşmalar toprakta ağır metal birikimini arttıran önemli uygulamalardır. Toprağın ağır metaller açısından kirlenmesinde kanalizasyon suları ile arıtma ünitelerinin sıvı ve katı atıklarında son derece önemlidirler. Bu tip maddelerin tarım arazilerine boşaltılması toprakta ve bitkisel ürünlerde ağır metal kirlenmesine neden olmaktadır. Kanalizasyon akıntılarının kimyasal yapısı, zaman ve yere göre büyük farklılıklar göstermektedir. Bu akıntıların kimyasal bileşimi kanalizasyona ulaşan akıntıların cinsine bağlıdır (Tok, 1997).

Akarsu kaynaklarındaki doğal olan ağır metal kirliliğinin en önemli kaynaklarından biri toprak erozyonu sonucu sulara karışan katı madde (sediment) ve organik maddelerdir. Ağır metaller bitkilerin büyümesi için gerekli ise de belirli bir konsantrasyondan sonra hem bitkiler hem de mikroorganizmalar için zehirli olmaktadır. Ağır metallerle ilgili bir başka önemli risk, bu maddelerin uzun vade de toprakta birikim yapmasıdır. Ağır metaller, toprağın adsorbsiyonu, kimyasal reaksiyon ve iyon değişimi sonucu toprakta tutulur. Özellikle yağışların yoğun olduğu aylarda sulara karışan sediment, organik ve inorganik maddeler ağır metal miktarında önemli rol oynamaktadır (Dökmen, 2000).

‘Sediment’ genel olarak su ortamındaki birikinti materyalini belirtir ve dip çamuru olarak da adlandırılır. Bütün doğal sular değişen miktarlarda sediment içerirler. Sucul sistemlerde değişik karakterli maddeleri içine alan sedimentler coğrafi ve doğal sebeplerden oluşan erozyonla, su içindeki ölü alglerin organik ve inorganik partiküllerin dibe çökerek birikmesiyle meydana gelmektedir (Hakanson, 1983).

Sediment içindeki ağır metaller ve metal bileşikleri gibi inorganik maddeler aşırı miktarda buldukları zaman potansiyel kirleticiler olarak göz önünde tutulmalıdırlar. Bu potansiyel kirleticiler insanın ve sucul organizmaların, su ortamındaki canlıların sağlıklarını tehdit edebilirler. Sediment tabakaları su kalitesini belirgin olarak belirler. Aynı zamanda çevresel sedimentoloji çalışmaları su kalitesi analizlerinden ayrı düşünülmez ve beraber yapılması gerekir. Çünkü sediment

tabakasının bünyesinde biriken kirleticiler için (organik madde, fosfat, azot bileşikleri, çeşitli metaller, Fe, Hg gibi) belli doygunluk seviyesi vardır ve bu doygunluk seviyesine erişen sediment tabakası bir süre sonra bünyesinde tuttuğu bu kirleticileri tekrar suya bırakır. Böylece sadece su kirliliği problemi çözülen bir su kütleğinde tekrar çevre kirliliği problemi yaşanabilir (Lijklema, 1993).

Dolayısıyla bu mekanizmayı belirleyen araştırmacılar, su kalite işletmesi çalışmaları yaparken hava-su-sediment ve toprak çevresinde araştırmalarını sürdürmektedir (Förstner, 1993).

Toprağın granülometrisi, katyon değişim kapasitesi, pH, organik madde miktarı ve sızıntı suyu miktarı, kirletici maddelerin toprakta tutulmasında etkili rol oynar. Özellikle killi toprakların katyon değişim kapasitesi yüksek olduğundan ağır metalleri büyük ölçüde tutarlar. Kil ve organik madde bakımından zengin topraklar ağır metalleri tutarak zor çözünebilir bileşikler oluştururlar (Bakış ve Bilgin,. 1998).

Sucul ortamlarda ağır metaller, kolloidal ve partikül (hidroksitler, oksitler, silikatlar, sülfürler veya kil, silis ve organik maddeler üzerine absorplanmış) veya az da olsa çözünmüş formlarda bulunurlar. Çözünmüş formda bulunan metaller, genellikle iyonlar ve şelatlar şeklinde bulunurlar. Metallerin çözünlükleri buldukları ortamın pH değerine bağlıdır. Doğal sulardaki metallerin davranışları, sediment ve askıdaki sediment kompozisyonları ile suyun kimyasının bir fonksiyonudur. Suyun kimyasını, metallerin sediment tarafından absorplanması veya tekrar su kolonuna bırakılma hızları belirler. Yüzey su sistemlerindeki ağır metaller, genellikle antropojenik ve doğal kaynaklardan gelmektedir. Günümüzde, doğal kaynaklardan gelen ağır metal seviyeleri çok düşük seviyededir. Sucul ortamlarda gerekenden fazla ağır metal bulunması, hem çevre hem de insanlar için ciddi problemlere neden olabilmektedir (Karakaş, 2003).

Ağır metallerin toksisitesi pH, çözünmüş oksijen, temperatur, balığın büyüklüğüne oranla çözeltilinin hacmi, çözeltilinin yenilenme frekansı, çözeltideki diğer maddeler ve sinerjistik etki gibi faktörlere bağlıdır. Suyun pH'sı en önemli faktör olabilir. Tatlı sular deniz suyundan biraz daha zayıfça tamponlanmıştır ve bu işlem görmüş tatlı su sistemlerinde ağır metal toksisitesinin etkileri görülür. Ağır metallerin distile ve yumuşak sularda sert ve bazik sulara göre daha toksik olduğu sanılmaktadır. Yüksek miktarda çözünmüş oksijen bakımın toksik etkilerim bir

dereceye kadar azaltarak solunumu kolaylaştırır. Su yüzeyinin kuvvetli bir şekilde karıştırılması suyun pH ini düşürecek ve bakiin çözümlü halde tutacak olan serbest CO₂ birikimini önler (Mutluay, 1996).

Suyun pH'sı ve redoks potansiyeli azaldıkça, tuzluluğu da arttıkça sedimentden su kolonuna geçen metal miktarı artar (Karakaş, 2003).

Sediment tabakası kirleticiler için bir rezervuardır. Dayanıklılık gösteren inorganik ve organik kirleticiler sedimentde birikebilir ve uzun yıllar birikim sonucu, akuatik organizmalar ve insan sağlığı için toksik etkiye sebep olabilir. Sediment kalitesinin korunması, akuatik yaşam, insan yaşamı ve ekolojik dengenin korunması ile birlikte, ulusal sınırdaki su kütlelerinin biyolojik olarak korunması ve tekrar iyileştirilmesi içinde önemlidir. Sediment kirleticileri ya direk etkilerle veya sürdürülebilir popülasyonların ihtiyacı olan besin zincirlerini etkileyerek rekreasyonel, genel veya ekolojik önemi olan türleri elimine edebilir veya azaltır. Daha ötesinde , bazı sediment kirleticileri, fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zinciri boyunca biyoakümüle olabilir veya serbest kalarak sediment üzerindeki su tabakasına geçiş yapabilir (USEPA, 2001).

Doğal ve insan kaynaklı müdahalele, kirleticilerin sediment üzerindeki suya geçişine neden olup, buradan su kolonundaki organizmalara geçişini sağlar (Long ve MacDonald, 1998).

Sediment tabakasının çevresel tehlike boyutunun belirlenmesi ve sediment kalitesi için standart veya kalite kriterlerinin oluşturulması, sedimentde bulunan türlerle, maddelerin bu türler üzerindeki toksisitesi ve kimyasal analizlerle, kirleticilerin konsantrasyonlarının belirlenerek, karşılaştırma yapılmasıyla anlaşılabilir (Pedersen ve Bjornested, 1998).

Kadmiyum yer kabuğunda eser miktarda bulunan ve kimyasal özellikleri çinkoya benzeyen bir elementtir. Asidik magmatik kayalarda çoğunlukla çinko sülfür mineralleri (özellikle sfalerit) ile birlikte bulunur. Doğadaki en önemli kadmiyum minerali grenokit (CdS)'dir. Bazı sedimentler kayalar ve sedimentler cevher yatakları kadmiyumca zengindir. Organik kalıntılar içeren şeyhler, mangan yönünden zengin göl ve bataklık sedimentleri, fosfat yatakları önemli miktarda kadmiyum ve çinko içerirler (Haktanır, 1983).

Farklı nitelikteki materyalde bulunan Cd sınır değerleri, yerkabuğunda 0,18 ppm, kirlenmemiş topraklarda 1,0 ppm, kirlenmiş topraklarda ise 1 ile 53 ppm arasındadır. Kadmiyum ve bileşikleri sulara 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. Bununla birlikte bazı sulara 0,010 mg/l' ye ulaşan değerler görülebilir. Birkaç mg/l' den fazla kadmiyum içeren yüzey suları ihtimalle endüstriyel, katı atık veya evsel atık kaynaklı kirlenmeye uğramıştır. Fosforlu gübrelerde de önemli düzeyde kadmiyum bulunmaktadır. Çinko, bakır gibi ağır metallerin de suda bulunması kadmiyumun zehirli etkisini arttırır. Sucul hayatın korunması açısından yüzey suyu ortamlarında maksimum kadmiyum derişiminin 0,0002 mg/l olması önerilmiştir (Bebek, 2001).

Kadmiyum ve çinko, jeolojik açıdan genellikle beraber bulunurlar. Bu iki element arasında metalurjik açıdan bir ilişki mevcuttur. Fabrikasyon esnasındaki bulaşmalar neticesinde, kadmiyum fosforlu gübrelerin yapısına girebilir. Trikalsiyumfosfattaki kadmiyum miktarı 1-2 ppm iken, süperfosfat 50-170 ppm kadar kadmiyum ihtiva edebilir. Topraktaki kadmiyum miktarı 1 ppm'den fazla olduğu takdirde, toprak kadmiyum yönünden kirli olarak kabul edilir (Tok, 1997).

Yüksek derişimdeki krom, bitkilere zehir tesiri yapmakta ve özellikle serpantin ihtiva eden bazı topraklar hariç, toprakların krom miktarı genellikle düşük olmaktadır. Bitkiler tarafından çoğunlukla +6 değerlikli krom iyonu şeklinde alınan krom, bitkilerin kök kısmında kalarak +3 değerlikli kroma dönüşmekte ve böylece çözünürlüğü çok düşük olan krom bileşikleri meydana gelmektedir. + 3 değerlikli kromun bitkiler tarafından çok az seviyede alınması nedeni ile, çoğu topraklarda kromla ilgili kirlilik sorunlarının ortaya çıkması söz konusu değildir. Pek çok toprakta kromun immobil duruma geçmesi nedeni ile suda erirliği fazla krom tuzlarının kullanılması halinde bile krom bileşikleri ile gübrelemede genellikle çok küçük bir etki saptanmıştır. pH ve redoks potansiyeli birçok toprakta Cr⁺⁶'nın Cr⁺³'e indirgenmesine etkili olmakta ve zayıf çözünürlükteki Cr(OH)₃ oluşmaktadır (Haktanır, 1983).

Krom doğada metalik halde bulunmaz. Magmatik kayalarda minör bileşen olarak, özellikle bazik ve ultrabazik kayalarda bulunur. Kromit bu kayalarda en fazla bulunan mineraldir. Diğer kayalarda ve toprakta kromoksit şeklinde bulunur.

Kayaçların bozunması sırasında kil ve kumlarla birlikte taşınır. Suların içerdiği krom kayaçalardan ve çoğunlukla endüstriyel kullanımlardan ve tarımdan kaynaklanır. Krom, çok yaygın olarak bulunan üç oksidasyon basamağına sahiptir (Cr^{+3} , Cr^{+6}). Doğal suların sahip olduğu pH aralığında hemen hemen tamamen Cr^{+6} şeklinde bulunur. Çözünürlüğün düşük olması nedeni ile kromun sulardaki derişimi genellikle düşüktür. Doğal sulardaki derişimi genellikle 0,01 mg/l'nin altındadır. Bununla birlikte bu değerin oldukça üzerinde krom içeren doğal yeraltı sularına da rastlanmaktadır. Absorbsiyon yeraltı suyunda bulunan Cr^{+6} iyonlarının miktarının azaltılmasında önemli bir mekanizmadır. Kaolinit, montmorillonit gibi kil minerallerinin Cr^{+6} 'u absorpsiyonu pH'ın düşmesi ile birlikte artış gösterir. Diğer cins toprakların ve $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 'in de Cr^{+6} 'u absorbladıkları yapılan araştırmalarda görülmüştür. Krom kirlenmiş sularda hem katyon hem de anyon (kromat, bikromat, kromik asit) olarak bulunabilir. Anyon şekli katyon şeklinden daha etkilidir (Bebek, 2001).

Kültür bitkilerinin gerek duyduğu kobaltın toprak çözeltisindeki derişimi 0.1 ppm'den azdır. Bitki içindeki derşimi ise genellikle 0.02 ile 0.5 ppm düzeyindedir. Topraktaki normal kobalt içeriği ise genellikle 1 ile 40 ppm arasındadır. Kobalt toprakta hem değişebilir formda ve hemde değişebilir olmayan formda tutulmaktadır. Adsorbe edilen kobalt sadece bakır ve çinko gibi ağır metallere yer değiştirebilmekte ve değişir olmayan formda adsorbe olan kobalt ise kil kafesler arasında tutulmaktadır. Bu elementin kanalizasyon artıklarındaki miktarı düşük olduğu için, toprakta kobalt kirliliği sorunu yaratma şansı azdır (Tok, 1997).

Kobalt, toprakta şelat oluşturan ağır metallere biri olarak tanınmaktadır. Ayrıca, muhtemelen Mn^{+2} ile yer değiştirme yoluyla toprakta manganoksitlere kuvvetli bir şekilde bağlanmaktadır (Haktanır, 1983).

Topraktaki bakır derişimi genellikle 5 ile 100 ppm arasında değişir. Bu değerin üstündeki bakır derişimleri toprağın kil ve organik madde içeriğine bağlı olarak, demir noksanlığına yol açabilmektedir. Aynı şekilde bakır ile çinko arasında da bir antagonizm mevcuttur (Tok, 1997).

Bakır yerkabuğundaki kayaçalarda doğal bakır veya bakır içeren sülfür (kalkopirit., kalkosit) ve karbonat mineralleri halinde (malahit, azurit) bulunur.

Bununla birlikte, bakır minerallerinin çözünlükleri düşük olduğundan, sulardaki bakırın çok az kısmı doğal kökenlidir.

Bakır içeren organik ve inorganik bileşikler tarımda, fungusit ve pestisit olarak geniş şekilde kullanılır. İnorganik gübreler bir miktar bakır içerir. Bu yollarla bir miktar bakır sulara karışır. Bakır tuzları su sağlama amacıyla kullanılan rezervuarlara alg büyümesini önlemek amacıyla katılmaktadır.

Doğal sularda bakır, genellikle eser miktarda (0.05 mg/l'ye kadar) bulunur. Yeraltı sularındaki bakır derişiminin 12 mg/l'ye kadar ulaşabilir. Bakırın yüksek düzeyleri mikroorganizmalar için de zehir etkisi yapmaktadır. Bu özelliğinden yararlanılarak CuSO_4 fungusit olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çok çeşitli kullanım alanları olan bakır, çevreye endüstri tozları, fungusitler ve atık sular ile bırakılmaktadır. Özellikle CuSO_4 , tarımsal amaçlı olarak yaygın miktarda kullanılmaktadır (Bebek, 2001).

Sert sularda bakırın zehir etkisi daha azdır. Suda çözülmüş halde bulunan diğer tuzlar bakırın zehir etkisini azaltır. 2.5 mg Cu/l yüksek su bitkilerine zarar vermez. Deniz suyundaki doğal Cu konsantrasyonu 1-20 $\mu\text{g/l}$ arasında değişir. Özellikle yumuşak sularda 0.015-3 mg/l arasındaki bakır konsantrasyonlarının birçok balık cinsine, kabuklulara, yumuşakçalara toksik etkisi olduğu bulunmuştur. Bakırca zengin sularda yaşayan istiridyeler, kendilerine gerekli miktardan daha yüksek oranda bakır biriktirirler ve tadlarında belirgin oranda bir değişiklik olur (Uzunoğlu, 1999).

Topraklardaki toplam Ni derişimi 100 ppm civarındadır. Serpantin ihtiva eden topraklarda, toprak çözültisindeki miktar 300-700 ppm'e çıkabilmektedir. Topraktaki Ni toksiditesini azaltan en önemli olay toprağa fosfat veya kireç ilavesidir. Bu durumda çözünlüğü düşük olan $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{NiHPO}_4$ gibi nikel fosfatlar oluşmakta ve toprak çözültisindeki Ni derişimi düşmektedir. Nikel, toprakta mevcut olduğu takdirde, bitki tarafından kolaylıkla alınmakta ve bitki gelişmesi için toksik etki yapmaktadır. Ni, çinkoya göre 8 defa daha fazla toksiktir. Bitkilerin normal Ni kapsamları 0.1 ile 5 ppm arasında değişmektedir (Tok, 1997).

Bu metalin zararlılık sınırı balıklar için 1-5 mg/l, balıklara yem olan küçük su canlıları için 3-4 mg/l'dir. Deniz suyunda NiS formunda bulunur. 6 mg/l Ni sularda mikrobiyolojik olayları inhibe edebilir (Uzunoğlu, 1999).

Çinko gerek hayvanlar ve gerekse de bitkiler için gerekli bir elementtir. Özellikle enzim faaliyetlerinde rol oynamakta ve enzimlerin yapısında yer almaktadır. Çinko sadece yüksek derişimler de toksiktir. Kanalizasyon artıkları 50000 ppm'e kadar çinko içerebilir. Bu tip bir materyal toprağa ilave edildiği zaman, toprakta çinko birikimi oluşabilmektedir. Toprakların ortalama çinko kapsamı 30-50 ppm civarındadır. Bakır ve nikelde olduğu gibi, çinko toksisitesi de büyük ölçüde pH ile ilgili bulunmaktadır. Aynı seviyedeki çinkonun toksisitesi, düşük pH değerlerinde daha fazla olmaktadır.

Toprakta çinko esas olarak +2 değerlikli bileşikler şeklinde bulunur ve genellikle toprak kompleksleri tarafından adsorbe edilir. Toprakta bol olarak bulunan kalsiyum ve magnezyum gibi katyonlar ile çinko iyonu arasında adsorbsiyon yönünden bir antagonizm mevcuttur. Bu nedenle, toprağa kalsiyum ve magnezyum ilave edildiği zaman, toprakta çinkonun hareketliliği artar. 7.7'den daha düşük pH değerlerinde +2 değerlikli katyon formunda bulunan çinko, yüksek pH değerlerinde $Zn(OH)_2$ şekline dönüşür. Denge durumunda çözeltideki çinko derişimi, pH değerindeki bir ünitelik artış için 100 defa azalmaktadır.

Bakır ve nikel, çinkonun zehir etkisini arttırmırlar. Zn, deniz suyunda özellikle çinkosülfür halinde bulunan toksik elemetlerden birisidir (Uzunoğlu, 1999).

Magmatik, metaformik ve sedimenter kayalardaki birçok mineralde ve toprakta yaygın olarak bulunan bir elementtir. Yüzey ve yeraltı sularında bulunan demir, demir kayalardan, topraktan, organik atıklardan, endüstriyel atıklardan, kömür küllerinden, kömür yatakları drenaj sularından, asidik madenlerin drenaj sularından, madencilik endüstrisi atıklarından, çeşitli alanlarda kullanılan demir ve çelik malzemenin korozyonundan kaynaklanır. Demir, sularda Fe^{+2} (ferros) ve Fe^{+3} (ferric) şeklinde bulunur. Yeraltı sularında bulunan en yaygın şekli Fe^{+2} dir. Demirin yeraltı suyunda bulunuş şekli esas olarak akiferin oksijen dengesine bağlıdır. Bu denge esas olarak akiferin jeolojik yapısı ve karakteristikleri, mevsimsel çevre, toprak ve temel kayaç tipi, demir bakterilerinin cinsleri ve akiferdeki yeraltı suyu akımı gibi faktörlerle ilişkilidir. Yeraltı suyunun demir içeriğini etkileyen diğer önemli faktörler oksidasyon redüksiyon şartları ve pH'dir. Yüzey sularında demir genellikle Fe^{+3} (ferric) şeklinde bulunur.

Yüzey sularında demir derişimi çoğunlukla 0,5 mg/l'den azdır. Yeraltı sularındaki derişimi ise genellikle daha yüksek olup, bazı termal kaynaklarda 10-100mg/l arasında değişebilir.

Çoğu topraklar yüksek konsantrasyonlarda (> 20.000 mg/kg) Fe içermektedir. Demir toksisitesi genellikle su altında kalan çeltik topraklarında bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Birkaç haftalık su altında kalma, söz konusu topraklardaki çözünülebilir demir düzeyini 0,1 ppm'den 50-100 ppm'e kadar yükseltebilmektedir. Çeltikte görülen demir toksisitesi "bronzing" olarak bilinmektedir. Bu tür hastalıkta yapraklar ilk olarak ince kahverengi lekelerle kaplanmakta, ardından tüm yaprak eşit bir şekilde kahverengileşmektedir. Bu durum çoğunlukla 300 ppm'den fazla demir içeren çeltik topraklarında gözlenmektedir (Bebek, 2001).

Mangan ağır metaller içinde en az zehir etkisi olan metaldir. Deniz suyunda kation olarak manganın stabilite sınırı alabalık için 75 mg/l, sazanlar için 600 mg/l'dir. İnsanlarda mangan zehirlenmeleri çok ender görülse de Mn^{+2} cevherleri ile karşılaşan madencilerde ortaya çıkar (Uzunoğlu, 1999).

Toprakların toplam mangan kapsamaları öteki bitki besin maddelerine göre olağanüstü geniş sınırlar arasında değişiklik göstermektedir. Ayrıca topraklarda bitkiye yararılışlı şekilde bulunan mangan miktarı çeşitli etmenlerin etkisi altında değişir. Toprakların uzun süre su ile kaplı kalması yararılışlı mangan miktarının artmasına yol açar. Kimi hallerde yararılışlı mangan miktarı, zehir etkisi görülebilecek düzeye çıkar (Kaçar, 1984).

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Trakya Bölgesi, sahip olduğu toprak ve su kaynakları ile Türkiye'nin önemli tarım bölgelerinden birisidir. Ergene nehri, uluslararası su niteliğinde olan Meriç Nehrinin de en önemli koludur. Bu havzada birçok sanayii kuruluşu yer almaktadır. Bu sanayi kuruluşları atıksularını arıtmadan, Ergene Nehrine ve kollarına deşarj etmektedir. Bu kirlenmenin sonucunda bölgenin sulak alanlarından biri olan Gala Gölü ve çevresindeki alanlar da büyük oranda etkilenmektedir. Bu nedenle ülkemizin önemli sulak alanlardan biri olan Gala gölü'nün korunması ve bu alanın planlanması yönündeki çabalar artarak devam etmektedir. Bu çalışma, bu çabalara anlamlı bir katkı sunması açısından önemlidir.

1.2 Amaç ve Kapsam

Meriç ırmağının, Ege Denizine döküldüğü yerde bulunan “Meriç Deltası Sulak Alanı”, Türkiye ve Yunanistan toprakları içinde yer alan ve “Uluslararası Önemi Olan” “A Sınıfı” bir sulak alandır.

Deltanın Yunanistan’da kalan bölümü, 1975 yılından bu yana “Uluslararası Önemi Olan” sulak alan (Ramsar Sözleşmesine göre) (9267 ha);“Özel Olarak Korunan Alan” (Barselona Sözleşmesine göre); “Önemli Kuş Alanı” ve “Özel Koruma Alanı”dır (Anonymous, 2003 a,b). Türkiye’de ki bölümü ise “Önemli Kuş Alanı” (ÖKA No.:01)(7000 ha), “Tabiatı Koruma Alanı” (1991’den bu yana) (2369 ha) ve “Sit Alanı” statülerindedir (Yarar ve Magnin, 1997).

“Sulak Alan” da “Küçük Gala Gölü, Pamuklu Gölü ve çevresindeki 2369 ha alan, 1991 yılına “Tabiatı Koruma Alanı” ilan edilerek 2873 sayılı “Milli Parklar Kanunu” kapsamına girmiştir. Alanın 600 ha’lık bölümü Hisardağı eteklerindeki ormanlık araziden, oluşmaktadır. Sulak alan bölümü yaklaşık 1700 ha olup, Gala Gölü, Lagün gölleri sazlık ve bataklıkları kapsamamaktadır (Anonymous, 2003). Alanın 7000 ha’lık bölümü “Önemli Kuş Alanı” (7000 ha)’dır. ÖKA’nın tümüne 1992 yılında “SİT Alanı” statüsü verilmiştir (Anonymous, 2002 b).

DSİ tarafından, 2001 ve 2002 yıllarında Gala Gölünde su kalitesi ölçümleri yapılmış ve 3 nokta belirlenmiştir. Alınan örneklerin değerlendirilmesi sonucunda; kalite sınıfları A grubu parametrelerden NO₂-N (0,015 mg/l), sodyum (222 mg/l) ve klorür (359 mg/l) için 3. sınıf, NH₃-N (0,55 mg/l) ve TDS (1273 mg/l)(Toplam Çözülmüş Madde) ve o-PO₄ (0,17 mg/l) için 2. sınıf olarak belirlenmiştir. Sudaki tuzlanma yüksek seviyelerde olduğu ve bu durumun bir tatlı göl ekosistemi için büyük bir risk taşıdığı belirlenmiş. C grubu parametreler değerlendirildiğinde su kalitesi, kurşun (0,61mg/l) ve kobalt (0,21 mg/l) bakımından 4.sınıf, bakır (0,11 mg/l), kadmiyum (0,0053 mg/l) ve nikel (0,09 mg/l) bakımından 3. sınıf, mangan (0,3 mg/l) bakımından 2.sınıf bulunmuştur. Özellikle kurşun konsantrasyonu tehlikeli boyutlarda olduğu tespit edilmiştir. Göl sularında 2001-2002 döneminde incelenen 31 adet parametreden, 11 adedi (TDS,Cl⁻; SO₄, Na; Mg, NH₃-N; NO₃-N; o-PO₄; SS, Cu ve Zn) eşik değerlerin üzerinde bulunmuş. Kriterleri aşan parametre sayısının, 1984 yılında da (TDS dışında) aynı olduğu görülmüştür.

Baltacı ve Celtemen, (2002), Gölü Besleyen tüm kaynakların (İP-1, Telmata ve Cimra Pompaj): Tuzluluk parametreleri (Cl-, Na) ve ağır metaller (Co, Cd, Cu) açısından IV.Sınıf olduğu anlaşılmakta ve bu suların “Sulak Alana” verilmemesi gerektiğini düşünmektedirler.

Bununla birlikte “Meriç Deltası Sulak Alanı” aşağıda sıralanan nedenlerden dolayı tehdit altındadır:

- Su rejiminin değişmesi,
- Kaynaklarının sürdürülebilir olmayan tüketimi,
- Dolaylı olarak gölü besleyen Meriç ve Ergene nehirlerinin su kalitesinde endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetlerden dolayı su kalitesinde meydana gelen bozulmalar,
- Gölün etrafındaki tarımsal faaliyetler

Bu çalışmada Gala Gölü ve çevresinde ağır metal kirliliğinin boyutları, yapılacak planlama çalışmalarına yol göstermesi amacıyla, bilimsel gözlem ve veriler ışığında araştırılmıştır. Bu amaçla;

1. Göl ve çevresi için bir izleme programı hazırlanmış ve izlenecek parametreler belirlenmiştir,
2. İzleme programı çerçevesinde toprak, su ve sediment numuneleri alınarak gerekli analizler yapılmıştır,
3. Elde edilen sonuçlar yorumlanarak sunulmuştur.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde diğer sulak alanlarda ve göllerde yapılmış çalışmalardan, Ağır metallerin su, sediment ve toprakta yarattıkları toksik etkilerden literatür bilgilerine dayanarak bahsedilmiştir.

2.1 Diğer Sulak Alanlarda Yapılmış Çalışmalar

Suzhou, (1985). Taihu gölünde, yapılan çalışmada, 1980'de toprak analizleri uygun olarak incelenmiş ve çeltik toprağında Zn içeriği 87,8 mg/kg bulunmuş. Bununla birlikte Zn içeriği hasat ekimine bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Gey ve Mordoğan (1988); İzmir Körfezi'ndeki bazı deniz organizmalarında ve iç körfezin sahil kenarı sedimentlerinde çeşitli ağır metal derişimleri üzerine yaptıkları çalışmada, seçilen deniz organizmalarında olduğu gibi, sahil kenarı sedimentlerinde de ağır metal derişimlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre derişimler gösterdiğini, ancak, sedimentlerde ağır metal derişimlerinin incelenen biyolojik türlerden çok daha yüksek düzeylerde olduğunu saptamışlardır.

Bender, (1991), Maden ocaklarına yakın olan Killarney ve Bells göllerinden 1988 yılında yüzey sedimentlerinden örnekler alınmıştır. Ağır metal analizleri yapılan yüzey sedimentlerinin, maden ocaklarından gelen ağır metallerin, bir nehirle göle taşındığını tespit etmişlerdir.

Volkanik ve metamorfik kayalar ve toprakların fiziksel ve kimyasal aşınmasıyla sedimente ve havaya ağır metaller verilir. Hayvan ve bitki artıklarının çürümesiyle oluşan, çökme ya da okyanus serpintileri, bitki sızıntıları, orman yangınları sonucu oluşan duman, rüzgar erozyonu ve volkanik aktivitelerden partiküllerin havayla taşınımıyla da ağır metaller katılırlar (Kennish, 1992).

Kon vd. (2001); Bilakis bazı faydalı eser elementler ise yerkimyasındaki derişiklikler nedeniyle ve ekin hasadı ile uzaklaştırma yüzünden yetersiz bile olmaktadır Bu alanda Zn ve Se yetersizliğinin pirinç yetiştiriciliğinde temel problem olduğunu saptamışlardır.

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 çözülmüş konsantrasyonunun düştüğünü belirtmişlerdir. *Phragmites*

bitkisinde ağır metal miktarlarının artışı belirlemek amacıyla öncelikle bitki kökü incelenmiş ve sucul bitkilerdeki birikimin potansiyel risk olduğu kaydedilmiştir.

Yaramaz (1983), İzmir Körfezi'nde kurşun ve kadmiyum elementlerinin dağılımını ve kaynaklarını araştırmıştır. Yüzeysel sularındaki kurşun ve kadmiyumun aylık dağılımlarında farklı derişimler bulmuş ve kirlenme kaynağının yağmur suları, sel suları ve havadan geldiği sonucuna varmıştır.

Uysal ve Tunçer (1984); İzmir Körfezinde yaptıkları çalışmada, ekonomik olan balık türlerinde ve sedimentte bulunan ağır metal miktarlarını incelemiştir. Sedimentte buldukları ağır metal miktarlarının İzmir iç körfezinde, dış körfezden çok daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Kinler ve Sevim (1989); Türkiye nehir sedimentlerindeki ağır metal miktarlarını saptamışlar ve Gediz Nehri sedimentlerinde demir konsantrasyonunun diğer nehirlere oranla daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedenini, sedimentin yüksek karbon bileşikleri ve organik maddeler bakımından zengin oluşuna bağlamışlardır.

Aksu vd, (1999); İzmir Körfezinde deniz kirliliğinin boyutları yüzeysel sedimentlerinde inorganik ve organik jeokimyasal verilerle değerlendirilmiştir. 84 örnek üzerinde belirlenen 42 elementin yoğunlukları İzmir Körfezi yüzeysel sedimentlerinin toplam organik karbon ve sülfür ile bağlantılı olarak gelişen Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, P, Pb, Sb, Sn, V, ve Zn gibi ağır metallerce belirgin bir zenginleşme gösterdiğini saptamıştır.

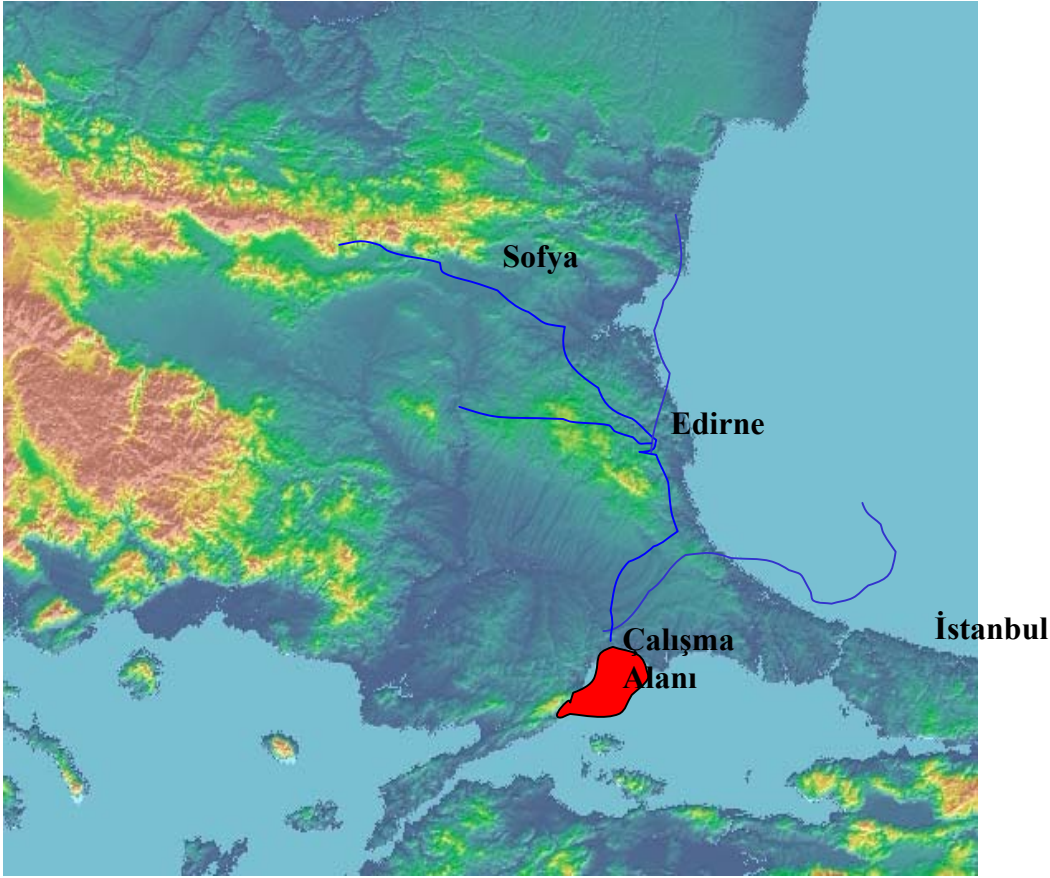
Yaşar, (2001), İzmit Körfezindeki deniz kirliliğinin boyutları yüzeysel sediment örneklerinde yapılan jeokimyasal çalışmalar yapmışlardır. Toplam 24 örnek üzerinde belirlenen 41 elementin analizleri sonucu , iç ve orta Körfez yüzeysel sedimentlerinin toplam organik karbon ve sülfür ile gelişen Ag, As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mo, P, Pb, Sb, Ti, V, ve Zn gibi ağır metal yoğunluklarında önemli bir artış olduğu saptanmıştır. Yapılan jeo-akümülyasyon hesaplamaları ise iç ve orta Körfezin Ag, Cd, Hg, Mo ve Sb yönünden kirli ve çok kirli, As, Co, Cu, Pb, ve Zn yönünden ise az kirli olduğunu göstermekte olduğunu tespit etmişlerdir. Yine jeo-akümülyasyon hesaplamaları sonucu, sedimentteki yoğunluklarının sanayi öncesi yoğunluklarından fazla bulunmasına karşın İzmit Körfezi sedimentlerinin Cr, Ti ve V yönünden kirlenmediği

saptamışlardır. Dış körfez ise, Tuzla bölgesinin bazı bölgeleri dışında ağır metal yönünden kirli olmadığını tespit etmişlerdir.

3.MATERYAL VE METOD

3.1.Materyal

Çalışmada, Gala Gölü çevresindeki topraklar, Gala Gölü ve Gölü besleyen su kaynaklarındaki sediment ve su numuneleri alınarak ağır metal analizleri yapılmıştır. (Şekil 3.1).



Ölçek:1/5000

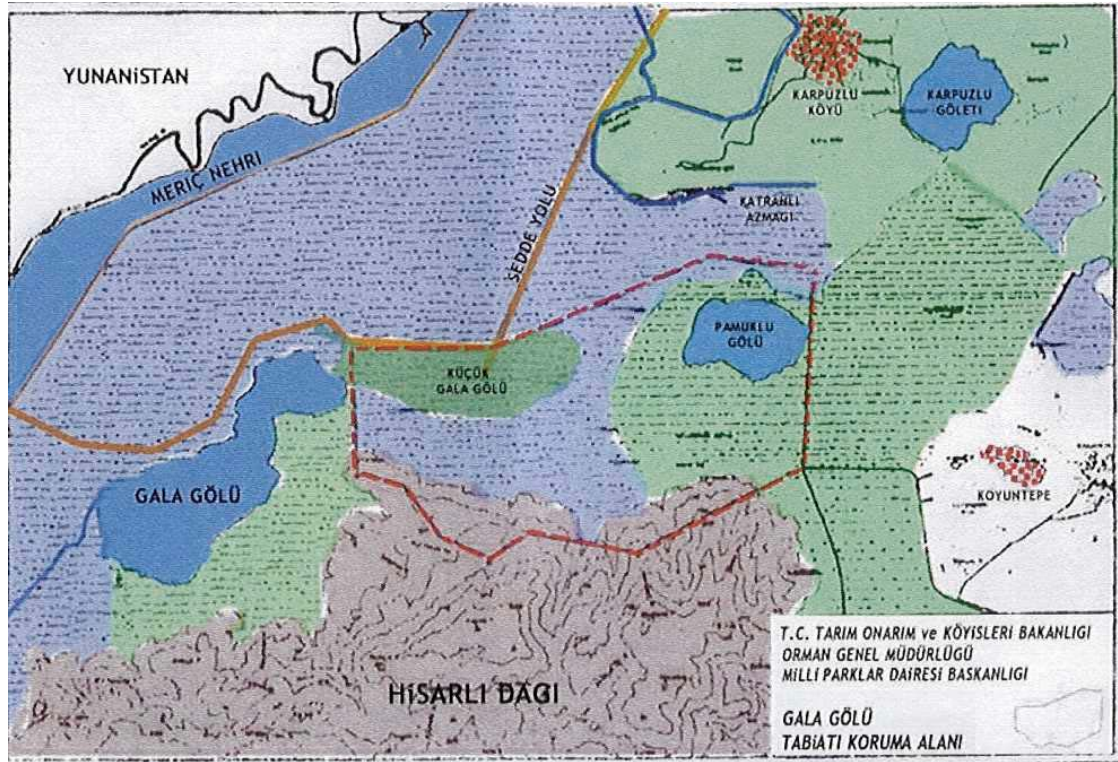
Şekil 3.1.Çalışma Alanı

3.1.1.Gala Gölü ve Çevresindeki Alanın Genel Özellikleri

Meriç ırmağının, Ege Denizine döküldüğü yerde bulunan “Meriç Deltası Sulak Alanı”, Türkiye ve Yunanistan toprakları içinde yer alan ve “Uluslararası Önemi Olan” “A Sınıfı” bir sulak alandır.

Gala Gölü ve çevresindeki Sulak Alanlar; Meriç Nehrinin, Ege Denizine döküldüğü, Edirne İli İpsala ve Enez ilçeleri sınırları içerisinde bulunan ve Türkiye'deki bölümü yaklaşık 35 000 ha olan Meriç Deltasının 3 600 ha'lık bölümünü kapsamakta olup, koordinatları $40^{\circ} 45' 30''$ - $40^{\circ} 48' 00''$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ} 07' 30''$ - $26^{\circ} 17' 30''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır (DSİ, 2001 b).

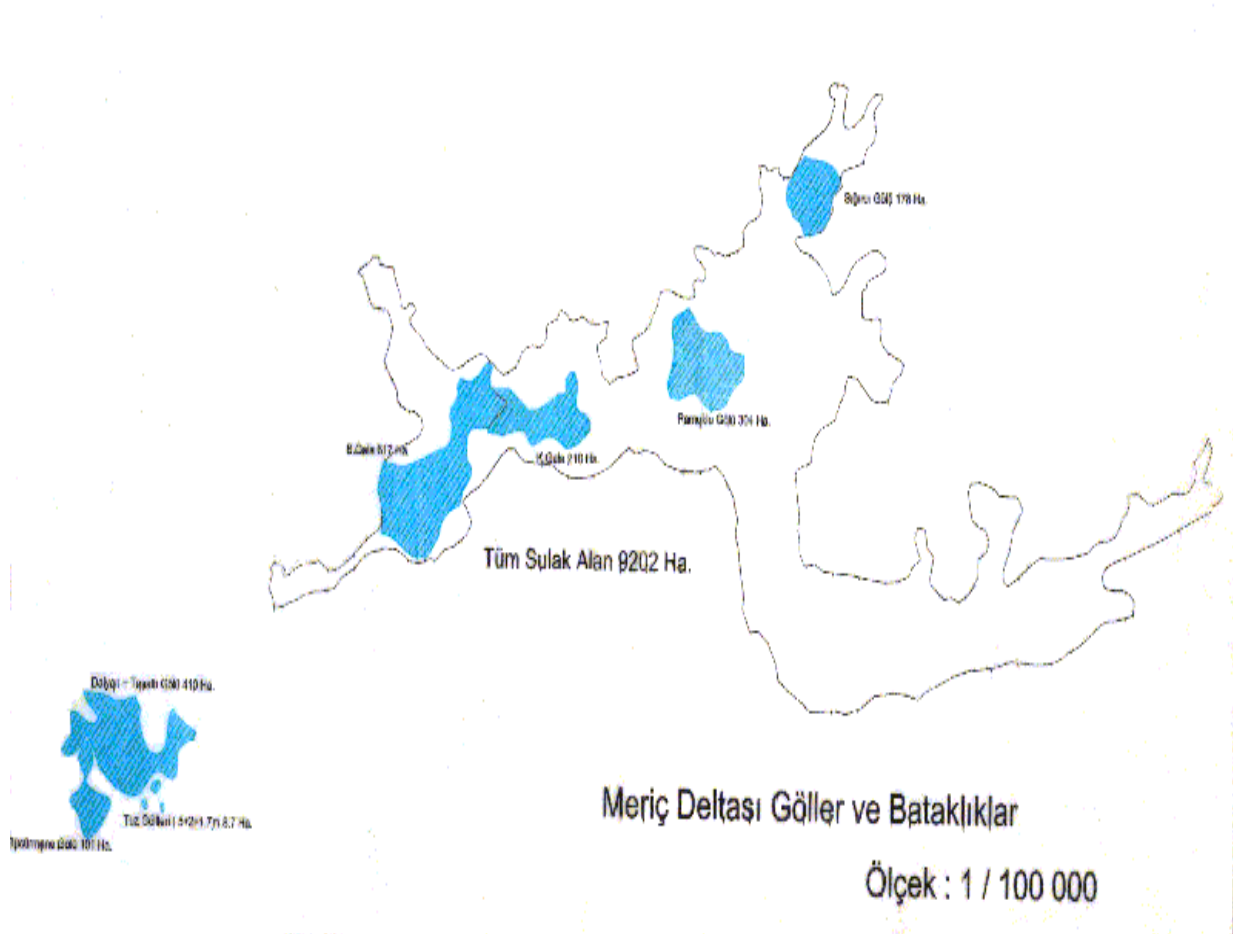
Gala Gölü ve çevresindeki Sulak Alanlar, Edirne İli, Enez ilçesinin 10 km kuzeydoğusunda Meriç Deltasında bulunan alüvyon set gölü olup, 3 600 ha büyüklüğündedir. Alanın 1700 ha'lık kısmı sulak alan, geri kalan 600 ha'lık kısmını Hisarlı Dağı eteklerindeki ormanlık araziden oluşturmaktadır. Küçük Gala ve Pamuklu gölleri ile çevresindeki 2 369 ha'lık alan, 1991 yılında ' Tabiatı Koruma Alanı ' olarak ilan edilmiştir (Şekil 3.2.), (Anonymous, 2003a).



Şekil.3.2.Gala Gölü Tabiatı Koruma Alanı

Gala Gölünün ortalama derinliği 1,00 m, Pamuklu Gölünün ortalama derinliği 0,75 m'dir. Göl kıyıları yer yer sazlık ve çeltik tarlalarından, yer yer de çayırardan oluşmuştur. Gölün güney kısmını çam ağaçları ile kaplı Hisarlı Dağı oluşturmaktadır. Gölün Meriç Nehri taşkınlarından korunması için batı kısmına İpsala kış seddesi, 10 gözlü kapaklı menfez ve 1 adet kapaklı menfezden oluşan balık geçidi mevcuttur.

Gölün kuzeyinde, İpsala kış seddeleri ile IP-1 tahliye kanalı arasını oluşturan bölümünde Güney Cımra seddesi mevcuttur. Gala Gölünü besleyen başlıca su kaynakları, IP-1 tahliye kanalı, (Basamaklar Deresi), Kızkapan Deresi (Mandıra Dere), diğer küçük dereler ve göl yüzeyine düşen yağışlardır. Göl, çevresinde bulunan sulu tarım alanlarının, önemli düzeydeki drenaj suları ile de özellikle sulama mevsiminde beslenmektedir. Normal koşullarda gölden Meriç Nehrine su çıkışını 4 km'lik Gala ayağı sağlamaktadır. Gala Gölünü Meriç Nehri taşkınlarından korumak, Gala ayağı sonundaki İpsala seddeleri üzerinde bulunan 10 gözlü balık geçidi menfezlerinin kapaklarının kapatılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu durumda Gala Gölüne kendi havzasından gelecek feyazan suları Gala ayağı sonunda açılan 4 km'lik Taşyarma kanalı ile sular Taşaltı gölüne, Dalyan Gölüne ve oradan Ege Denizine aktarılmaktadır (DSİ, 2003).



Şekil 3.3.Meriç Deltaş Gölle ve Bataklıklar

Sulak alandaki göller: Büyük ve Küçük Gala Gölleri, Sığırcı Gölü, 190 ha (Yenikarpuzlu depolamasına dönüştürülmüştür) ve Pamuklu Gölü, 188 ha ile Ege Denizi kıyısındaki Taşaltı, Bücürmene ve Dalyan Gölleridir, 550 ha (Şekil 3.3), (DSİ, 2001b).

Göller geniş bataklıklarla çevrilidir, yazın büyük bölümleri kurur ve tarım yapılır. Sığırcı Gölü çoraktır. Pamuklu ve Gala Göllerinin sularının nitelikleri mevsimlere göre değişir ve kışın tatlı, yazın tuzludur (Saraçoğlu, 1990).

Büyük Gala Gölü çevresi ile Küçük Gala Gölünün tümü ve Pamuklu Gölü çevresi su üstü bitkilerinden saz ve kamışlarla kaplıdır. Göller su altı bitkileri ile sualtı ve yüzen bitkilerce de zengindir.

Alan Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre "Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alan" olarak değerlendirilmektedir (Yarar ve Magnin, 1997). Ancak henüz "Ramsar Alanı" ilan edilmemiştir.

Gala Gölü alanı genel olarak kara ikliminin etkisi altındadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Batı ve kuzey bölümler tamamen açık olduğundan kuzey ve batıdan esen rüzgarların etkisi altındadır. İpsala'da ortalama sıcaklık 13,9 °C, en sıcak ay Temmuz ayı; ortalama 24,2 °C, en soğuk ay Ocak ayı; ortalama 3,8 °C'dir. Yıllık ortalama yağış 599,8 mm, en yağışlı aylar Kasım ve Aralık, en kurak aylar ise Temmuz ve Ağustos'tur.

Gala Gölü, IP-1 Tahliye Kanalı, Kızkapan Deresi, Hisarlı Dağının göle bakan kuzey kısmı yağış alanlarından gelen sulardan ve göl yüzeyine düşen yağışlardan beslenmektedir. Göle gelen su akımlarının ölçümlerinde, DSİ tarafından işletilen 69,9 km² yağış alanına sahip 1-46 no'lu Hamzadere-Kocahıdır AGİ'nin değerlerinden yararlanılmıştır. 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.

Gala Gölüne gelen sular, 4 km'lik göl ayağı sonunda inşa edilmiş 10 gözlü menfez (Q= 111,28 m³/s) ve balık geçidi menfezi (Q= 7,42 m³/s) aracılığıyla Meriç Nehrine, göl ayağı sonundan ayrılan 4 km'lik Taşyarma Kanalı (Q= 44,96 m³/s) aracılığıyla Taşaltı Gölü ve Dalyan Gölleri vasıtasıyla Ege Denizine dökülmektedir. Ancak IP-1 ve Kızkapan deresi taşkınları, Meriç Nehri taşkınları ile

eş olduğunda Gala Gölündeki sular, Taşyarma Kanalı ile tahliyesi esnasında gölde su seviyesi yükselmesi nedeni ile gölün etrafında taşkından korunmayan tarım arazilerine yayılmaktadır.

Su kirliliği alanının ekolojik karakterinde değişimlere neden olmakta, özellikle tuzlanma artmaktadır. Göl çevresindeki sulamaların yoğunlaşması sonucunda, kış aylarında temiz su alan ve tuzluluğu azalan göl sularına, yaz aylarında özellikle Telmata ve Cımra ovalarından pompalanan (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5) ve göl hacmine göre çok yüksek olan drenaj sularının verilmesi kirliliğe ve tuzluluğun artmasına yol açmaktadır. Gölün 2002 ve 1984 Klorür (Cl-) değerleri karşılaştırıldığında 1984'te Ort. 425,49 mg/l olan değer; 2002 yılında 678,99 mg/l'ye (% 37,33 artış) yükselmiştir. (DSİ, 2003).



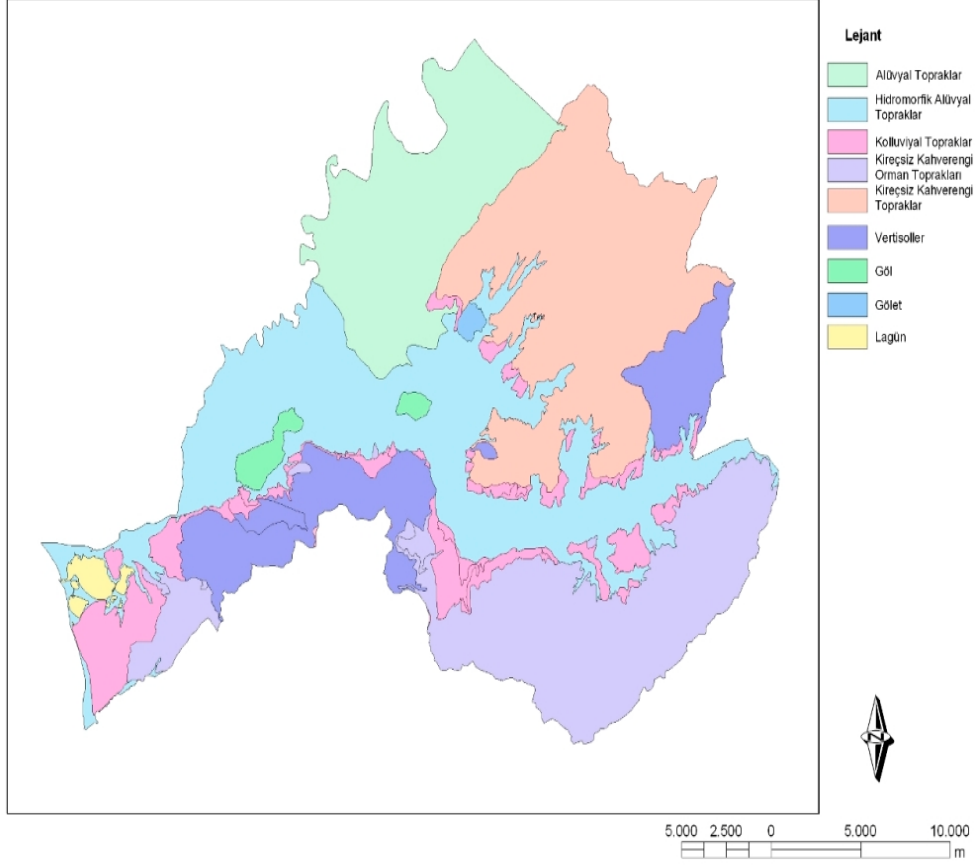
Şekil 3.4 Cımra Pompa İstasyon



Şekil 3.5.Telmata (5 Gözlü Menfez)

Dalyan, Gala, Pamuklu ve Sığırcı Gölleri çevresinde, profil teşekkülü olmayan azonal, hidromorfik alüvyal topraklar yaygındır ve tarıma elverişli değildirler. Bitki örtüsü kamış, saz ve tuzlu bataklık bitkileri olmak üzere sucul bitkilerdir. Bu topraklar yer yer bataklıklar durumundadır ve yalnızca çeltik tarımı yapılabilmektedir. pH'ları 7.5 dolayındadır ve çoğunlukla tuzludurlar (Gürnil, 1989).

Gala Gölü ve Yakın Çevresinin Toprakları



Şekil.3.6.Gala Gölü ve çevresindeki alanın toprak yapısı (Zal, 2004).

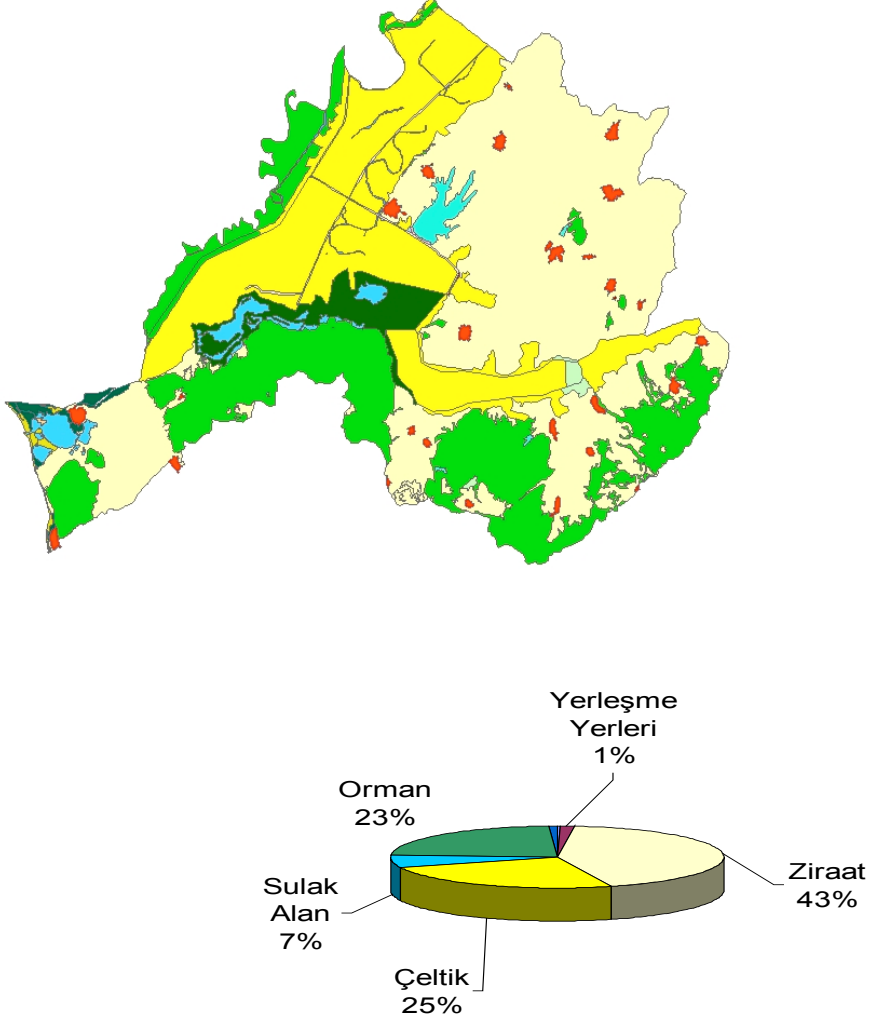
Genç alüvyonlardan oluşmuş topraklar (Şekil 3.6), henüz klimax tipe ulaşacak gelişimi göstermemektedir. Genellikle killi olan alüvyal arazi topraklarının bir kısmı kireçli bir kısmı kireçsizdir. Akarsu tortulları oldukları için ince kumlu, milli ve killi tabakalar çapraz tortullaşma göstermektedir. Buna bağlı olarak toprakların da iki veya üç tabakalı oldukları, geçirimsiz tabakadan ötürü yer yer durgun su oluşumları gösterdikleri ve taban suyu zonlarının bulunduğunu saptanmıştır (Kantarıcı, 1989).

Alüvyonal topraklar, Enez'de sınırlı alanlarda bulunur. Hidromorfik alüvyonlarla aynı zamanda akarsular tarafından taşınarak oluşturulmuşlardır. Yüzey sularının etkisi altındadırlar ve kalkerlidirler. Drenajları bozuk, hafif tuzlu alkalidirler. Tuzluluk ve alkalilikleri, eğimin yetersiz oluşu ve yanlış sulama sonucu alt katlardaki tuzların yüzeye yaklaşması ve tuzlu olan dere suları ile yapılan sulamadan kaynaklanmaktadır.

Meriç Deltası sulak alanı, haliçsel, denizsel, ırmaksal ve gölssel sulak alan türlerinin tümünü içermekte ve biyolojik çeşitlilik açısından, alandaki büyük kayıplara karşın, zengin olarak değerlendirilmektedir. Gala Gölünde yapılan çalışmalar da 55 cins bitkisel plankton, 31 cins hayvansal plankton (zooplankton), 42 tür su bitkisi, çevredeki çoğu bozulmuş durumdaki orman alanları ile su basar orman alanlarında 15 tür ağaç, 19 farklı gruba ait dip canlısı ve 19 adet Chironomidae türü, eutrof karakterli bir göl olmasına karşın bentik organizmaların biyolojik çeşitlilik göstermesi, Gala Gölünün çevresindeki diğer sulak alanlarla yakın ilişki içinde olmasındandır. Gölde 19 adet balık türü, 3 adet kurbağa türü ayrıca 134 adet kuş türü bulunmaktadır (DSİ, 2001b).

Gölün tortu ile dolmuş olan ve derinliği çok azalmış olan Küçük Gala kesimi, başat olarak Kamış (*Phragmites australis*) olmak üzere su üstü bitkileriyle kaplanmıştır. Büyük Gala kesiminde ise kıydan iç kesimlere doğru su üstü, sualtı ve yüzen kuşaklar oluşmuştur. Su üstü bitkileri arasında rüzgardan korunmuş kesimler de ise, yüzen bitkiler bulunmaktadır. Gölün tüm tabanı su altı bitkileriyle kapanmıştır. Göl içinde yer yer adacıklar durumunda su üstü bitkileri de gelişmektedir (DSİ, 2003).

3.1.1.1.Günümüzdeki Arazi Kullanımı



Şekil 3.7.Gala Gölü ve Çevresindeki Alanların Günümüzdeki Arazi Kullanımı
(Zal, 2004).

Sulak alanda çeltik yetiştirme olanakları, alana daha güvenli ve projeli su sağlanması konusunda baskı oluşturmaktadır. Daha önce kurutulmuş alanlarda projeli sulama tesisleri yapımı talepleri de yoğunudur. Bu talepler sonucu 1987 yılında "Aşağı İpsala Projesi Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması Projesi" (DSI,1987) uygulanarak (taşkın koruma alanı 3238 ha, sulama alanı 2868 ha) 1999 yılında

işletmeye açılmıştır. 1997 yılında da “Aşağı İpsala Projesi Koyuntepe-Hamzadere Barajları ve Sulamaları Projesi”nin (sulama alanı 31 126 ha) hazırlanmıştır (DSİ, 1997). Sözü edilen ilk projede yer alan Yenikarpuzlu Depolaması Sığırcı Göl alanında inşa edilmiştir. Depolamanın suyu, Meriç Irmağından pompajla sağlanmaktadır ve üreticiler bu suyu, Pamuklu ve Cımra Ovalarında çeltik sulamada kullanmaktadırlar (DSİ, 1996). Çalışma alanının başat ürünü çeltik’ tir (Şekil 3.7).

3.1.1.2.Gübre Kullanımı

Çeltik yetiştiriciliğine uygulanan başlıca gübreler: N’lu, P’lu, gerektiğinde K’lı gübrelerdir. Ayrıca Zn elementi uygulanmaktadır. Önerilen (15 kg N/da) N’lu gübrelerin, çeltik gelişme dönemlerine göre 2 ya da 3 ayrı dönemde verilmesi gerekmektedir. Ancak üreticiler, gübrenin tümünü, genellikle, ekimden 35-40 gün sonra ve 1 defada uygulamaktadır. P’lu (6-8 kg P/da) gübrelerin ise, ekim öncesinde ve 1 defada uygulanması gerekmektedir. Çinko (Zn) eksikliğine karşı da (1kg saf Zn/da), son toprak hazırlığı sırasında toprak yüzeyine ya da Zn eksikliği belirtilerine göre, ekimden 40-45 gün sonra bitki yüzeyine püskürtülmelidir (Sürek, 2002). 2002 yılında 15 412 hektarlık çeltik alanına 3814 ton kompoze gübre, 6149 ton amonyum sülfat, 256,8 ton üre, 100 ton triple süperfosfat şeklinde gübre kullanılmıştır (Edirne Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 2003).

3.1.1.3.Tarımsal İlaç Kullanımı

İpsala İlçesinde, Pestisit olarak kullanılan Fungisit tüketimi, 2003 verilerine göre, 80 00 dekarda, toplam 8400 kg, Hebisid tüketimi ise, 125 000 dekarda toplam 3635 kg’dır. Fungisit olarak mücadeleye başlama ve bitiş tarihleri; 05.05.2003-15.08.2003, Herbisit için mücadeleye başlama ve bitiş tarihleri; 01.05.2003-10.7.2003’tür (Edirne Tarım İl Müdürlüğü, 2004).

3.1.1.4. Gala Gölü Çevresindeki Taşkın Tesisleri

- İpsala Kış Seddeleri:

Meriç Irmağı taşkınlarının önlenmesi amacıyla, sol sahilde 1960'lı yıllarda İpsala kış seddeleri inşa (Uzunluğu 56+225 km; yüksekliği 5,50 m; üst genişliği 4,00 m; taşkından koruduğu alan 11570 ha) edilmiştir.

Taşkın koruma çalışmaları ile ilgili diğer yapılar: Taş Kapama (ırmak ana yatağı üzerinde km'de) inşa edilen ve suların Yunanistan sınırları içinde bulunan kollara aktarılmasını sağlayan yapı); 10 Gözlü Menfez (göz boyutları 2,00x 3,00 m; taban kotu + 0,28 m; debisi +2,00 m kotta 111,00 m³/s) ve balık geçidi menfezi (taban kotu -1,17 m, debisi 7,42 m³/s)'dir.

- Taşyarma Tahliye Kanalı:

İP-1 ve Kızkapan havzalarından gelen taşkın sularının, Taşaltı Lagünü ve Ege Denizine ırmağa boşaltılması amacıyla (uzunluğu 3+960 km; debisi +2,00 m kotta 45,00 m³/s) inşa edilmiştir. Üzerinde -1,09 m kotta, 3 gözlü menfez bulunmaktadır (DSİ, 2003).

3.1.1.5. Gala Gölü Çevresindeki Kurutma Tesisleri

Aşağı İpsala Ovasının taşkından korunması sağlandıktan sonra, Basamaklar (IP-1) ve Kızkapan Havzalarında bulunan bataklıkların kurutulması amacıyla kurutma tesisleri inşa edilmiştir (DSİ,1972). Bu kurutma tesisleri: Telmata (2500 ha), Cimra (3700 ha) ve Karasaz'dır. Telmata ve Cimra kurutmaları "sulak alan" içinde, Karasaz alanın dışındadır.

Kurutma alanlarının suları Cimra Pompa istasyonu (6 ünite, 405 KWH gücünde ve basma yüksekliği 4 m) ve Telmata Pompa istasyonu (3 ünite, 187 KWH gücünde ve basma yüksekliği 6 m) aracılığıyla "sulak alana" verilmektedir. Bu kurutmalarda, sulama şebekesi henüz gerçekleştirilmemiştir. Kurutma alanlarında yalnızca çeltik ekilmekte, sulama üretici olanaklar ile yapılmaktadır. Sulama oranları (1998-2002): Telmata kurutmasında ort. % 31,0 (min.8,0-max.63,0), (ort. 769 ha); Cimra Sulamasında ort. % 58,0 (min.53,4-max.62,3)(ort. 2140 ha)'dır (DSİ, 1989-2002 a,b).

Karasaz bataklığı kurutma alanı 4500 ha'dır. Kurutulan alanın büyük bölümü hazineye (2585 ha) aittir (DSİ, 1972). Alanda, Aşağı İpsala Projesi kapsamında, Karasaz Sulaması inşa edilmiştir.

3.1.1.6.Gala Gölü Çevresindeki Sulama Tesisleri

- İşletmede Olan ya da Kısmen İşletmeye Açılmış Sulamalar

DSİ tarafından inşa edilmiş olan sulama alanları toplam 14 960 ha'dır. Ancak göl çevresinde DSİ dışı kuruluşlarca inşa edilmiş ve "Halk Sulaması" olarak tanımlanan sulama alanları da bulunmaktadır. Yılmaz, 2002, "Gala Gölü etrafında 15 000 ha alanda çoğu halk sulaması şeklinde çeltik ekimi" yapıldığını kaydetmektedir. Alandaki "kurutma tesisleri" nin alanı ise toplam 6500 ha'dır (Yılmaz, 2002).

İşletmeye açılmış tesislerde kullanılması öngörülen "sulama suyu" 167,65 hm³'tür. Bunun büyük bölümü (% 57,37) Meriç ırmağında sağlanmaktadır. Sulama alanından dönen suların miktarı ort. 33,53 hm³ (Telmata ve Cimra kurutmaları hariç) olarak hesaplanmıştır.

DSİ verilerine göre izleme ve değerlendirme yapılan sulama (Sultanköy hariç) ve kurutma alanlarında (ort.18420 ha), sulanan alan ort. 11 652 ha (%63)'dır (DSİ, 1999-2002 a,b). Çeltik üretim alanları, sulanan alanın % 86'sını oluşturmaktadır ve 10021 ha'dır.

- Planlama, Kesin Proje ve İnşaat Aşamalarındaki Sulamalar

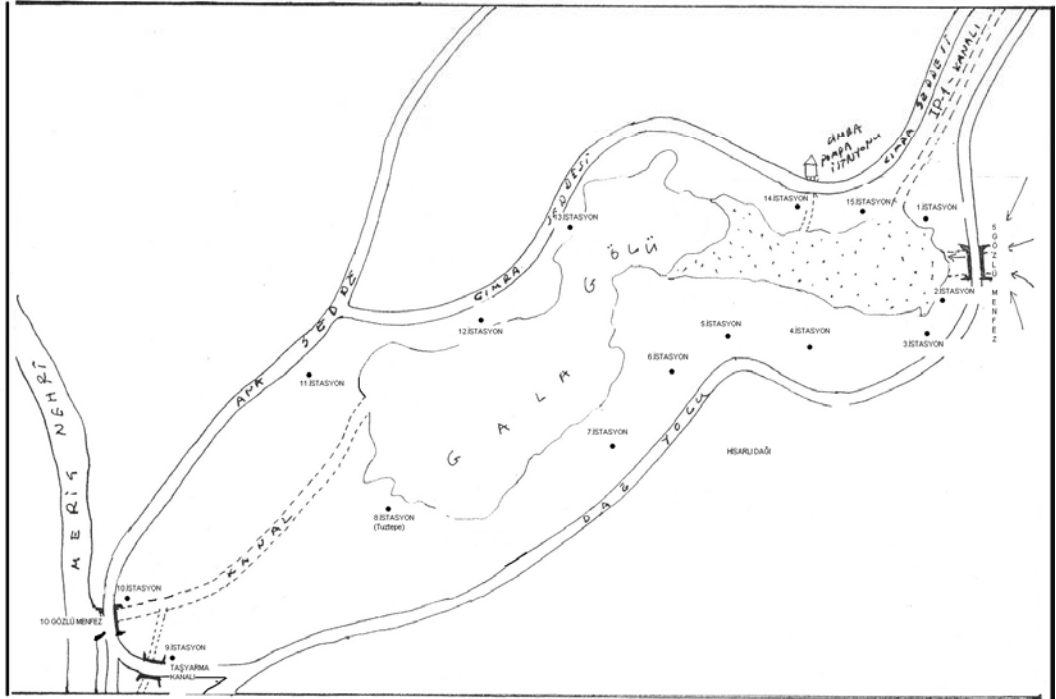
Gala Gölü havzasında yapımı planlanan sulamaların alanları 38228 ha' dır. Ancak bu alanlar içinde daha önce sulama şebekesi yapılmamış kurutmalarla, su eksikliği bulunan ve halen işletmeye açılmış sulamalar da bulunmaktadır (DSİ,2003).

3.2.Yöntem

Gala Gölü çevresinden toprak numuneleri alınarak EPA 3050 metoduna göre hazırlandıktan sonra Fe, Cr, Mn, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, Co, Ag konsantrasyonları FLAAS'de ölçülmüştür. Gala gölü ve gölü besleyen su kaynaklarından sediment numuneleri alınarak EPA 3050 metoduna göre hazırlandıktan sonra Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Zn ve Co konsantrasyonları FLAAS'de ölçülmüştür. Gala gölü ve gölü besleyen su kaynaklarından su numuneleri alınarak APHA, AWWA metoduna göre hazırlandıktan sonra Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Zn ve Co konsantrasyonları FLAAS'de ölçülmüştür.

3.2.1. Toprak Numunelerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Gala Gölü çevresinden, Ekim 2003 ve Ekim 2004'te, Şekil 3.8'de . gösterilen 15 noktadan alınmıştır. Numune noktaları, göl çevresini ağır metal yönünden karakterize edilecek şekilde seçilmiştir. Numuneler yılda birer kere olmak üzere 2 kez aynı noktalardan alınmıştır.



Şekil 3.8.Gala Gölü çevresinden alınan toprak numunesi noktaları

Toprak Numuneleri, TS 9923 sayılı, 1992 tarihli, “Toprak Kalitesi-Yüzeysel Toprak Numune Alma, Numunelerin Taşınma ve Muhafaza Kuralları”na göre alınmıştır.

Seçilen noktalardan numune alınırken taş, çakıl, bitki örtüsü v.s temizlendikten sonra toprağın verimlilik durumunu tespiti için, 0-20 cm’lik toprak katını temsil eden her numune plastik poşetlere alınmıştır.

Laboratuara getirilen toprak numuneleri, analiz edilmeden önce birçok işlemden geçirilmiştir. Bu işlemler sırasıyla; pH, kurutma, öğütme, eleme, tartma, asitle parçalama ve saklama’dır. İlk işlem olarak pH değerlerine bakılmıştır. Bunun için toprak numunelerinden 20’şer gram alınarak 50 ml’lik beherglas içine koyulup üzerine 1:2.5 oranında saf su ilave edilmiştir. İyice çalkalandıktan sonra 10 dakika beklenip beherglaslar tekrar çalkalandıktan sonra pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

FLAAS’ne hazırlamak amacıyla alınan numuneler laboratuara getirildikten sonra havada kurutulularak, toprak halinden homojen bir hale getirmek için ezilerek parçalanmıştır (Berrow ve Stein, 1983). 105 °C’deki etüvde 24 saat kurutulduktan sonra, tahta havanda taş vs. ezilmeyecek şekilde dövüldükten sonra 2 mm çaplı bir elekten geçirilerek elenmiştir.

Toprağın Asitle Parçalanması

Bu metod bir asitle parçalama işlemidir. Sediment, çamur ve toprak numunelerinin flame ve furnace atomik absorpsiyon spektroskopisi ile (FLAA ve GFAA) yada İndükleyici çift argon plazma spektroskopisi (inductively coupled argon plasma spectroscopy) ile analizlerinin yapılması için hazırlanmasıdır(EPA, 1986).

Alevli atomik absorpsiyon spektrofotometre (FAAS) ölçümü için, homojen haldeki her bir numunedan 2 gr hassas terazide tartıp beherelere koyulmuştur. 10 ml 1:1 HNO₃ ilave edilip karıştırıldıktan sonra üzerini saat camı ile kapatılarak 95°C’deki Hot-Plate üzerinde ısıtılarak kaynamasına izin verilmeden reflux olması sağlanmıştır. Numune soğutulduktan sonra 5 ml konsantre HNO₃ ilave edilerek tekrar saat camı ile beherin ağzı kapatılıp ve reflux için 30 dakika beklenmiştir. Bu son adım oksidasyonun tamamlanıp tamamlanmadığından emin olmak için tekrar yapılmıştır. Ribbed saat camı kullanılarak çözelti 5 ml’ye kadar kaynamadan

buharlaştırılmıştır. Bu adım tamamlandıktan sonra numune soğutularak 2 ml distile su ve 3 ml %30 H₂O₂ ilave edilmiştir. Beher, saat camı ile kapatılıp peroksit reaksiyonunu başlatmak için hot-plate üzerine konulmuştur. Aşırı köpürmeyi ve kayıpları engellemek için numuneler sıklıkla çalkalanmıştır. Köpük miktarı azalana kadar %30 H₂O₂ ilavesi maksimum 10 ml olacak şekilde ısıtma devam edilmiştir. Bu adımdan sonra FLAAS analizi için soğumaya bırakılan numunelere 5 ml konsantre HCl ve 10 ml distile su ilave edilerek beher hot-plate üzerine konulmuştur. Daha sonra reflux için numunenin kaynamasına izin verilmeden 15 dakika ısıtılmıştır. Soğutulan numuneler distile su ile 100 ml'ye seyreltilmiştir. Nebulizer'de Whatman No:41 filtre kağıdı kullanılarak, numuneler filtre edildikten sonra distile su ile 100 ml'ye seyreltilmiştir. Seyrelen numuneler 3000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek FLAAS'de okumaya hazır hale getirilmiştir

Seyreltilmiş numune yaklaşık % 5.0 (v/v) HCl ve %5.0 (v/v) HNO₃ asit konsantrasyonu içermektedir (EPA, 1986).

3.2.2.Toprak Numunelerinin Analizlerinin Yapılması

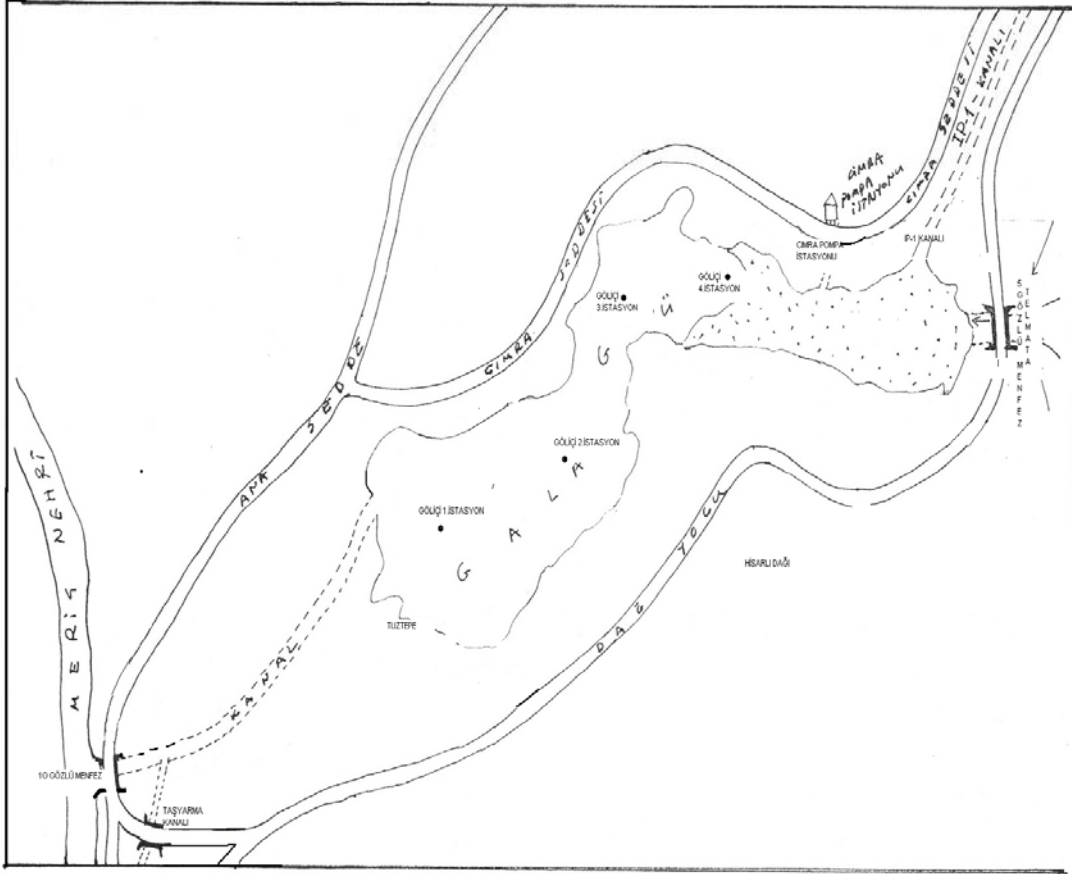
FLAAS için hazırlanan, 2003 ve 2004 tarihlerinde alınan 30 numunenin Fe, Cr, Mn, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, Co, Ag konsantrasyonları, Unicam 929 marka Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Cihazı ile tayin edilmiştir. Bütün metaller için farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler hazırlanarak, okumaları yapılmıştır. Değerler mg/l olarak okunduğundan, kuru ağırlık mg/kg olarak hesaplanmıştır. Ayrıca numuneler asitle parçalanmadan önce, pH ölçümleri, elektrometrik yöntemle ölçülmüştür. pH ve sıcaklık ölçümleri için, WTW pH 315i marka pH metre kullanılmıştır. pH metrenin hassasiyeti 0,01 birimdir.

3.2.3. Sediment Numunelerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Gala Gölü ve çevresinden, Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım 2004 tarihlerinde alınan 10 sediment numunesi noktası Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Bu noktalar;

- Göliçi 1.istasyon N 40⁰ 45'34,5", E 026⁰ 10' 07,5",
- Göliçi 2.istasyon N 40⁰ 45'58,1", E 026⁰ 10' 57,4",

- Göliçi 3.istasyon N 40⁰ 46'43,6", E 026⁰ 11' 29,5",
- Göliçi 4.istasyon N 40⁰ 46'47,6", E 026⁰ 12' 57,4",
- 10 Gölü Menfez,
- Telmata (5 Gözlü Menfez),
- Cımra Pompa İstasyonu,
- IP-1 Kanalı,
- Tuztepe
- Taşyarma Kanalı'dır.



Şekil 3.9.Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan sediment numunesi noktaları

Toplanan numuneler USEPA, 1983, 1993; ASTM, 2000a 'nın sediment türleri için tavsiye edilen örnek alma koşulları, bekletme süreleri ve depolama koşullarına göre, ağzı geniş plastik kaplarda, HNO₃ ile pH<2'ye ayarlanarak, dondurucu da en kısa zamanda analize hazırlanmak üzere saklanmıştır.

Laboratuara getirilen sediment numuneleri, analiz edilmeden önce birçok işlemden geçirilmiştir. Bu işlemler sırasıyla; pH, kurutma, öğütme, eleme, tartma, asitle parçalama ve saklama'dır.

İlk işlem olarak, pH değerlerine bakılmıştır. Bunun için sediment numunelerinden 20'şer gram alınarak 50 ml'lik beherglas içine koyulup üzerine 1:2.5 oranında saf su ilave edilmiştir. İyice çalkalandıktan sonra 10 dakika beklenip, beherglaslar tekrar çalkalandıktan sonra pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

FLAAS'ne hazırlamak amacıyla alınan numuneler laboratuara getirildikten sonra havada kurutularak, toprak halinden homojen bir hale getirmek için ezilerek parçalanmıştır (Berrow ve Stein, 1983). 105 °C'deki etüvde 24 saat kururulduktan sonra tahta havanda taş vs. ezilmeyecek şekilde dövüldükten sonra 2 mm çaplı bir elekten geçirilerek elenmiştir .

Sediment'in Asitle Parçalanması

Bu metod bir asitle parçalama işlemidir. Sediment, çamur ve toprak numunelerinin flame ve furnace atomik absorpsiyon spektroskopisi ile (FLAA ve GFAA) yada İndükleyici çift argon plazma spektroskopisi (inductively coupled argon plasma spectroscopy) ile analizlerinin yapılması için hazırlanmasıdır (EPA, 1986).

Alevli atomik absorpsiyon spektrofotmetre (FAAS) ölçümü için, homojen haldeki her bir numuneden 2 gr hassas terazide tartıp beherelere koyulmuştur. 10 ml 1:1 HNO₃ ilave edilip karıştırıldıktan sonra üzerini saat camı ile kapatılarak 95°C'deki Hot-Plate üzerinde ısıtılarak kaynamasına izin verilmeden reflux olması sağlanmıştır. Numune soğutulduktan sonra 5 ml konsantre HNO₃ ilave edilerek tekrar saat camı ile beherin ağzı kapatılıp ve reflux için 30 dakika beklenmiştir. Bu son adım oksidasyonun tamamlanıp tamamlanmadığından emin olmak için tekrar yapılmıştır. Ribbed saat camı kullanılarak çözelti 5 ml'ye kadar kaynamadan buharlaştırılmıştır. Bu adım tamamlandıktan sonra numune soğutularak 2 ml distile su ve 3 ml %30 H₂O₂ ilave edilmiştir. Beher, saat camı ile kapatılıp peroksit reaksiyonunu başlatmak için hot-plate üzerine konulmuştur. Aşırı köpürmeyi ve kayıpları engellemek için numuneler sıklıkla çalkalanmıştır. Köpük miktarı azalana kadar %30 H₂O₂ ilavesi maksimum 10 ml olacak şekilde ısıtma devam ettirilmiştir. Bu adımdan sonra FLAAS analizi için soğumaya bırakılan numunelere 5 ml

konsantre HCl ve 10 ml distile su ilave edilerek beher hot-plate üzerine konulmuştur. Daha sonra reflux için numunenin kaynamasına izin verilmeden 15 dakika ısıtılmıştır. Soğutulan numuneler distile su ile 100 ml'ye seyreltilmiştir. Nebulizer'de Whatman No:41 filtre kağıdı kullanılarak numuneler filtre edildip, distile su ile 100 ml'ye seyreltilmiştir. Seyrelen numuneler 3000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek FLAAS'de okumaya hazır hale getirilmiştir.

Seyreltilmiş numune yaklaşık % 5.0 (v/v) HCl ve %5.0 (v/v) HNO₃ asit konsantrasyonu içermektedir (EPA, 1986)

3.2.4.Sediment Numunelerinin Analizlerinin Yapılması

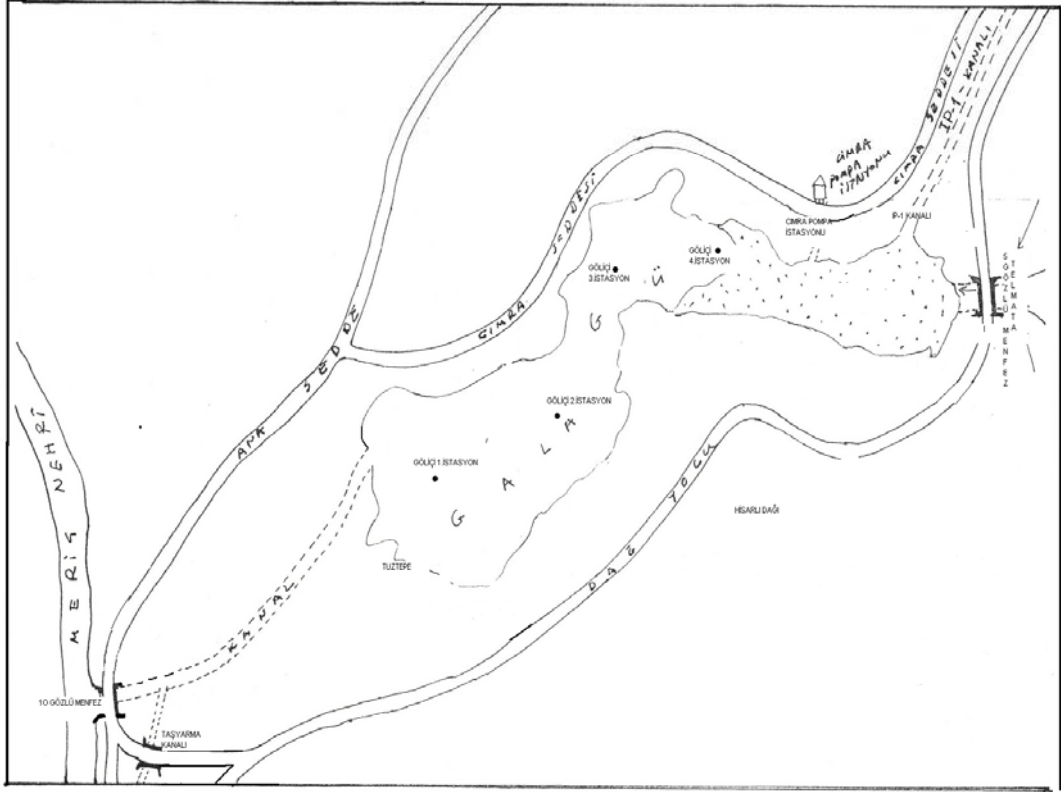
FLAAS için hazırlanan, Mayıs 2004-Ekim 2004 arasında alınan toplam 30 sediment numunesi Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Zn ve Co konsantrasyonları, Unicam 929 marka Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Cihazı ile tayin edilmiştir. Bütün metaller için farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler hazırlanarak, okumaları yapılmıştır. Tayin edilen değerler mg/l olarak okunduğundan, kuru ağırlık mg/kg (ppm) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca numuneler asitle parçalanmadan önce, pH ölçümleri elektrometrik yöntemle ölçülmüştür. pH ve sıcaklık ölçümleri için WTW pH 315i marka pH metre kullanılmıştır. pH metrenin hassasiyeti 0,01 birimdir.

3.2.4. Su Numunelerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Gala Gölü ve çevresinden, Mayıs-Kasım 2004 tarihleri arasında alınan 10 su numunesi noktası Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Bu noktalar;

- Göliçi 1.istasyon N 40⁰ 45'34,5", E 026⁰ 10' 07,5",
- Göliçi 2.istasyon N 40⁰ 45'58,1", E 026⁰ 10' 57,4",
- Göliçi 3.istasyon N 40⁰ 46'43,6", E 026⁰ 11' 29,5",
- Göliçi 4.istasyon N 40⁰ 46'47,6", E 026⁰ 12' 57,4",
- 10 Gölü Menfez,
- Telmata (5 Gözlü Menfez),
- Cımra Pompa İstasyonu,

- IP-1 Kanalı,
- Tuztepe
- Taşyarma Kanalı'dır.



Şekil 3.10. Gala Gölü ve çevresinden alınan su numunesi noktaları

Toplanan numuneler 7 Ocak 1991 tarihli ve 20748 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Örnek Alma ve Analiz Metodları Tebliği'nde belirtilen koşullarda alınmıştır. pH, Çözünmüş Oksijen ve Sıcaklık parametrelerinin ölçümleri arazide yapılmıştır. Numuneler kıyıdan en az bir metre uzaklıktan, iki litrelik şişelere, alınacak su ile en az 3 defa çalkalandıktan sonra toplanmıştır. Alınan numuneler buzluklar içinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de, HNO_3 ile $\text{pH}<2$ 'ye ayarlanıp, laboratuara getirilerek, en kısa zamanda FLAAS'da ağır metal analizleri yapılmıştır.

3.2.6.Su Numunelerinin Analizlerinin Yapılması

FAAS için hazırlanan, Nisan 2004-Kasım 2004 arasında alınan toplam 80 su numunesi Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Zn ve Co konsantrasyonları, Unicam 929 marka Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Cihazı ile tayin edilmiştir. Bütün metaller için farklı konsantrasyonlarda standart çözeltiler hazırlanarak, okumaları yapılmıştır. Tayin edilen değerler mg/l olarak ölçülmüştür. Ayrıca numuneler asitlendirilmeden önce, pH ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. pH ve sıcaklık ölçümleri için, WTW pH 315i marka pH metre kullanılmıştır. pH metrenin hassasiyeti 0,01 birimdir. Çözünmüş Oksijen ise, Hanna HI 9142N marka oksijen metre ile ölçülmüştür. Oksijen metrenin hassasiyeti 0,1 birimdir.

Tüm su analizleri standart metodlara göre yapılmıştır (Anonymous, 1995).

4.BULGULAR

Gala Gölü çevresindeki toprak numunelerinde, göliçi ve gölü besleyen su kaynaklarından alınan sediment ve su numunelerinde, pH ve sıcaklık ölçümlerini takiben ağır metal analizleri yapıldı. Ayrıca gölü besleyen su kaynaklarından alınan numunelerde ise Çözünmüş Oksijen ölçümleri yapıldı. Su sonuçları KSKSKK'na (Kıtaçi Su Kaynakları Standartları Kalite Kriterleri) göre değerlendirildi. Bu ölçümlere göre;

2003 ve 2004 yıllarındaki toprak numunelerinin ortalama pH'sı 7,6 ölçülmüştür.

Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında alınan sediment numunelerinin ortalama pH'sı 7,15 ölçülmüştür.

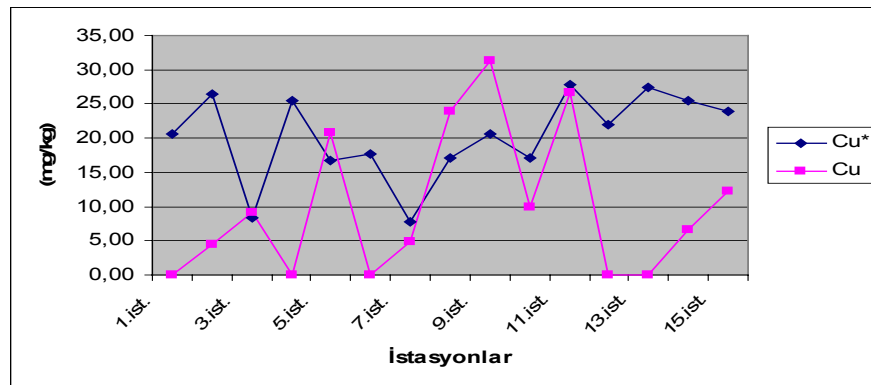
Gölü besleyen su kaynaklarında ve göl ayağı sonundaki noktalarda, 8 aylık ortalama pH 7,09, ortalama çözünmüş oksijen 4,9 mg/l, ortalama sıcaklık ise 21,2⁰C ölçülmüştür. Ç.O açısından KSKSKK'ya göre, su kalitesi III.Sınıf olarak tespit edilmiştir.

4.1.1. Topraktaki Cu Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Cu miktarı (Şekil 4.1), minimum 8.35 mg/kg olarak 3. istasyon olan Hisarlı Dağı tarafında, maksimum 27.9 mg/kg olarak 11.istasyon olan Cımra Seddesi’nin başında ölçülmüştür. “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre Bakır için $pH > 6$ ’da, ortalma sınır değer 140 mg/kg verilmiştir. Ölçülen değerler bu sınır değer altındadır.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Cu miktarı (Şekil 4.2), minimum iz düzeyde, maksimum 31,4 mg/kg olarak 9.istasyon olan Taşyarma Kanalının kenarından alınan numunede ölçülmüştür. “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre Bakır için $pH > 6$ ’da, ortalma sınır değer 140 mg/kg verilmiştir. Ölçülen değerler bu sınır değer altındadır.

Yıllık Bakır miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.1’de görülmektedir. Bakır miktarının değişmediği ve yaklaşık değerler aldığı noktalar; 3,6,8 ve 9. istasyonlardır.



Şekil 4.1. Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Cu Miktarları

Cu*:2003 Yılı Bakır Miktarları

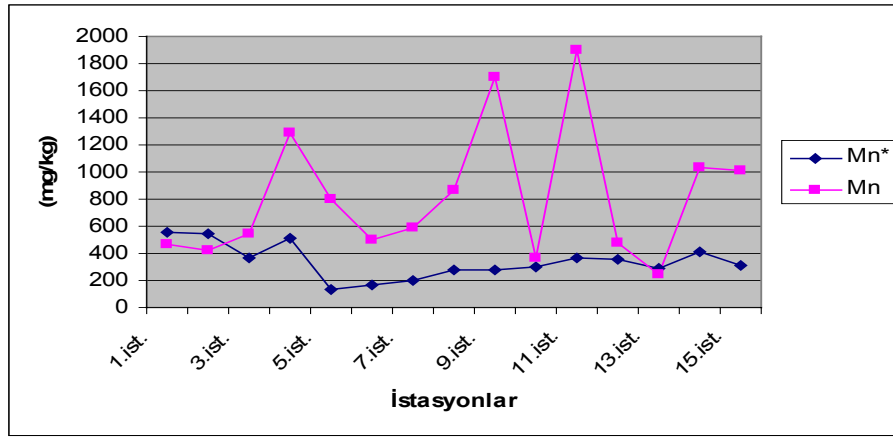
Cu: 2004 Yılı Bakır Miktarları

4.1.2. Topraktaki Mn Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Mn miktarı (Şekil 4.1), minimum 136.25 mg/kg olarak 5. istasyon olan Hisarlı Dağı tarafındaki 2. noktada, maksimum 558.5 mg/kg olarak 1.istasyon olan IP-1 Kanalı’nın dağ yolu tarafındaki noktasında ölçülmüştür.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Mn miktarı (Şekil 4.2), minimum 248,05 mg/kg olarak Cımra Seddesinin 3. noktası olan 13. istasyonda, maksimum 1904,5 mg/kg olarak 11.istasyon olan Cımra Seddesi başlangıcı olan 1.noktan alınan numunede ölçülmüştür. Mn için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değeri verilmemiştir.

Yıllık Mangane Miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.2’de görülmektedir. Mangane miktarının değişmediği ve yaklaşık değerler aldığı noktalar; 1, 2, 3, 10, 12 ve 13. istasyonlardır.



Şekil 4.2. Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Mn Miktarları

Mn*:2003 Yılı Mangane Miktarları

Mn: 2004 Yılı Mangane Miktarları

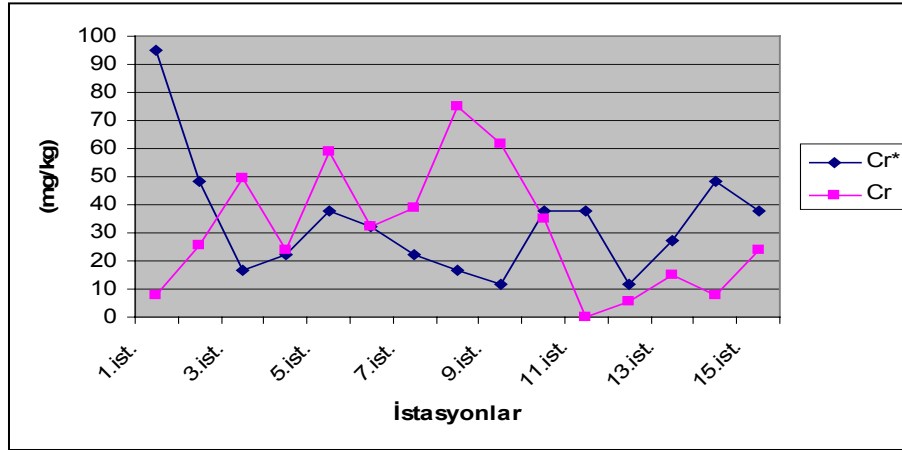
4.1.3. Topraktaki Cr Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Cr miktarı (Şekil 4.1), minimum 11.5 mg/kg olarak 9.istasyon olan Taşyarma mevkiinde ve 12. istasyon olan Cımra Seddesi’nin 2. noktasında, maksimum 95.6 mg/kg olarak 1.istasyon olan IP-1 Kanalı’nın, dağ yolu tarafındaki noktada ölçülmüştür. “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre $pH > 6$ ’da, ortalama sınır değeri 100 mg/kg verilmiştir. IP-1 Kanalı’nda ölçülen 95.6 mg/kg, sınır değere oldukça yakın bulunmuştur.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Cr miktarı (Şekil 4.2), minimum iz düzeyde, maksimum 75,05 mg/kg olarak 8.istasyon olan Tuztepe’den alınan numunede ölçülmüştür. “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre

Krom için $pH > 6$ 'da, ortalma sınır değer 100 mg/kg verilmiştir. Ölçülen değerler bu sınır değerin altındadır.

Yıllık Krom miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.3'de görölmektedir. Krom miktarının değişmediği ve yaklaşık değerler aldığı noktalar; 4,6,10 ve 13. istasyonlardır.



Şekil 4.3. Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Cr Miktarları

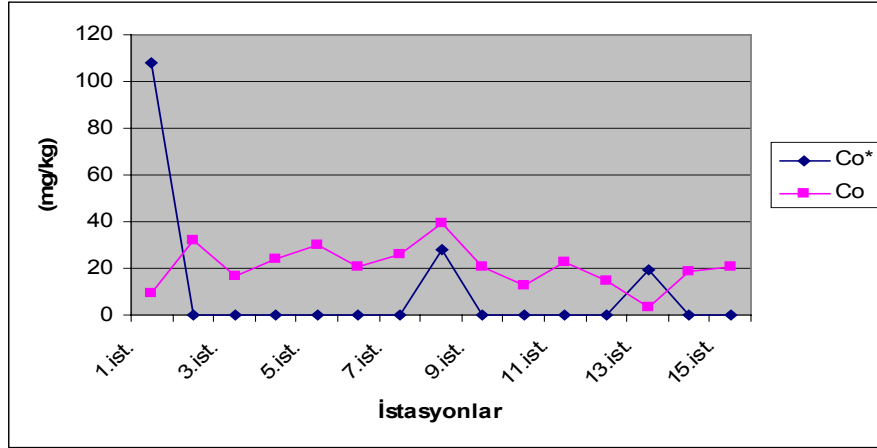
Cr*:2003 Yılı Krom Miktarları
Cr: 2004 Yılı Krom Miktarları

4.1.4. Topraktaki Co Miktarları

Eylül 2003'de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Co miktarı (Şekil 4.1), minimum iz düzeyde, maksimum 107.7 mg/kg olarak, 1.istasyon olan IP-1 Kanalının dağ yolu tarafında ölçülmüştür. "Toprak Kirliliği Yönetmeliği"ne göre $pH > 6$ 'da, ortalma sınır değer 20 mg/kg verilmiştir. IP-1 kanalında ölçülen 107.7 mg/kg, sınır değerin 5 katı bulunmuştur. Ayrıca 8. istasyon olan Tuztepe'de 27,7 mg/kg ve Cımra Seddesinin 3.noktasında da 19, 5 mg/kg Co miktarı ölçülmüştür.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Co miktarı (Şekil 4.2), minimum 3,35 mg/kg olarak Cımra Seddesinin 3. noktası olan 13. istasyonda , maksimum 39,55 mg/kg olarak 8.istasyon olan Tuztepe'den alınan numunede ölçülmüştür. Co için "Toprak Kirliliği Yönetmeliği"nde ortalama sınır değer 20 mg/kg'dır. Bu sınır değerini aşan noktalar ise, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11 ve 15. istasyonlardır.

Yıllık Kobalt miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.4'de görölmektedir.



Şekil 4.4.Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Co Miktarları

Co*:2003 Yılı Kobalt Miktarları

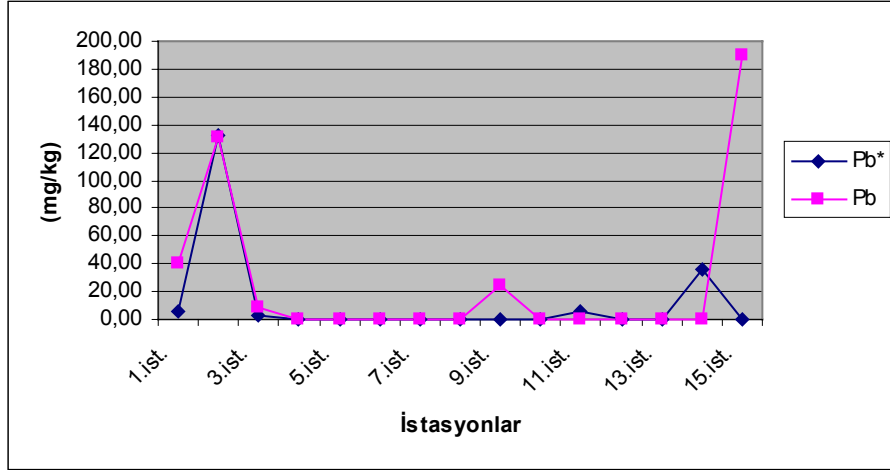
Co: 2004 Yılı Kobalt Miktarları

4.1.5.Topraktaki Pb Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Pb miktarı (Şekil 4.1), minimum iz düzeyde, maksimum 133 mg/kg olarak 2.istasyon olan Telmata (5 Gözlü Menfez)’da ölçülmüştür.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Pb miktarı (Şekil 4.2), minimum iz düzeyde, maksimum 190,4 mg/kg olarak 15.istasyon olan IP-Kanalının, Cımra seddesi kısmından alınan numunede ölçülmüştür. Pb için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değer pH>6’da 300 mg/kg olarak verilmiştir. Ölçülen değerler bu sınır değer altındadır.

Yıllık Kurşun miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.5’de görülmektedir. Kurşun miktarının değişmediği ve yaklaşık değerler aldığı noktalar; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 ve 13.istasyonlardır.



Şekil 4.5.Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Pb Miktarları

Pb*:2003 Yılı Kurşun Miktarları

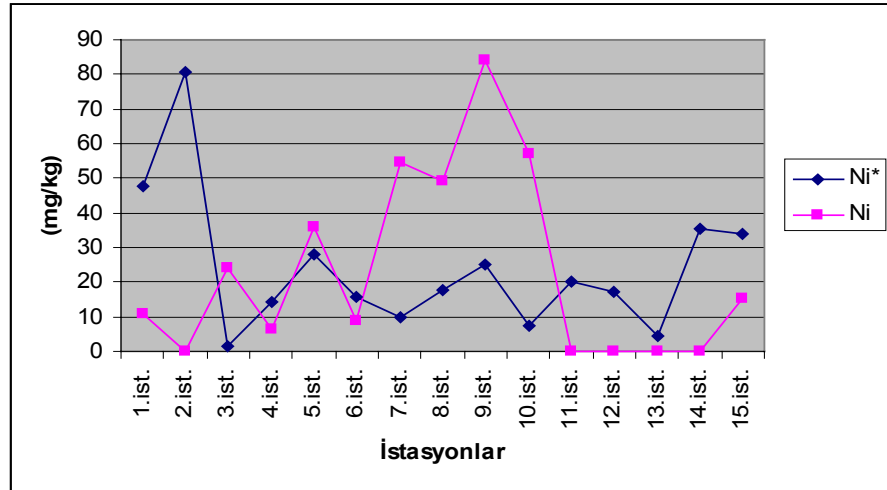
Pb: 2004 Yılı Kurşun Miktarları

4.1.6.Topraktaki Ni Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Ni miktarı (Şekil 4.1), minimum 4.3 mg/kg olarak 13. istasyon olan Cımra Seddesi’nin 3. noktasında, maksimum 80.45 mg/kg olarak 2.istasyon olan, Telmata (5 Gözlü Menfez)’da ölçülmüştür. “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre $pH > 6$ ’da, ortalama sınır değer 75 mg/kg verilmiştir. Telmata’da ölçülen Ni miktarı bu sınır değerinin üzerinde ölçülmüştür.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Ni miktarı (Şekil 4.2), minimum iz düzeyde, maksimum 84,25 mg/kg olarak 9.istasyon olan Taşyarma Kanalından alınan numunede ölçülmüştür. Ni için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değer 75 mg/kg’dır. 9.istasyonda ölçülen Ni miktarı bu sınır değerinin üzerindedir.

Yıllık Nikel’in miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.6’da görülmektedir.



Şekil 4.6. Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Ni Miktarları

Ni*:2003 Yılı Nikel Miktarları

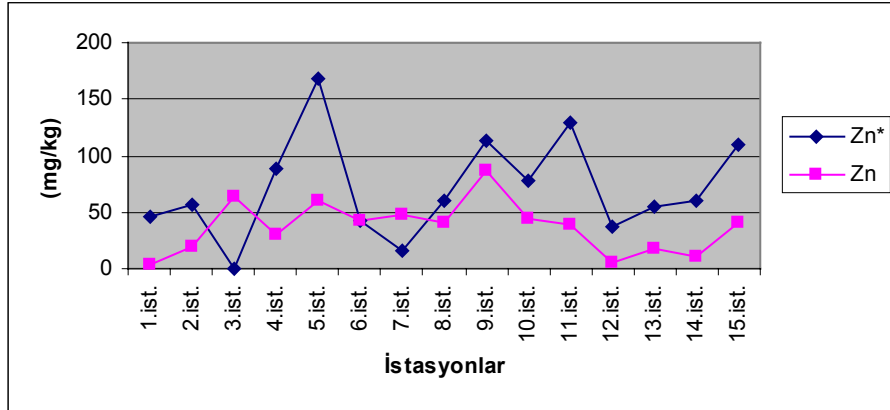
Ni: 2004 Yılı Nikel Miktarları

4.1.7. Topraktaki Zn Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Zn miktarı (Şekil 4.1), minimum iz düzeyde, maksimum 167.55 mg/kg olarak, 5.istasyon olan, Dağ Yolu’nun 2.noktasında ölçülmüştür.

Eylül 2004 yılında ise, aynı noktalardan alınan numunelerin Zn miktarı (Şekil 4.2), minimum 3,8 mg/kg olarak 1. istasyon olan IP-1 Kanalı’nın Dağ yolu tarafında, maksimum 86,7 mg/kg olarak 9.istasyon olan Taşyarma Kanalı’nın kenarından alınan numunede ölçülmüştür. Zn için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değer pH>6’da 300 mg/kg olarak verilmiştir. Ölçülen değerler bu sınır değer altındadır.

Yıllık Çinko miktarlarındaki değişiklik Şekil 4.7’de görülmektedir. Çinko miktarının değişmediği ve yaklaşık değerler aldığı noktalar; 6, 8 ve 9.istasyonlardır.



Şekil 4.7. Gala Gölü Çevresinde 2003 ve 2004 Yıllarında Topraktaki Zn Miktarları

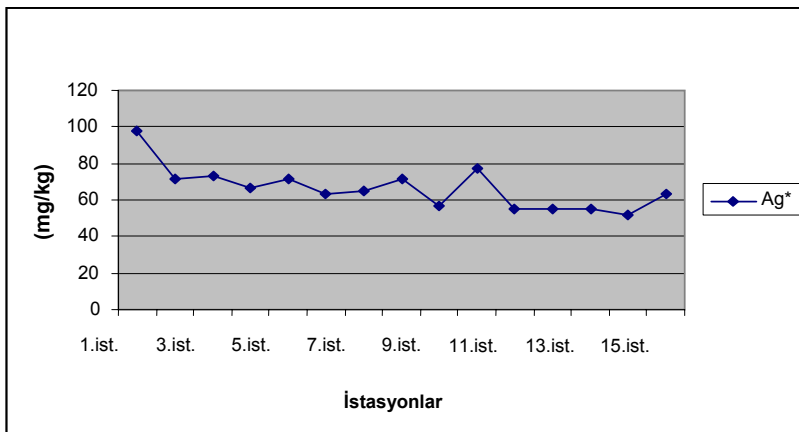
Zn*:2003 Yılı Çinko Miktarları

Zn: 2004 Yılı Çinko Miktarları

4.1.8.Topraktaki Ag Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Ag miktarı (Şekil 4.1), minimum 51.45 mg/kg olarak Cımra Pompa istasyonunda, maksimum 97.4 mg/kg olarak 1.istasyon olan IP-1’de ölçülmüştür. Ag için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değer verilmemiştir.

Eylül 2004 yılında ise, Ag ölçümü yapılmadı.

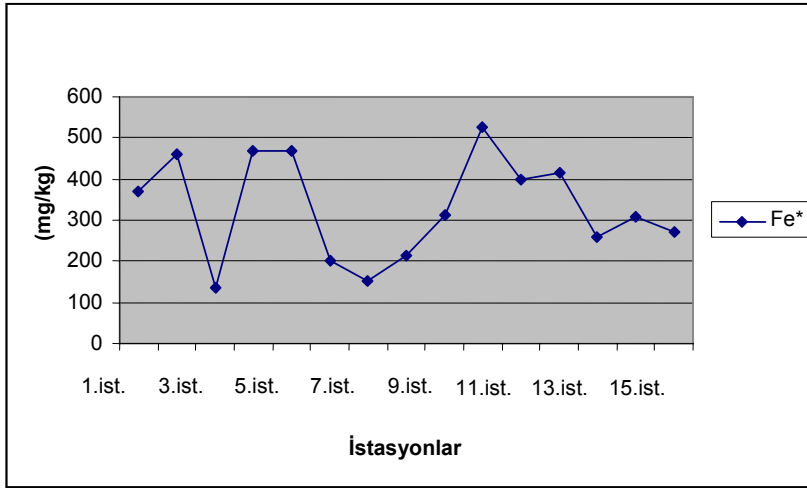


Şekil 4.8- Gala Gölü Çevresinde 2003 Yılında Topraktaki Ag Miktarları

4.1.9. Topraktaki Fe Miktarları

Eylül 2003’de, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinden Fe Miktarı (Şekil 4.1), minimum 134.9 mg/kg olarak 3.istasyon olan Dağ Yolu’nun 2.noktasında, maksimum 525.3 mg/kg olarak 10.istasyon olan 10 Gözlü Menfez’de ölçülmüştür. Fe için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değeri verilmemiştir.

Eylül 2004 yılında ise, Fe ölçümü yapılmadı.



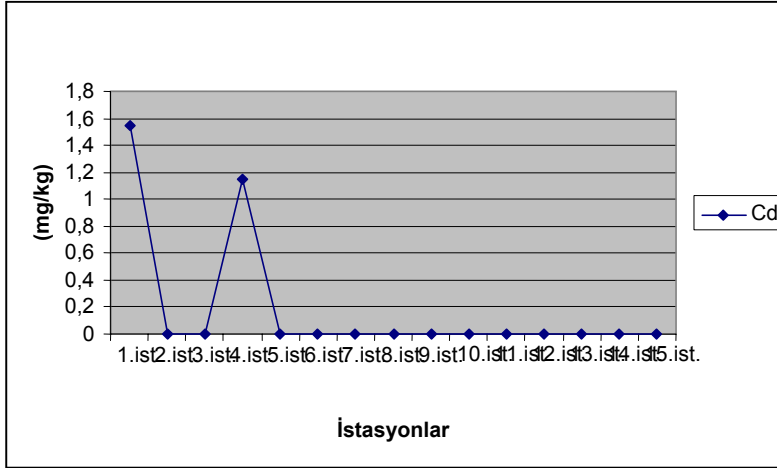
Şekil 4.9. Gala Gölü Çevresinde 2003 Yılında Topraktaki Fe Miktarları

4.1.10. Topraktaki Cd Miktarları

Eylül 2003 yılında, Cd ölçümü yapılmadı.

Eylül 2004 yılında ise, 15 istasyonda ölçülen toprak numunelerinin Cd miktarı (Şekil 4.2) ölçülmüştür. Buna göre minimum iz düzeyde, maksimum 1,55 mg/kg olarak, 1.istasyon olan IP-Kanalının Cımra Seddesi tarafında ölçülmüştür. Cd için “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”nde ortalama sınır değeri pH>6’da 3 mg/kg olarak verilmiştir. Ölçülen değerler bu sınır değeri altındadır.

Yıllık Cd Miktarı Şekil 4.10’de görülmektedir.



Şekil 4.10.Gala Gölü Çevresinde 2004 Yılında Topraktaki Cd Miktarları

4.2. Gala Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Ağır Metal Miktarları

Türkiye’de henüz mevzuat ve/veya yönetmelik bazında, sediment kalite izleme, belirleme ve koruma çalışmaları mevcut olmadığı için, EPA’nın geliştirdiği metodlar, ülke genelinde yapılacak tüm sediment çalışmalarında baz alınabilir. Literatürde de dünyanın ileri ülkelerinde henüz sediment kalite standartları değil, ancak bölgesel olarak kriter çalışmaları yapılmaktadır.

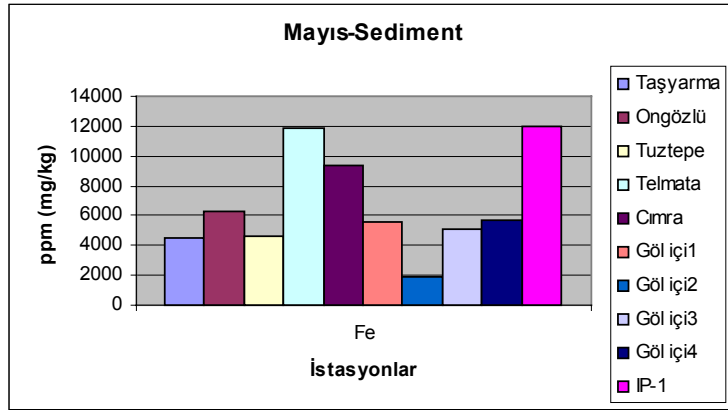
Gala Gölü ve çevresinde daha önceden sediment çalışmalarına rastlanmadığından ve de sediment kalite kriterleri Türkiye’de mevcut olmadığından yabancı kaynaklara başvurulmuştur.

4.2.1.Sedimentteki Fe Miktarları

Tablo 4.3. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Fe Miktarları

Fe-SM (mg/kg)	May.04
Taşyarma	4464
Ongözlü	6250
Tuztepe	4680
Telmata (5 G.Menfez)	11905
Cımra	9375
Göl içi1	5600
Göl içi2	1872
Göl içi3	5110
Göl içi4	5665
IP-1	12000

Mayıs 2004 yılında, sedimentte ölçülen Fe miktarı (Tablo 4.3), minimum 1872 mg/kg olarak göl içindeki 2. noktada, maksimum Telmata (5 Gözlü Menfez)ve IP-1 Kanallarından alınan numunelerde sırasıyla, 11905 mg/kg ve 12000 mg/kg ölçülmüştür (Şekil 4.11).



Şekil 4.11.Gala Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerinin Fe Miktarları (Mayıs-2004)

4.2.2.Sedimentteki Cd Miktarları

Tablo 4.4. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Cd Miktarları

Cd-SM (mg/kg)	May.04	Tem.04	Eyl.04	Kas.04
Taşyarma	8,4	iz	1,85	iz
Ongözlü	8,8	1,15	4,9	iz
Tuztepe	4,9	iz	iz	iz
Telmata (5 G.Menfez)	4,2	iz	iz	iz
Cımra	4,9	iz	iz	iz
Göl içi1	6,65	iz	2,25	14,15
Göl içi2	8,8	iz	iz	iz
Göl içi3	12,3	iz	iz	iz
Göl içi4	8,8	iz	iz	iz
IP-1	12,3	iz	iz	iz

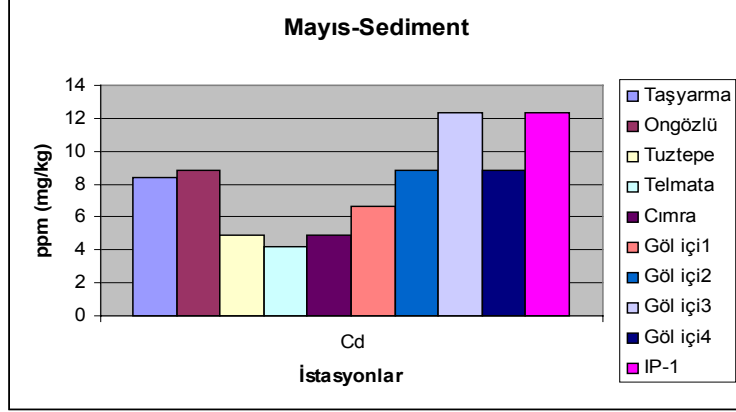
2004 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında, sedimentte Cd miktarı ölçülmüştür (Tablo 4.4). Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum 4,2 mg/kg olarak Telmata (5 Gözlü Menfez)'de, maksimum 12,3 mg/kg IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.12). Sediment Kalite Kriterlerine göre (EK-B), Telmata'da ölçülen Cd miktarı ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri üzerinde, IP-1'de ise, ERM (Orta Etki Aralığı) sınır değeri üzerinde bulunmuştur.

Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 1,15 mg/kg olarak 10 Gözlü Menfezde ölçülmüştür (Şekil 4.13). Sediment Kalite Kriterlerine göre, 10 Gözlü Menfezde ölçülen Cd miktarı, ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değerinde bulunmuştur.

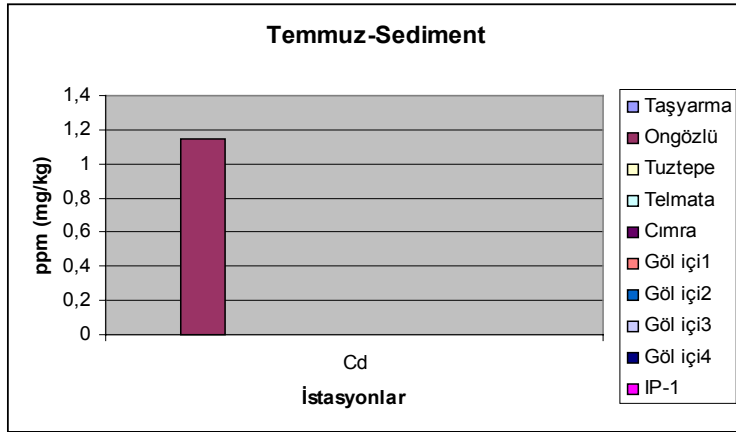
Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 4,9 mg/kg olarak 10 Gözlü Menfezde ölçülmüştür (Şekil 4.14). Sediment Kalite Kriterlerine göre, 10 Gözlü Menfezde ve Göl içi 1. İstasyonunda ölçülen Cd miktarı, ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri üzerinde bulunmuştur.

Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 24,15 mg/kg olarak Göl içi 1. İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.15). Sediment Kalite Kriterlerine göre, Göl içi 1. İstasyonunda ölçülen Cd miktarı, ERM

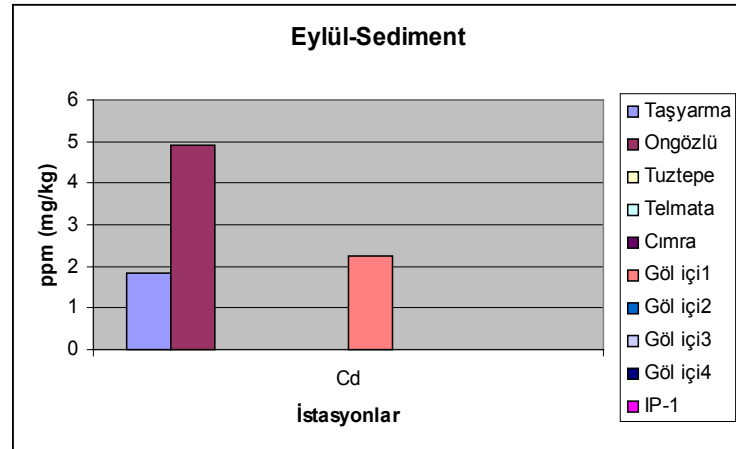
(Orta Etki Aralığı) sınır değeri üzerinde bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde sedimentteki ortalama kadmiyum konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.79'de verilmiştir.



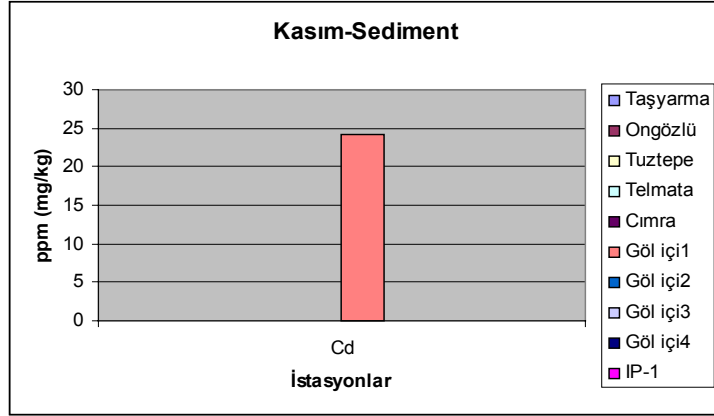
Şekil 4.12- Gala Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cd Miktarları (Mayıs-2004)



Şekil 4.13- Gala Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cd Miktarları (Temmuz-2004)



Şekil 4.14- Gala Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cd Miktarları (Eylül 2004)



Şekil 4.15- Gala Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cd Miktarları (Kasım 2004)

4.2.3.Sedimentteki Pb Miktarları

Tablo 4.5. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Pb Miktarları

Pb-SM (mg/kg)	May.04	Tem.04	Eyl.04	Kas.04
Taşyarma	5	iz	iz	iz
Ongözlü	75	iz	41,95	iz
Tuztepe	35	iz	iz	iz
Telmata	65	iz	39,55	iz
Cımra	15	iz	iz	iz
Göl içi1	5	iz	11,75	198,9
Göl içi2	15	iz	6,7	66,3
Göl içi3	70	iz	iz	iz
Göl içi4	15	iz	iz	iz
IP-1	95	iz	iz	iz

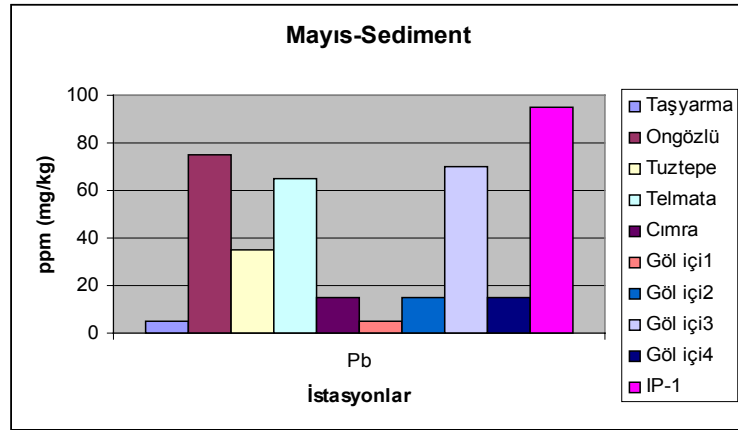
2004 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında, sedimentte Pb miktarı ölçülmüştür (Tablo 4.5) . Mayıs ayında 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum 5 mg/kg olarak Taşyarma Kanalında, maksimum 95 mg/kg olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.16) . Sediment Kalite Kriterlerine göre, IP-1 Kanalında, 10 Gözlü Menfezde, Telmata ve Göl içi 3.İstasyonda ölçülen Pb değerleri ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri üzerinde bulunmuştur.

Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri iz düzeyde ölçülmüştür.

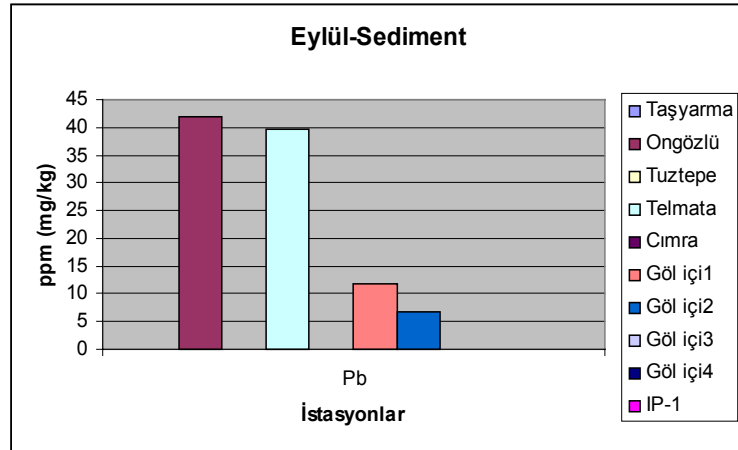
Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 41,95 mg/kg olarak 10 Gözlü Menfezde ölçülmüştür (Şekil 4.17).

Sediment Kalite Kriterlerine göre, 10 Gözlü Menfezde ve Telmata'da ölçülen Pb değerleri ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değerine yakın bulunmuştur.

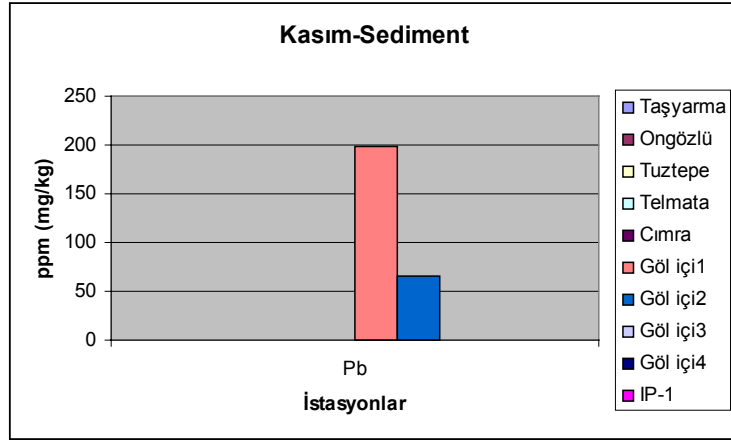
Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 198,9 mg/kg olarak Göl içi 1.İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.18). Sediment Kalite Kriterlerine göre, Göl içi 1. ve 2.İstasyonlarında ölçülen Pb değerleri ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri üzerinde bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde sedimentteki ortalama kurşun konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.82'de verilmiştir.



Şekil 4.16- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Pb Miktarları (Mayıs 2004)



Şekil 4.17- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Pb Miktarları (Eylül 2004)



Şekil 4.18- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Pb Miktarları (Kasım 2004)

4.2.4.Sedimentteki Zn Miktarları

Tablo 4.6. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Zn Miktarları

Zn-SM (mg/kg)	May.04	Tem.04	Eyl.04	Kas.04
Taşyarma	34,45	53,6	22	40,8
Ongözlü	37,75	78,95	94,75	22,9
Tuztepe	14,55	18,75	10,1	79,55
Telmata	39,4	47,95	64,35	29,75
Cımra	33,1	51,8	70,6	66,15
Göl içi1	9,9	24,3	38,7	82,85
Göl içi2	19,85	12,75	49,15	57,8
Göl içi3	22,15	12,15	16,95	38,1
Göl içi4	22,85	43,5	63,45	36,9
IP-1	99,5	90,9	64,05	14,25

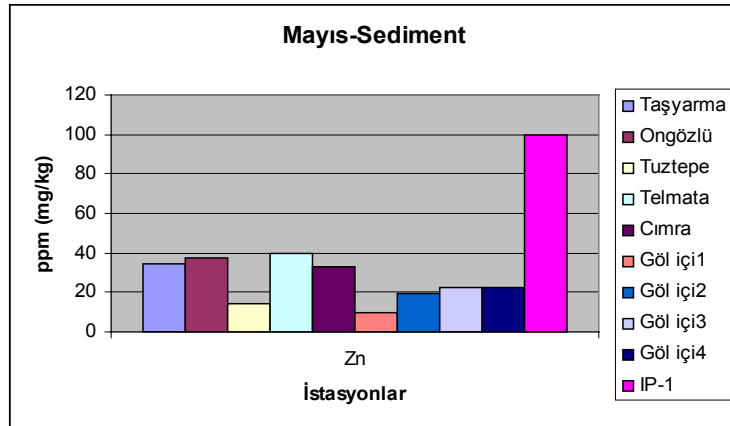
2004 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında sedimentte, Zn miktarı ölçülmüştür (Tablo 4.6). Mayıs ayında 10 istasyonda ölçülen Zn değerleri, minimum 9,9 mg/kg olarak Gölü içi 1.İstasyonunda, maksimum 99,5 mg/kg olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.19). Sediment Kalite Kriterlerine göre, IP-1 Kanalında ve Gölü içi 1.İstasyonda ölçülen Zn değerleri ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri altında bulunmuştur.

Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Zn değerleri, minimum 12,15 mg/kg olarak Gölü içi 3.İstasyonunda, maksimum 90,9 mg/kg olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.20). Sediment Kalite Kriterlerine göre, IP-1 Kanalında ve Gölü içi

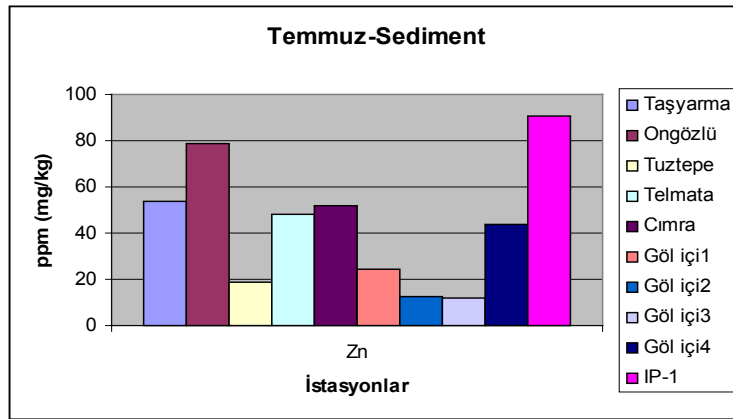
3.İstasyonda ölçülen Zn değerleri ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri altında bulunmuştur.

Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Zn değerleri, minimum 10,1 mg/kg olarak Taşyarma’de, maksimum 94,75 mg/kg olarak 10 Gözlü Menfezde ölçülmüştür (Şekil 4.21). Sediment Kalite Kriterlerine göre, Tuztepe’de ve 10 Gözlü Menfez’de ölçülen Zn konsantrasyon ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri altında bulunmuştur.

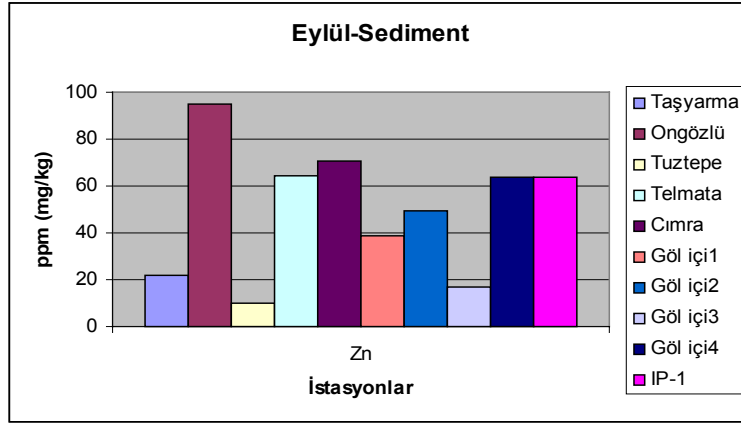
Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Zn değerleri, minimum 14,25 mg/kg olarak IP-1 Kanalında, maksimum 82,85 mg/kg olarak Gölüçi 1.İstasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.22). Sediment Kalite Kriterlerine göre, IP-1 Kanalında ve Gölüçi 1.İstasyonda ölçülen Zn değerleri ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değeri altında bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde sedimentteki ortalama çinko konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.84’de verilmiştir.



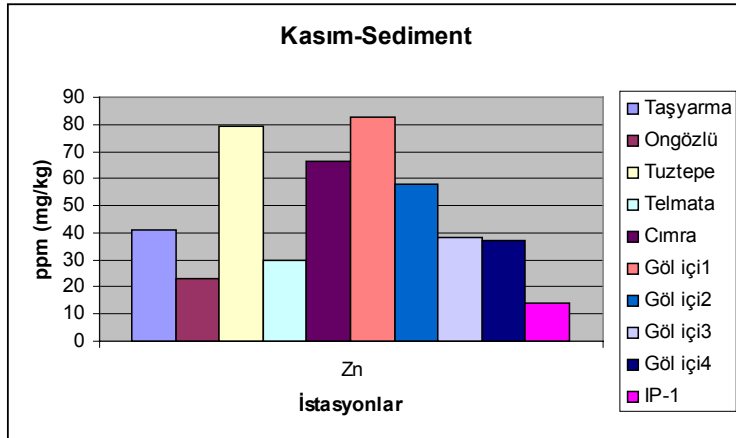
Şekil 4.19- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Zn Miktarları (Mayıs 2004)



Şekil 4.20- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Zn Miktarları (Temmuz 2004)



Şekil 4.21- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Zn Miktarları (Eylül 2004)



Şekil 4.22- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Zn Miktarları (Kasım 2004)

4.2.5.Sedimentteki Mn Miktarları

Tablo 4.7. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Mn Miktarları

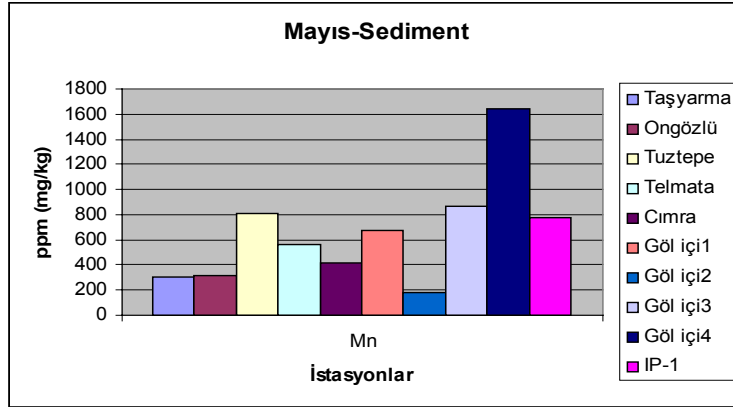
Mn-SM (mg/kg)	May.04	Tem.04	Eyl.04	Kas.04
Taşyarma	304,04	909,5	1421	1013
Ongözlü	313,65	1059	1134,5	1438
Tuztepe	806,5	453,5	917	580,55
Telmata	559	505,5	544	2731,5
Cımra	411,55	713	3865	67,3
Göl içi1	672,5	876,5	917,5	1238
Göl içi2	180,5	324,65	1776,5	399,4
Göl içi3	869	923	813,5	1299
Göl içi4	1640	2956	1652	2531
IP-1	774	1092,5	672,5	1122

2004 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında sedimentte, Mn miktarı ölçülmüştür (Tablo 4.7). Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum 180,5 mg/kg olarak Göliçi 2.İstasyonunda, maksimum 1640 mg/kg olarak Göliçi 4.İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.23).

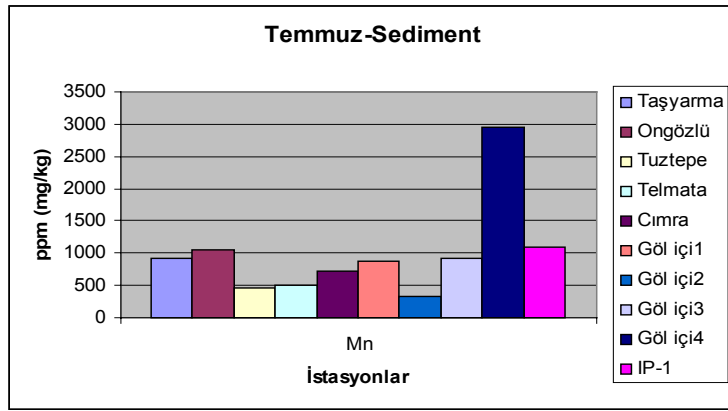
Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum 324,65 mg/kg olarak Göliçi 2.İstasyonunda, maksimum 2956 mg/kg olarak Göliçi 4.İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.24).

Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum 544 mg/kg olarak Telmata (5 Gözlü Menfez)'da, maksimum 3865 mg/kg olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.25).

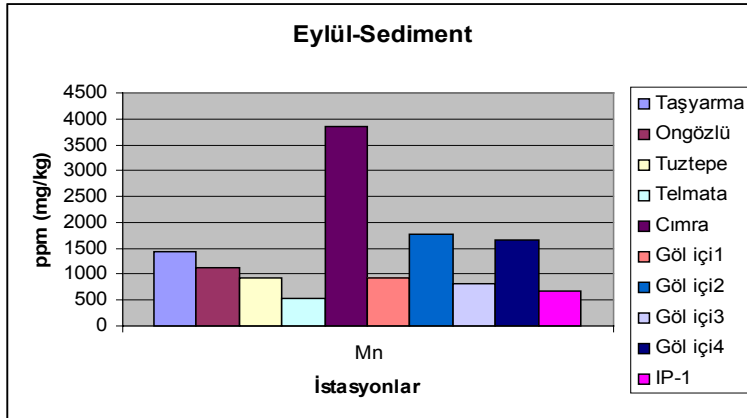
Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum 67,3 mg/kg olarak Cımra Pompa İstasyonunda, maksimum 2731,5 mg/kg ve 2531 mg/kg olarak sırasıyla, Telmata (5 Gözlü Menfez)'da ve göliçi 4.İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.26). Çalışma Periyodu döneminde sedimentteki ortalama mangan konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.80'de verilmiştir.



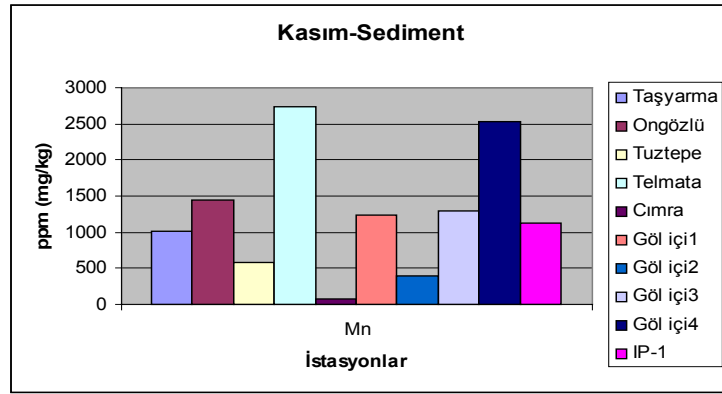
Şekil 4.23- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Mn Miktarları (Mayıs 2004)



Şekil 4.24- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Mn Miktarları (Temmuz 2004)



Şekil 4.25- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Mn Miktarları (Eylül 2004)



Şekil 4.26- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Mn Miktarları (Kasım 2004)

4.2.6.Sedimentteki Co Miktarları

Tablo 4.8. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Co Miktarları

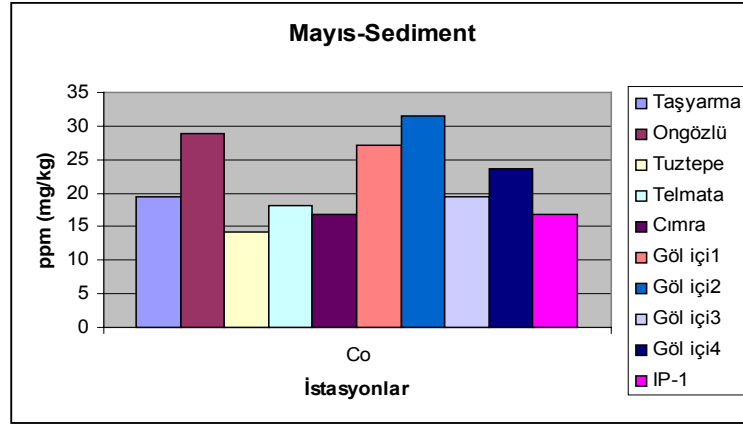
Co-SM (mg/kg)	May.04	Tem.04	Eyl.04	Kas.04
Taşyarma	19,55	31,95	22,4	3,35
Ongözlü	28,9	24,3	28,1	20,5
Tuztepe	14,2	16,7	16,7	14,75
Telmata	18,2	22,4	35,75	26,2
Cımra	16,9	37,65	22,4	20,5
Göl içi1	27,15	18,6	39,55	14,75
Göl içi2	31,6	7,15	14,75	31,95
Göl içi3	19,55	10,95	24,3	24,3
Göl içi4	23,55	18,6	26,2	12,85
IP-1	16,9	12,85	22,4	12,85

2004 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında sedimentte, Co miktarı ölçülmüştür (Tablo 4.8). Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 14,2 mg/kg olarak Tuztepe’de, maksimum 31,6 mg/kg olarak Gölü içi 2.İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.27).

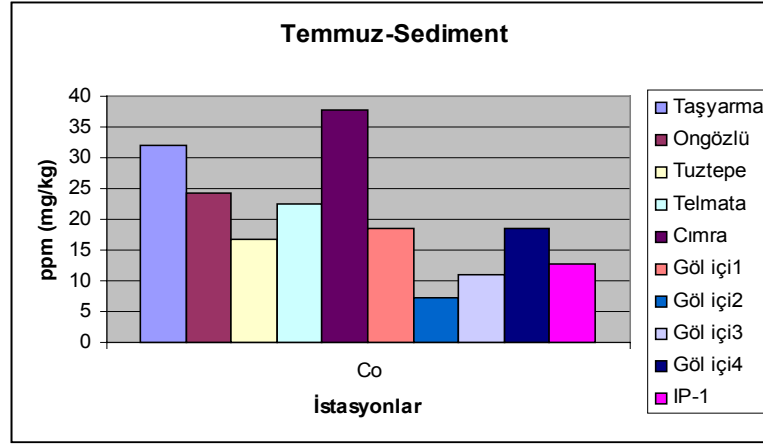
Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 7,15 mg/kg olarak Gölü içi 2.İstasyonunda, maksimum 37,65 mg/kg olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.28).

Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 14,75 mg/kg olarak Gölü içi 2.İstasyonunda, maksimum 39,55 mg/kg olarak Gölü içi 1.İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.29).

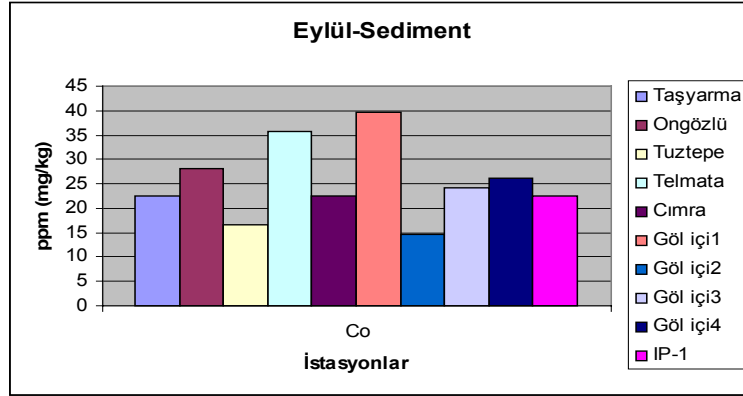
Kasım ayında 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 3,35 mg/kg olarak Taşyarma Kanalında, maksimum 31,95 mg/kg olarak Gölü 2.İstasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.30). Çalışma Periyodu döneminde sedimentteki ortalama kobalt konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.81’de verilmiştir.



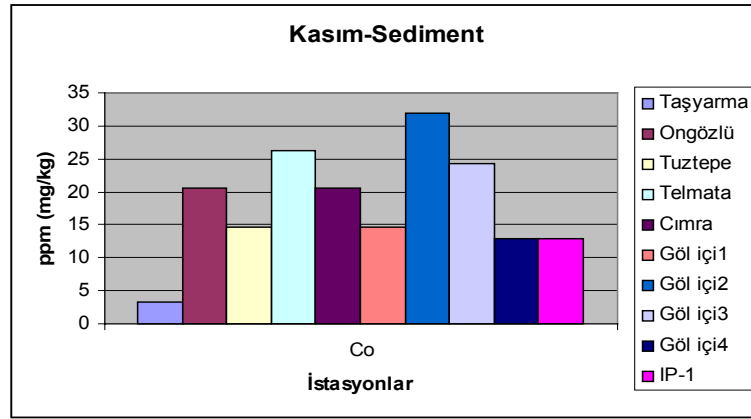
Şekil 4.27- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Co Miktarları (Mayıs 2004)



Şekil 4.28- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Co Miktarları (Temmuz 2004)



Şekil 4.29- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Co Miktarları (Eylül 2004)



Şekil 4.30- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Co Miktarları (Kasım 2004)

4.2.7.Sedimentteki Cu Miktarları

Tablo 4.9. Gala Gölü ve çevresindeki sulardan alınan Sedimentteki Cu Miktarları

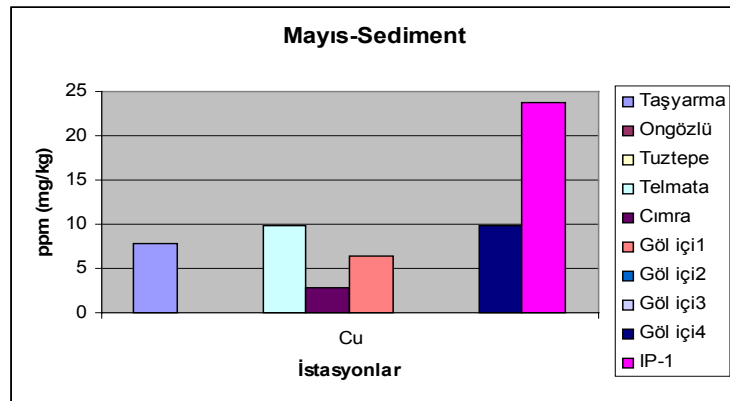
Cu-SM (mg/kg)	May.04	Tem.04	Eyl.04	Kas.04
Taşyarma	7,75	28,55	3,05	iz
Ongözlü	iz	16,1	30,1	23,05
Tuztepe	iz	iz	1,7	14,75
Telmata	9,8	4,4	18,2	24,7
Cımra	2,85	9,1	17,45	2,65
Göl içi1	6,35	iz	16,85	4
Göl içi2	iz	2,1	36,5	iz
Göl içi3	iz	iz	15,3	1,85
Göl içi4	9,8	11,8	17,45	12,6
IP-1	23,7	12	12,2	30,6

2004 yılı Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında sedimentte, Cu miktarı ölçülmüştür (Tablo 4.9). Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 23,7 mg/kg IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.31). Sediment Kalite Kriterlerine göre, IP-1 Kanalında ölçülen Cu miktarı ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değerine yakın bulunmuştur.

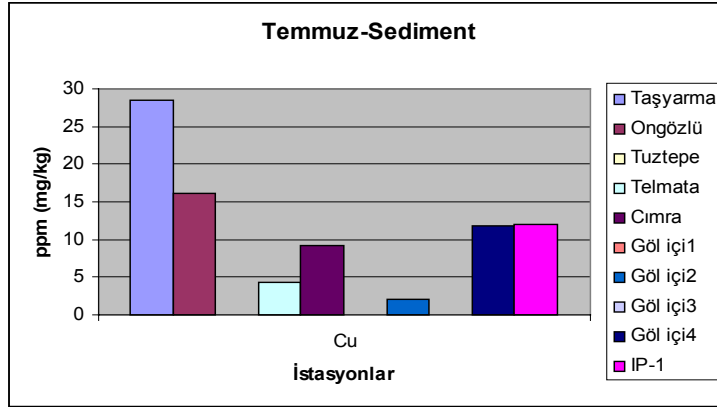
Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 28,55 mg/kg olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.32). Sediment Kalite Kriterlerine göre, Taşyarma Kanalında ölçülen Cu Miktarı ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değerine yakın bulunmuştur.

Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum 1,7 mg/kg olarak Tuztepe'de, maksimum 36,5 mg/kg olarak Göliçi 2.istasyonunuda ölçülmüştür (Şekil 4.33). Sediment Kalite Kriterlerine göre, Göliçi 2.istasyonunuda ölçülen Cu Miktarı ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değerinin üzerinde bulunmuştur.

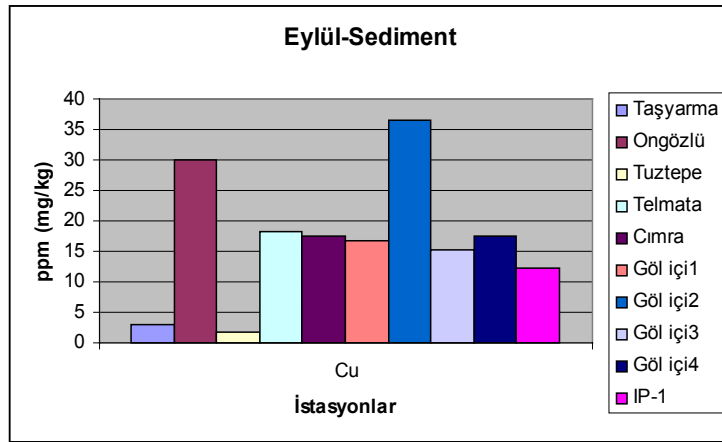
Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 30,6 mg/kg olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.34). Sediment Kalite Kriterlerine göre, IP-1 Kanalında ölçülen Cu miktarı ERL (Düşük Etki Aralığı) sınır değerine yakın bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde sedimentteki ortalama bakır konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.83'de verilmiştir.



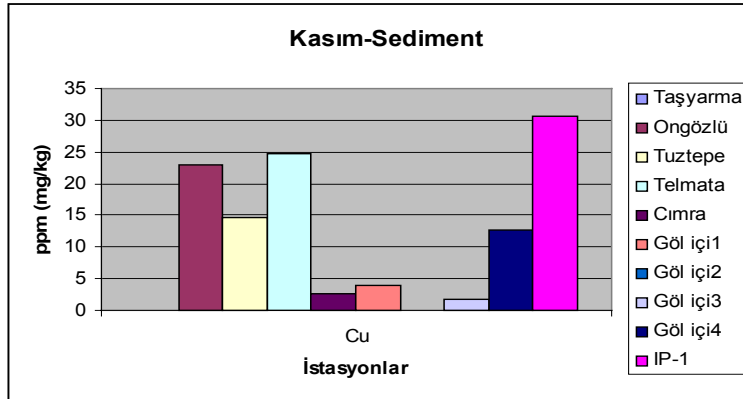
Şekil 4.31- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cu Miktarları (Mayıs 2004)



Şekil 4.32- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cu Miktarları (Temmuz 2004)



Şekil 4.33- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cu Miktarları (Eylül 2004)



Şekil 4.34- Gölü ve Çevresindeki Sulardan Alınan Sediment Numunelerindeki Cu Miktarları (Kasım 2004)

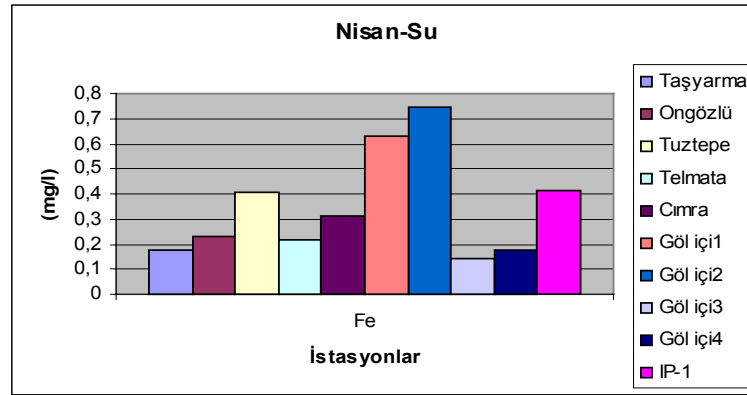
4.3. Gala Gölü ve Çevresinden Alınan Su Numunelerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları

4.3.1.Sudaki Fe Konsantrasyonları

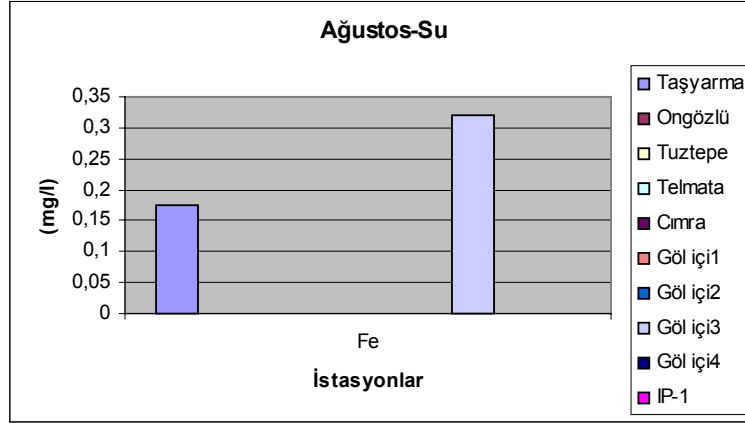
Tablo 4.10.Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Fe Konsantrasyonları

Fe-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Ağu.04
Taşyarma	0,177	iz	iz	0,176
Ongözlü	0,233	iz	iz	Ölç.Yok
Tuztepe	0,41	iz	iz	Ölç.Yok
Telmata	0,22	iz	iz	iz
Cımra	0,31	iz	iz	Ölç.Yok
Göl içi1	0,628	iz	iz	iz
Göl içi2	0,747	iz	iz	iz
Göl içi3	0,139	iz	iz	0,32
Göl içi4	0,178	iz	iz	iz
IP-1	0,416	iz	iz	iz

2004 yılı Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında, sudaki Fe konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.10). Nisan ayında 10 istasyonda ölçülen Fe değerleri, minimum 0,139 mg/l olarak Gölü içi 3.istasyonunda, maksimum 0,747 mg/l olarak Gölü içi 3.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.35). Mayıs ve Haziran aylarında 10 istasyonda Ölçülen Fe değerleri iz düzeyde, Ağustos ayında 7 istasyonda ölçülen Fe değerleri , minimum iz düzeyde, maksimum 0,32 mg/l ölçülmüştür (Şekil 4.36). KSKSKK'na göre, ölçülen Fe konsantrasyonları su kalitesi açısından 1.Sınıf bulunmuştur.



Şekil 4.35- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Fe Konsantrasyonları (Nisan 2004)



Şekil 4.36- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Fe Konsantrasyonları (Ağustos 2004)

4.3.2.Sudaki Cd Konsantrasyonları

Tablo 4.11. Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları

Cd-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Tem.04	Ağu.04	Eyl.04	Eki.04	Kas.04
Taşyarma	0,003	0,211	0,064	0,12	0,176	0,029	0,12	0,061
Ongözlü	İz	0,13	0,012	0,098	Ölç.Yok	0,002	0,061	0,085
Tuztepe	İz	0,185	0,142	0,023	Ölç.Yok	iz	iz	0,015
Telmata (5 G.Menfez)	İz	0,124	0,081	0,018	0,479	0,045	iz	iz
Cımra	İz	0,194	0,055	0,01	Ölç.Yok	0,021	iz	0,106
Göl içi1	İz	0,159	0,055	0,063	0,038	0,093	0,09	0,09
Göl içi2	İz	0,107	0,098	0,015	0,098	0,023	0,058	0,053
Göl içi3	İz	0,168	0,055	0,01	0,176	0,007	iz	0,095
Göl içi4	İz	0,081	0,046	0,071	0,124	0,042	0,039	0,053
IP-1	0,01	0,15	0,194	2,81	0,2	0,005	iz	0,013

2004 yılı, Nisan-Kasım ayları arasında, 8 ay boyunca sudaki Cd konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.11). Nisan ayında 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,01 mg/l olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.37). KSKSKK'na göre, IP-1 Kanalında ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 3.Sınıf bulunmuştur.

Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum 0,081 mg/l olarak Gölüç 4.istasyonunda, maksimum 0,211 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.38). KSKSKK'na göre, bütün istasyonlarda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Haziran ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum 0,012 mg/l olarak 10 Gözlü Menfez'de, maksimum 0,194 mg/l olarak IP-1 Kanalında

ölçülmüştür (Şekil 4.39). KSKSKK'na göre, bütün istasyonlarda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

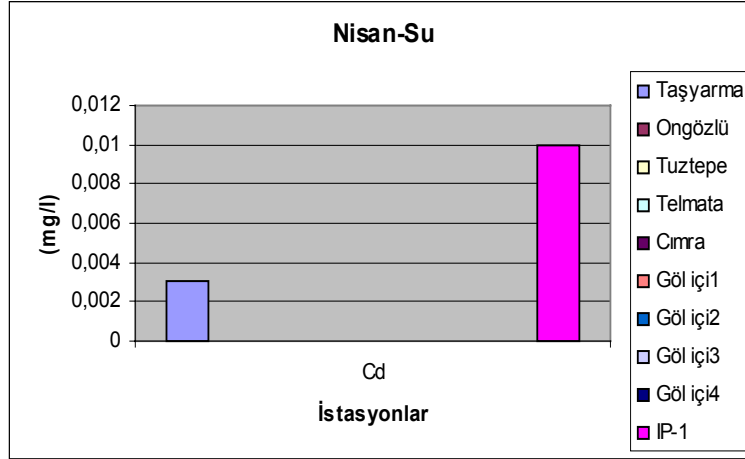
Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum 0,01 mg/l olarak Göliçi 3.istasyonunda, maksimum 1,81 mg/l olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.40). KSKSKK'na göre, bütün istasyonlarda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Ağustos ayında, 7 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum 0,038 mg/l olarak Göliçi 1.istasyonunda, maksimum 0,479 mg/l olarak Telmata'da ölçülmüştür (Şekil 4.41). KSKSKK'na göre, bütün istasyonlarda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

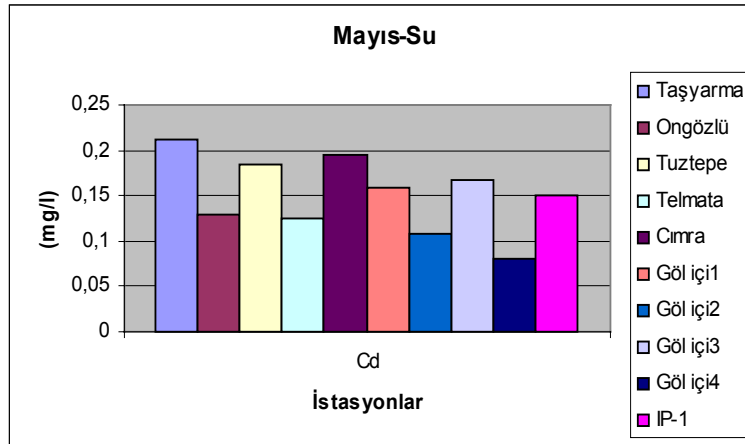
Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum 0,002 mg/l olarak 10 Gözlü Menfezde, maksimum 0,093 mg/l olarak Göliçi 1.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.42). KSKSKK'na göre, 6 istasyonda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Ekim ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,12 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.43). KSKSKK'na göre, 5 istasyonda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

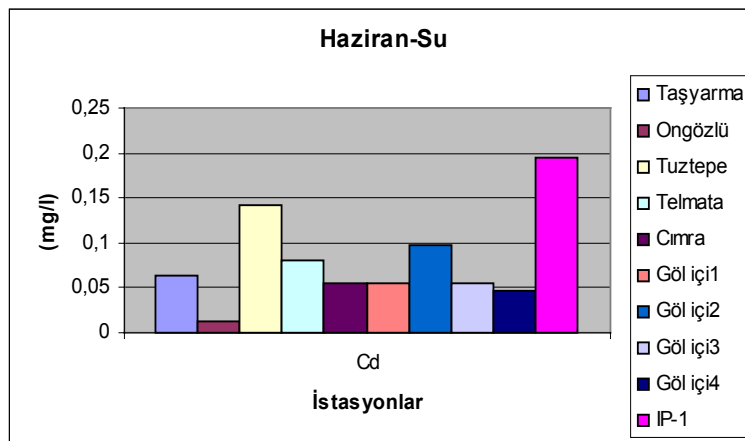
Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Cd değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,106 mg/l olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.44). KSKSKK'na göre, 9 istasyonda ölçülen Cd konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde sudaki ortalama kadmiyum konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.76'de verilmiştir.



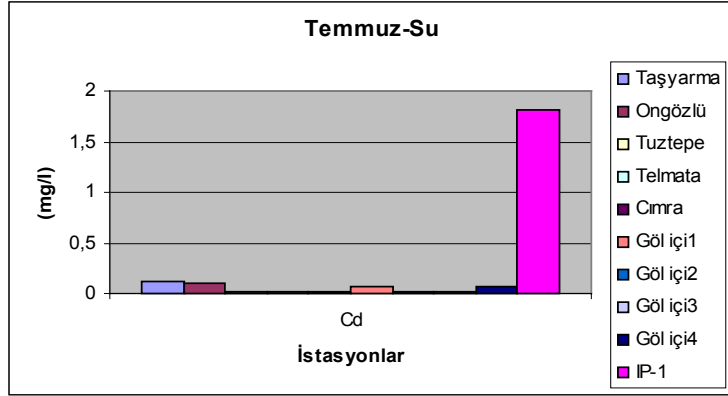
Şekil 4.37- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Nisan 2004)



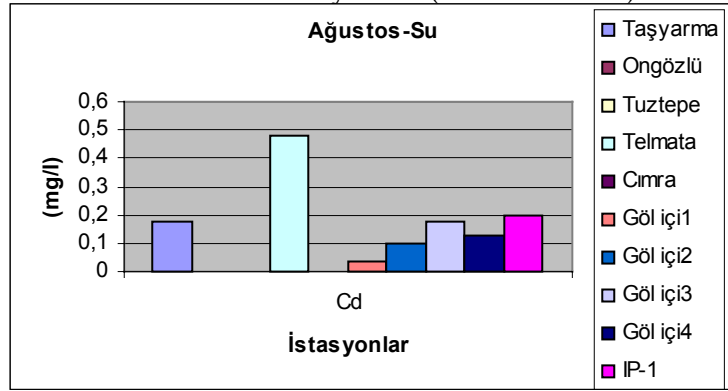
Şekil 4.38- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Mayıs 2004)



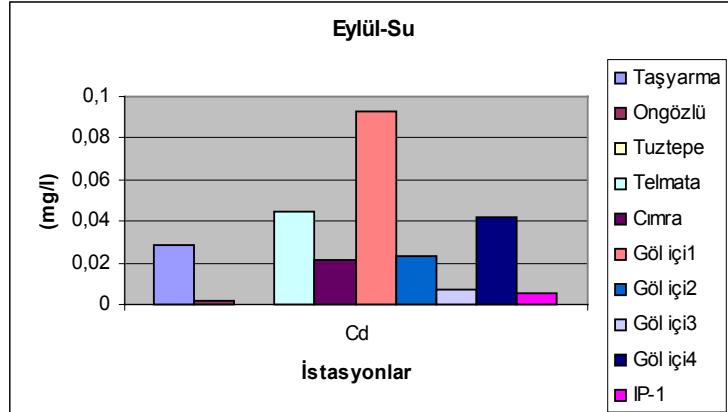
Şekil 4.39- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Haziran 2004)



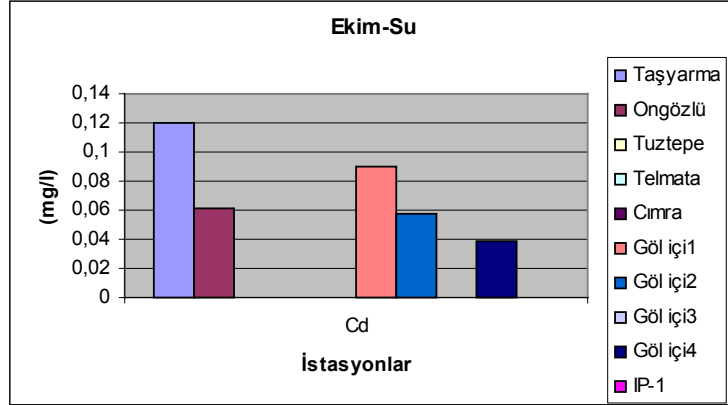
Şekil 4.40- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Temmuz 2004)



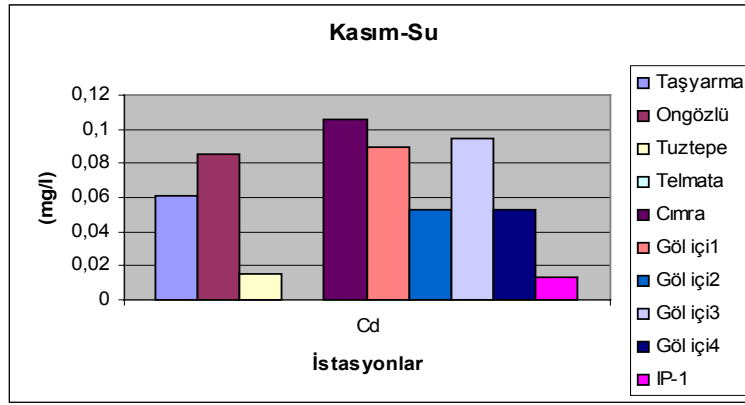
Şekil 4.41- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Ağustos 2004)



Şekil 4.42- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Eylül 2004)



Şekil 4.43- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Ekim 2004)



Şekil 4.44- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cd Konsantrasyonları (Kasım 2004)

4.3.3.Sudaki Pb Konsantrasyonları

Tablo 4.12. Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları

Pb-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Tem.04	Ağu.04	Eyl.04	Eki.04	Kas.04
Taşyarma	0,20	0,40	1,2	1,285	1,2	iz	0,645	iz
Ongözlü	0,72	0,90	0,8	iz	Ölç.Yok	1,813	iz	iz
Tuztepe	0,41	0,50	0,6	iz	Ölç.Yok	iz	0,364	iz
Telmata (5 G.Menfez)	0,63	0,90	0,7	iz	iz	iz	iz	iz
Cımra	0,92	0,10	iz	iz	Ölç.Yok	iz	iz	iz
Göl içi1	0,72	0,40	iz	iz	iz	iz	iz	iz
Göl içi2	0,80	0,10	0,7	iz	2	iz	iz	iz
Göl içi3	1,18	0,30	1	iz	1,5	iz	0,937	iz
Göl içi4	0,91	1,1	0,8	iz	0,2	iz	iz	iz
IP-1	0,69	0,10	0,7	iz	0,56	iz	iz	iz

2004 yılı, Nisan-Kasım ayları arasında, 8 ay boyunca sudaki Pb konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.12). Nisan ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum 0,2 mg/l olarak Taşaltı Kanalında, maksimum 1,18 mg/l olarak Göliçi 3.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.45). KSKSKK'na göre, bütün istasyonlarda ölçülen Pb konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum 0,1 mg/l olarak IP-1 Kanalında, maksimum 1,1 mg/l olarak Göliçi 4.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.46). KSKSKK'na göre, bütün istasyonlarda ölçülen Pb konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Haziran ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 1,2 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.47). KSKSKK'na göre, 8 istasyonda ölçülen Pb konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 1,285 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.48). KSKSKK'na göre, Taşyarma Kanalında ölçülen Pb konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

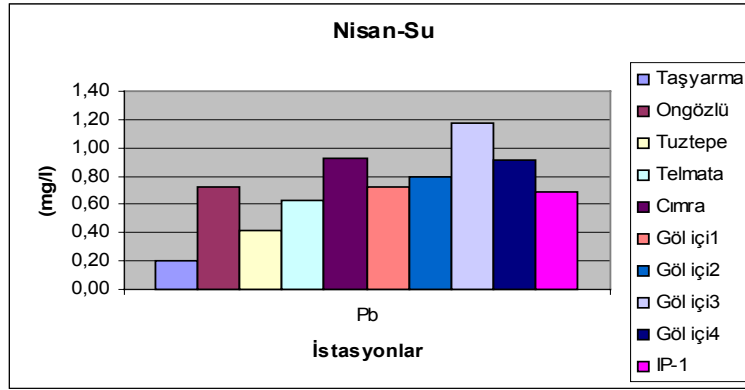
Ağustos ayında, 7 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 2 mg/l olarak Göliçi 2.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.49). KSKSKK'na göre, 5 istasyonda ölçülen Pb konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 1,813 mg/l olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.50). KSKSKK'na göre, Cımra Pompa İstasyonunda ölçülen Pb konsantrasyonu su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

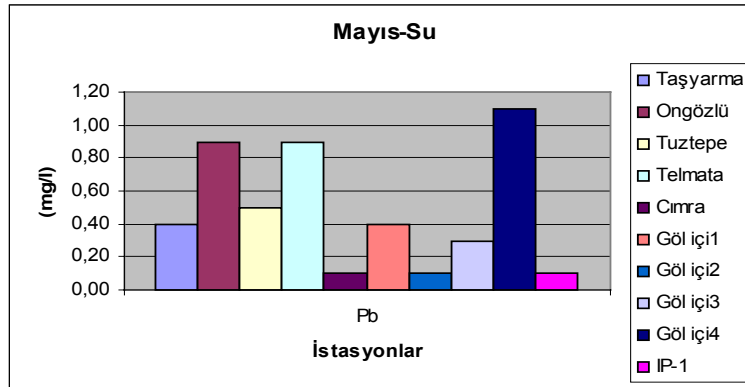
Ekim ayında, 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,937 mg/l olarak Göl içi 3.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.51). KSKSKK'na göre, 3 İstasyonda ölçülen Pb konsantrasyonu su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Kasım ayında 10 istasyonda ölçülen Pb değerleri, iz düzeyde bulunmuştur.

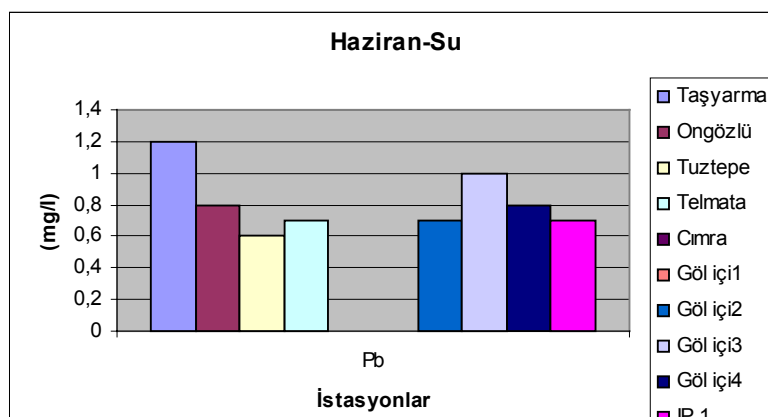
Çalışma Periyodu döneminde sudaki ortalama kurşun konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.77'de verilmiştir.



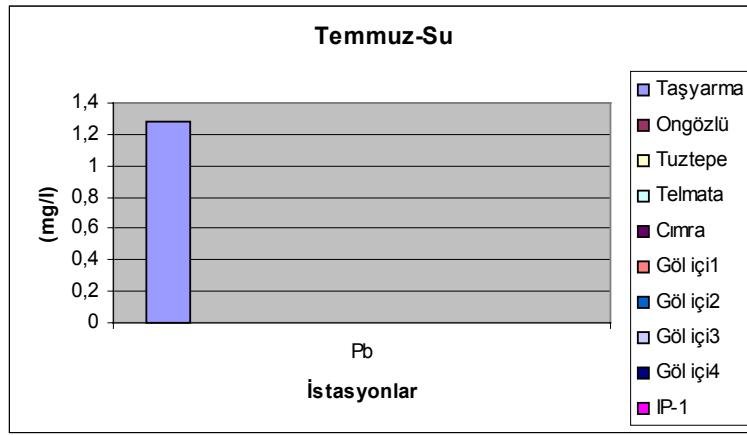
Şekil 4.45- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Nisan 2004)



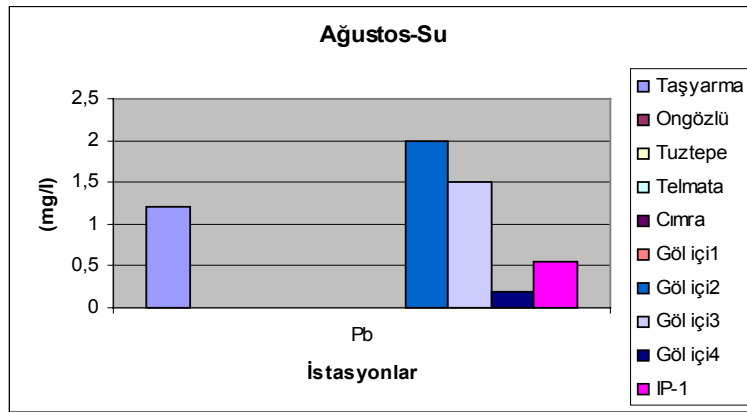
Şekil 4.46- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Mayıs 2004)



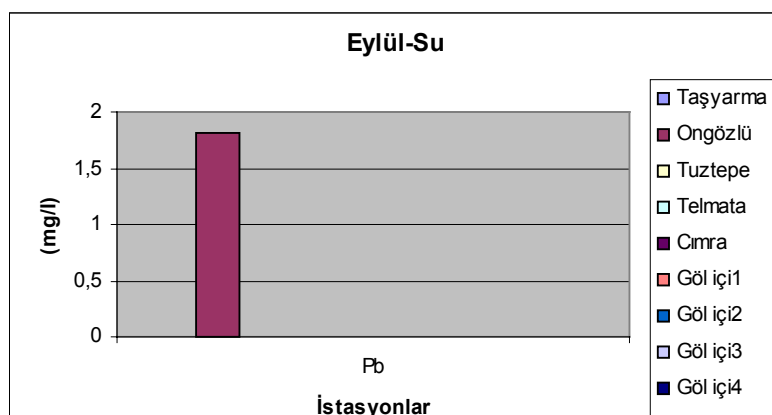
Şekil 4.47- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Haziran 2004)



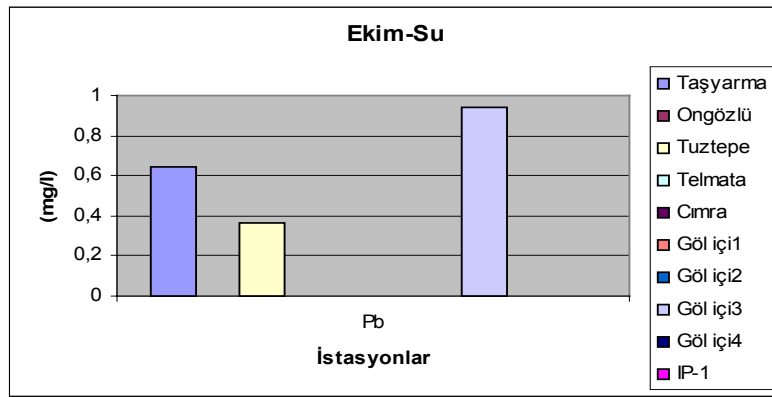
Şekil 4.48- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Temmuz 2004)



Şekil 4.49- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Ağustos 2004)



Şekil 4.50- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Eylül 2004)



Şekil 4.51- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Pb Konsantrasyonları (Ekim 2004)

4.3.4.Sudaki Zn Konsantrasyonları

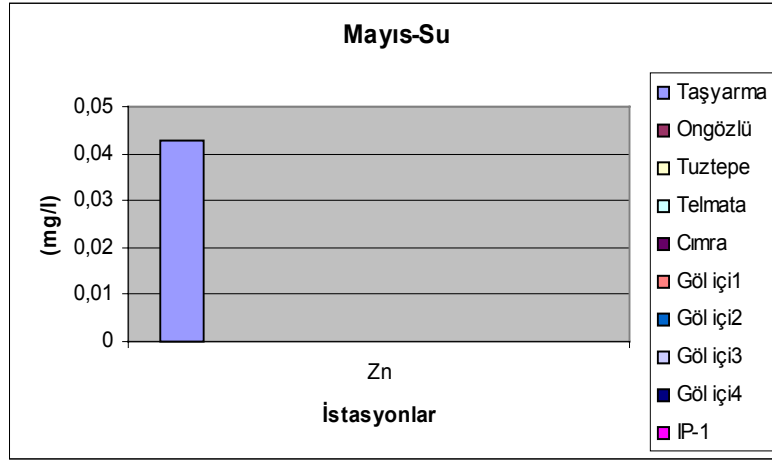
Tablo 4.13. Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Zn Konsantrasyonları

Zn-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Tem.04	Ağu.04	Eyl.04	Eki.04	Kas.04
Taşyarma	iz	0,043	iz	iz	iz	iz	0,017	iz
Ongözlü	iz	iz	iz	iz	Ölç.Yok	iz	iz	iz
Tuztepe	iz	iz	iz	iz	Ölç.Yok	iz	iz	iz
Telmata	iz	iz	iz	iz	0,012	iz	iz	iz
Cımra	iz	iz	iz	iz	Ölç.Yok	iz	iz	iz
Göl içi1	iz	iz	iz	iz	0,072	iz	0,166	iz
Göl içi2	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
Göl içi3	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
Göl içi4	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
IP-1	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz

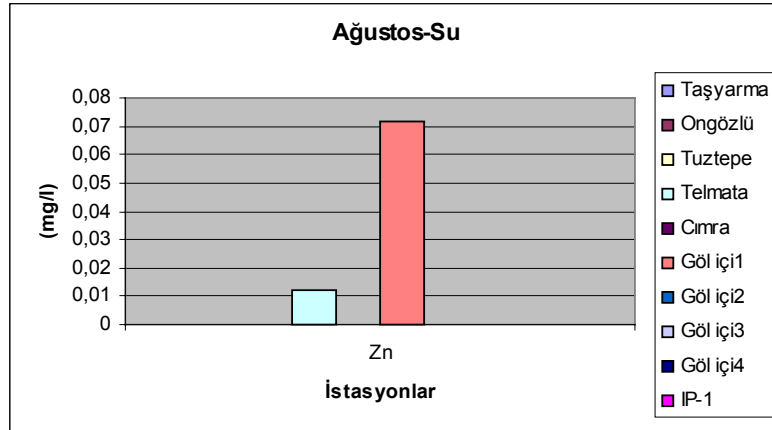
2004 yılı, Nisan-Kasım ayları arasında, 8 ay boyunca sudaki Zn konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.13). 8 aylık ölçümler sonucunda, Nisan,

Haziran, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında bütün istasyonlarda Zn değerleri iz düzeyde ölçülmüştür.

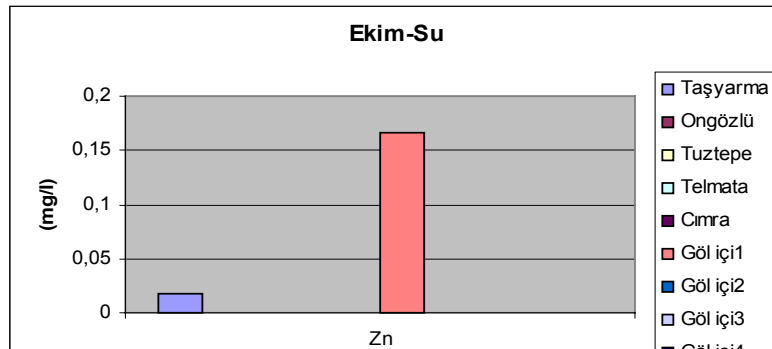
Mayıs ayında, Taşyarma Kanalında 0,043 mg/l (Şekil 4.52), Ağustos ayında Telmata'da 0,012 mg/l , Gölüçi 1.istasyonunda 0,072 mg/l (Şekil 4.53), Ekim ayında Taşyarma Kanalında 0,017 mg/l , Gölüçi 1.istasyonunda ise 0,166 mg/l (Şekil 4.54) olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda KSKSKK'na göre, ölçülen Zn konsantrasyonları su kalitesi açısından 1.Sınıf bulunmuştur.



Şekil 4.52- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Zn Konsantrasyonları (Mayıs 2004)



Şekil 4.53- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Zn Konsantrasyonları (Ağustos 2004)



Şekil 4.54- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Zn Konsantrasyonları (Ekim 2004)

4.3.5.Sudaki Mn Konsantrasyonları

Tablo 4.14. Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları

Mn-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Tem.04	Ağu.04	Eyl.04	Eki.04	Kas.04
Taşyarma	0,05	0,683	iz	0,241	iz	İz	iz	0,058
Ongözlü	1,1	1,485	iz	0,027	Ölç.Yok	0,119	0,043	iz
Tuztepe	0,21	0,179	0,026	iz	Ölç.Yok	İz	iz	0,165
Telmata	0,02	0,013	0,103	0,165	0,704	İz	0,012	0,104
Cımra	0,09	iz	0,397	0,119	Ölç.Yok	3,138	0,012	0,058
Göl içi1	0,085	iz	iz	0,104	0,077	0,012	0,287	iz
Göl içi2	0,054	iz	0,051	iz	iz	İz	iz	iz
Göl içi3	İz	0,026	iz	0,058	iz	0,348	iz	iz
Göl içi4	0,027	iz	iz	iz	iz	0,363	iz	0,119
IP-1	0,589	iz	iz	0,012	iz	İz	iz	0,18

2004 yılı, Nisan-Kasım ayları arasında, 8 ay boyunca sudaki Mn konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.14). Nisan ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 1,1 mg/l olarak 10 Gözlü Menfezde ölçülmüştür (Şekil 4.55). KSKSKK'na göre, 10 Gözlü Menfez ve IP-1 Kanalında ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 3.Sınıf bulunmuştur.

Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 1,485 mg/l olarak 10 Gözlü Menfezde ölçülmüştür (Şekil 4.56). KSKSKK'na göre, 10 Gözlü Menfez ve Taşyarma Kanalında ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 3.Sınıf bulunmuştur.

Haziran ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,397 mg/l olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.57).

KSKSKK'na göre, Cımra Pompa İstasyonunda ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 2.Sınıf bulunmuştur.

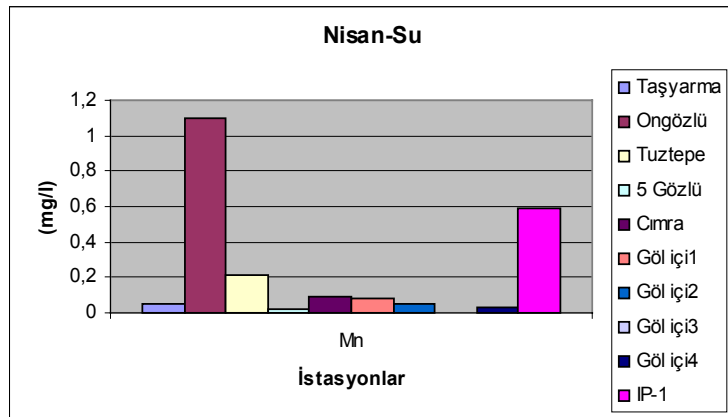
Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,241 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.58). KSKSKK'na göre, Taşaltı Kanalında ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 2.Sınıf bulunmuştur.

Ağustos ayında 7 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,704 mg/l olarak Telmata (5 Gözlü Menfez)'de ölçülmüştür (Şekil 4.59). KSKSKK'na göre, Telmata (5 Gözlü Menfez)'de ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 3.Sınıf bulunmuştur.

Eylül ayında 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 3,138 mg/l olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.60). KSKSKK'na göre, Cımra Pompa İstasyonunda ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

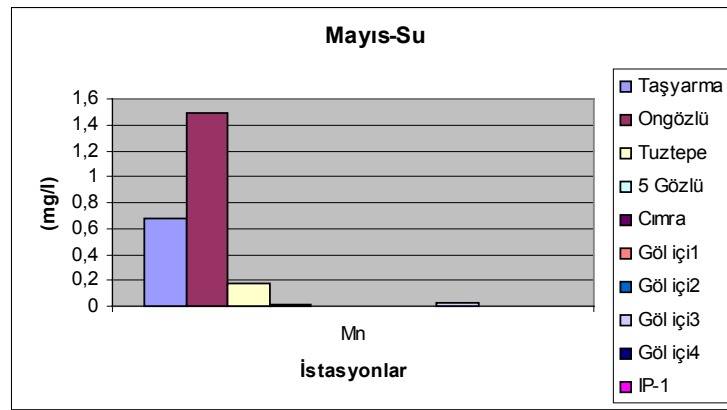
Ekim ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,287 mg/l olarak Göliçi 1.istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.61). KSKSKK'na göre, Göliçi 1.istasyonunda ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 2.Sınıf bulunmuştur.

Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Mn değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,18 mg/l olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.62). KSKSKK'na göre, IP-1 Kanalında ölçülen Mn konsantrasyonları su kalitesi açısından 2.Sınıf bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde ortalama mangan konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.75'de verilmiştir.

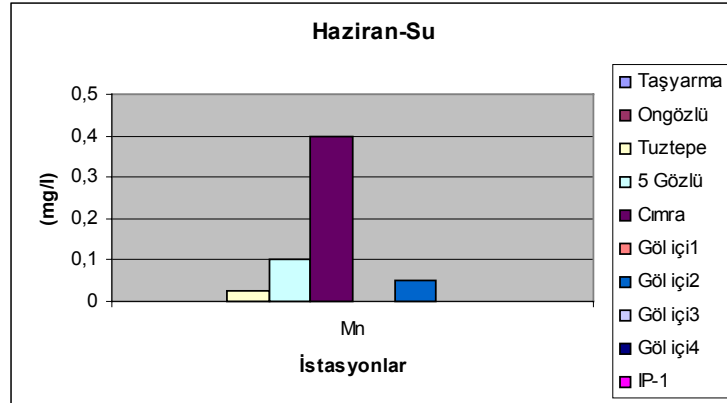


Şekil 4.55- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki

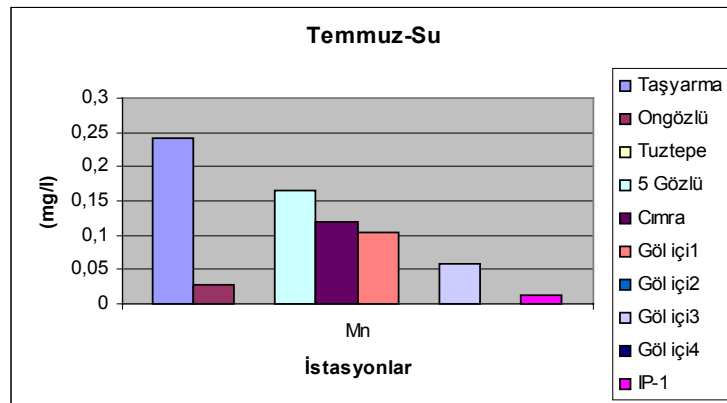
Mn Konsantrasyonları (Nisan 2004)



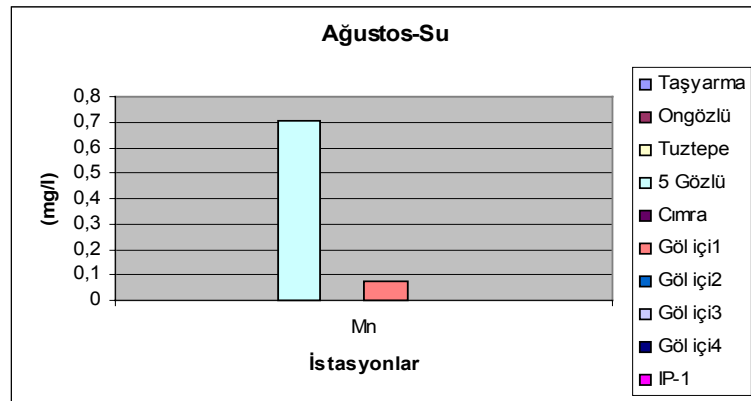
Şekil 4.56- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Mayıs 2004)



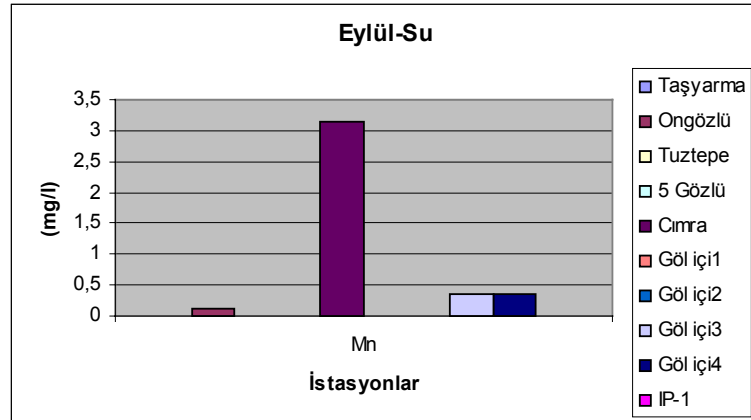
Şekil 4.57- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Haziran 2004)



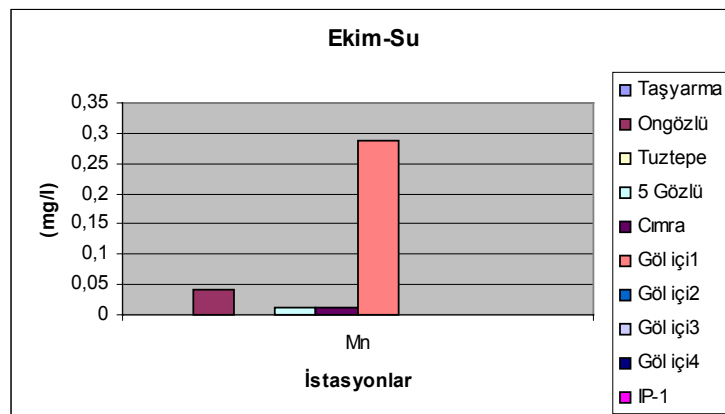
Şekil 4.58- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Temmuz 2004)



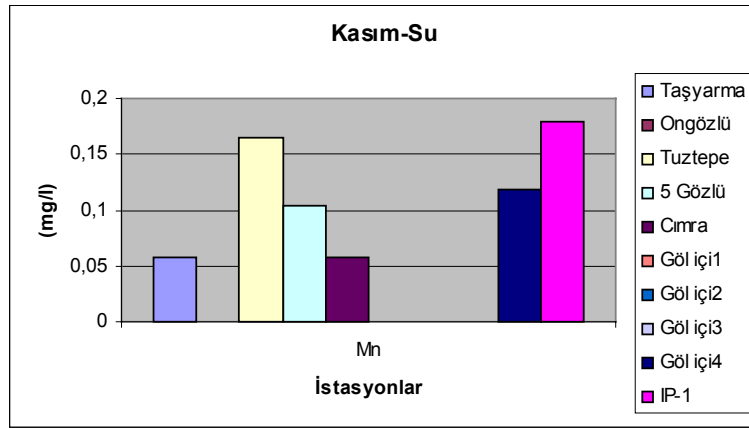
Şekil 4.59- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Ağustos 2004)



Şekil 4.60- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Eylül 2004)



Şekil 4.61- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Ekim 2004)



Şekil 4.62- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Mn Konsantrasyonları (Kasım 2004)

4.3.6.Sudaki Co Konsantrasyonları

Tablo 4.15. Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları

Co-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Tem.04	Ağu.04	Eyl.04	Eki.04	Kas.04
Taşyarma	0,333	0,231	0,364	0,067	0,204	0,143	0,639	0,295
Ongözlü	0,085	0,177	0,097	iz	Ölç.Yok	iz	0,295	0,143
Tuztepe	0,18	0,124	0,15	0,41	Ölç.Yok	0,41	0,562	0,295
Telmata (5 G.Menfez)	0,313	0,418	0,284	0,028	0,177	0,524	0,334	0,41
Cımra	0,155	0,284	0,311	iz	Ölç.Yok	0,143	0,028	0,524
Göl içi1	0,049	0,498	0,097	0,067	0,15	0,181	0,219	iz
Göl içi2	0,004	0,257	0,311	0,143	0,097	0,372	0,334	0,295
Göl içi3	0,102	0,498	0,284	0,41	0,177	0,143	0,105	0,067
Göl içi4	0,004	0,311	0,07	0,028	0,177	0,295	0,143	0,372
IP-1	0,084	0,204	iz	0,143	0,103	0,257	0,181	0,181

2004 yılı, Nisan-Kasım ayları arasında, 8 ay boyunca sudaki Co konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.15). Nisan ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 0,004 mg/l olarak Göliçi 1. ve 2.istasyonlarında, maksimum 0,333 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.63). KSKSKK'na göre, Telmata (5 Gözlü Menfez) ve Taşyarma istasyonlarında ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Mayıs ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 0,124 mg/l olarak Tuztepe'de, maksimum 0,498 mg/l olarak Göliçi 1. ve 2.İstasyonlarında ölçülmüştür (Şekil 4.64). KSKSKK'na göre, 8 istasyonda ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Haziran ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,364 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.65). KSKSKK'na göre, 5 istasyonda ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Temmuz ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,41 mg/l olarak Tuztepe ve Göliçi 3.istasyonda ölçülmüştür (Şekil 4.66). KSKSKK'na göre, Tuztepe ve Göliçi 3.istasyonda ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

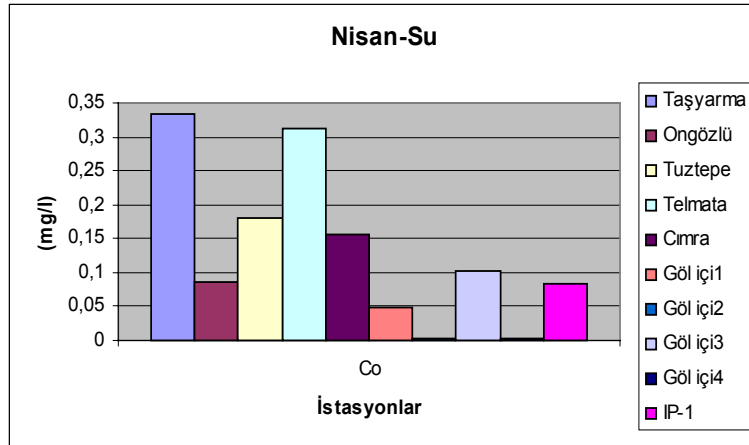
Ağustos ayında, 7 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 0,097 mg/l olarak Göliçi 2.istasyonunda, maksimum 0,204 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.67). KSKSKK'na göre, Taşyarma Kanalında ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Eylül ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,524 mg/l olarak Telmata (5 Gözlü Menfez)'da ölçülmüştür (Şekil 4.68).

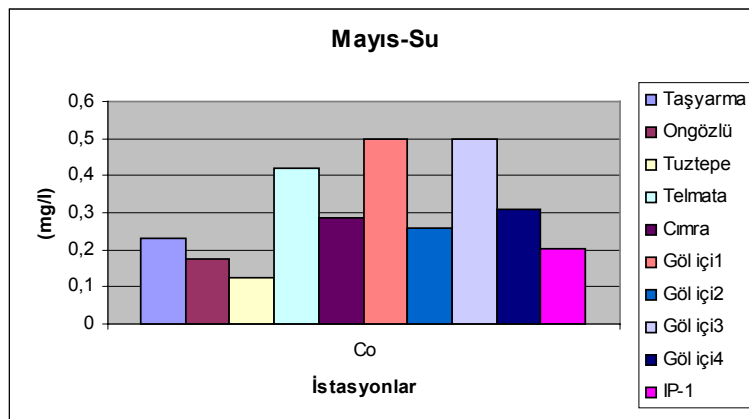
KSKSKK'na göre, 5 istasyonda ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

Ekim ayında 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum 0,028 mg/l olarak Cımra Pompa İstasyonunda, maksimum 0,639 mg/l olarak Taşyarma Kanalı'nda ölçülmüştür (Şekil 4.69). KSKSKK'na göre, 6 istasyonda ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur.

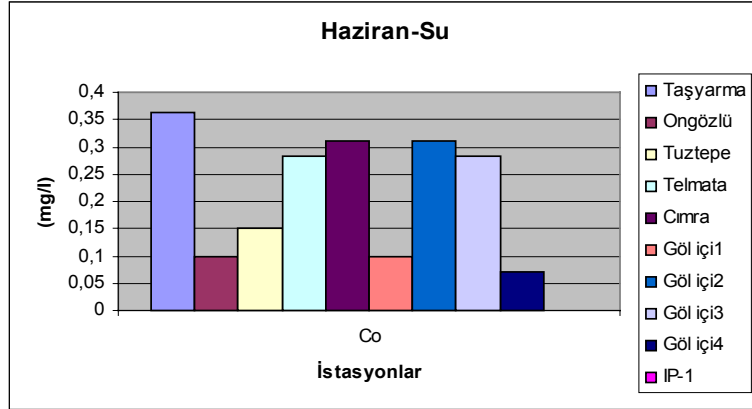
Kasım ayında, 10 istasyonda ölçülen Co değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,524 mg/l olarak Cımra Pompa İstasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4.70). KSKSKK'na göre, 6 istasyonda ölçülen Co konsantrasyonları su kalitesi açısından 4.Sınıf bulunmuştur. Çalışma Periyodu döneminde ortalama kobalt konsantrasyonlarının dağılımı Şekil 4.78'de verilmiştir.



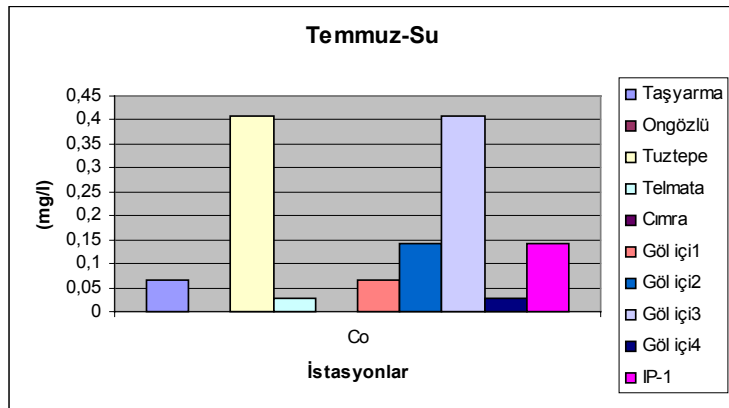
Şekil 4.63- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Nisan 2004)



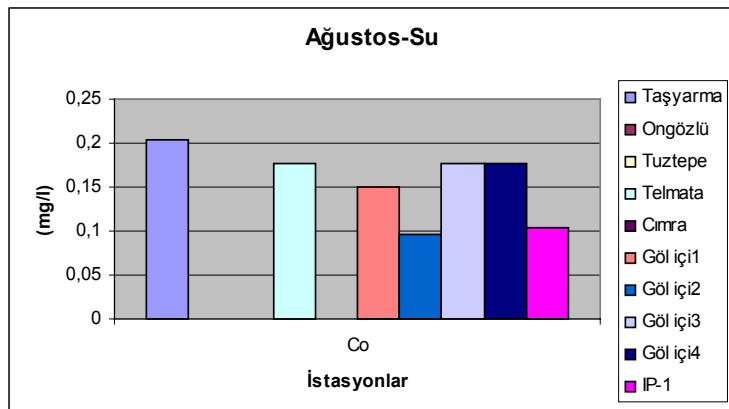
Şekil 4.64- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Mayıs 2004)



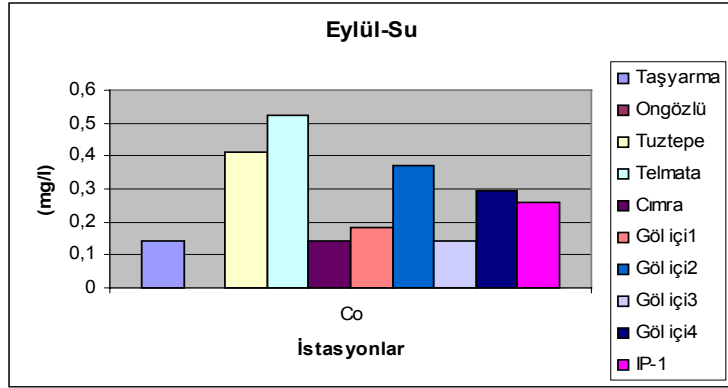
Şekil 4.65- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Haziran 2004)



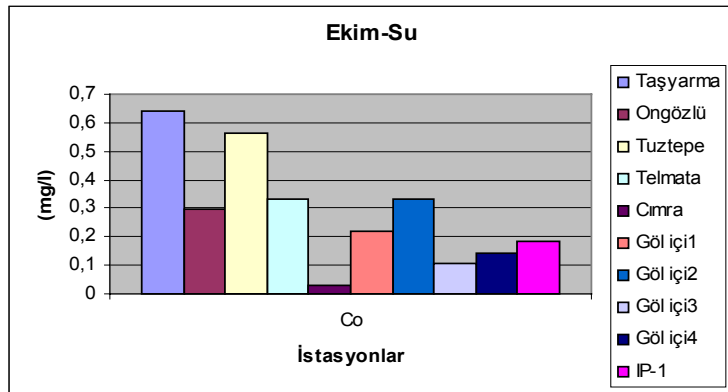
Şekil 4.66- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Temmuz 2004)



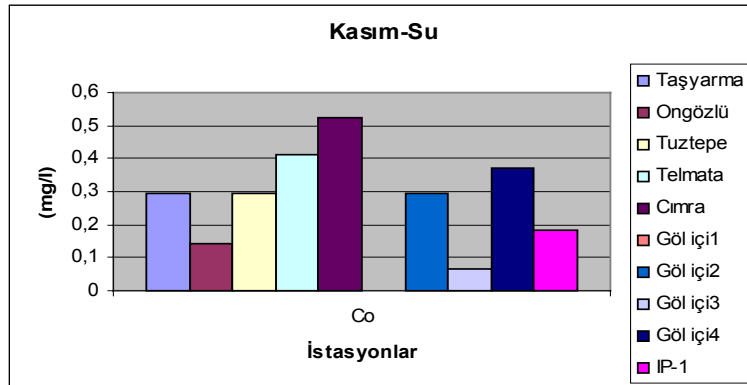
Şekil 4.67- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Ağustos 2004)



Şekil 4.68- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Eylül 2004)



Şekil 4.69- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Co Konsantrasyonları (Ekim 2004)



Şekil 4.70- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki
Co Konsantrasyonları (Kasım 2004)

4.3.7.Sudaki Cu Konsantrasyonları

Tablo 4.16. Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cu Konsantrasyonları

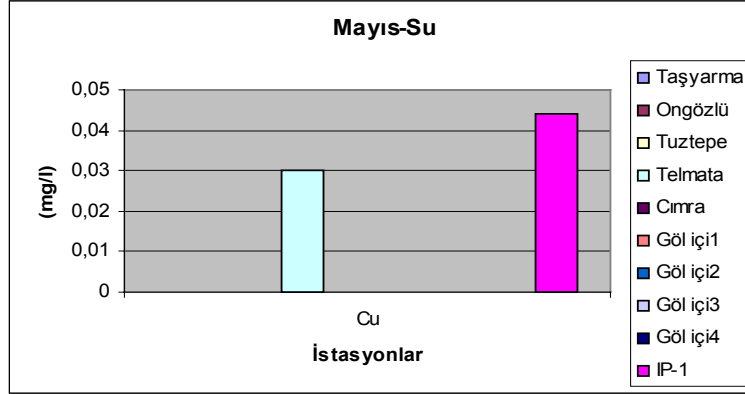
Cu-Su (mg/l)	Nis.04	May.04	Haz.04	Tem.04	Ağu.04	Eyl.04	Eki.04	Kas.04
Taşyarma	iz	iz	0,071	iz	iz	iz	iz	iz
Ongözlü	iz	iz	iz	iz	Ölç.Yok	0,011	iz	0,155
Tuztepe	iz	iz	iz	iz	Ölç.Yok	iz	iz	0,139
Telmata	iz	0,03	0,002	iz	iz	0,038	iz	iz
Cımra	iz	iz	iz	iz	Ölç.Yok	iz	iz	iz
Göl içi1	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
Göl içi2	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
Göl içi3	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
Göl içi4	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz	iz
IP-1	iz	0,044	iz	iz	iz	iz	iz	iz

2004 yılı, Nisan-Kasım ayları arasında, 8 ay boyunca sudaki Cu konsantrasyonları ölçülmüştür (Tablo 4.16). Nisan, Temmuz ve Ekim ayında 10 istasyonda, Ağustos ayında 7 istasyonda ölçülen, Cu konsantrasyonu değerleri, iz düzeyde ölçülmüştür. Mayıs ayında 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,044 mg/l olarak IP-1 Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.71). KSKSKK'na göre, IP-1 Kanalında ve Telmata (5 Gözlü Menfez)'da ölçülen Cu konsantrasyonları su kalitesi açısından 2.Sınıf bulunmuştur.

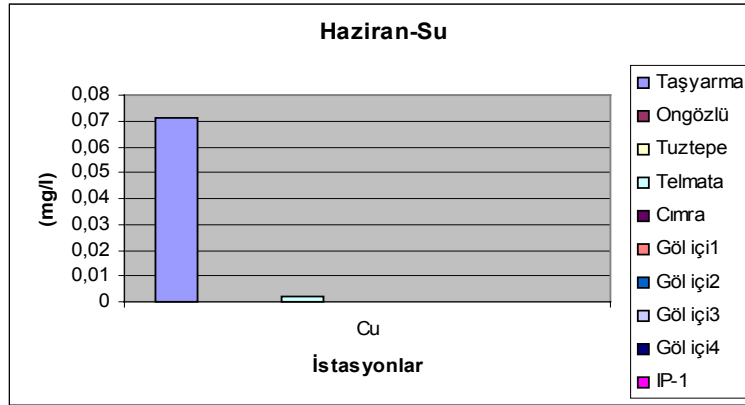
Haziran ayında 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,071 mg/l olarak Taşyarma Kanalında ölçülmüştür (Şekil 4.72). KSKSKK'na göre, Taşyarma Kanalında ölçülen Cu konsantrasyonları su kalitesi açısından 3.Sınıf bulunmuştur.

Eylül ayında 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyde, maksimum 0,038 mg/l olarak Telmata (5 Gözlü Menfez)'da ölçülmüştür (Şekil 4.73). KSKSKK'na göre, Telmata (5 Gözlü Menfez)'da ölçülen Cu konsantrasyonları su kalitesi açısından 2.Sınıf bulunmuştur.

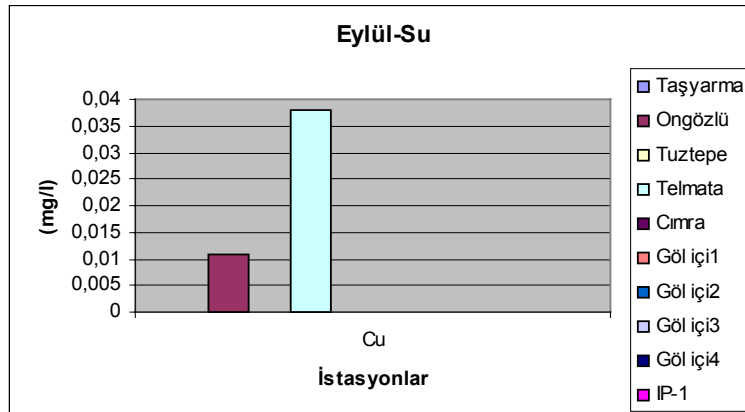
Kasım ayında 10 istasyonda ölçülen Cu değerleri, minimum iz düzeyinde, maksimum 0,155 mg/l olarak 10 Gözlü Menfez'de ölçülmüştür (Şekil 4.74). KSKSKK'na göre, 10 Gözlü Menfez'de ve Tuztepe'de ölçülen Cu konsantrasyonları su kalitesi açısından 3.Sınıf bulunmuştur.



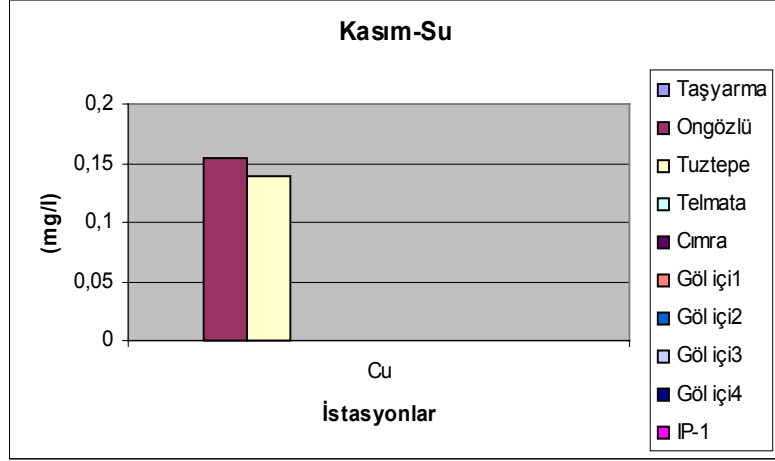
Şekil 4.71- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cu Konsantrasyonları (Mayıs 2004)



Şekil 4.72- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cu Konsantrasyonları (Haziran 2004)

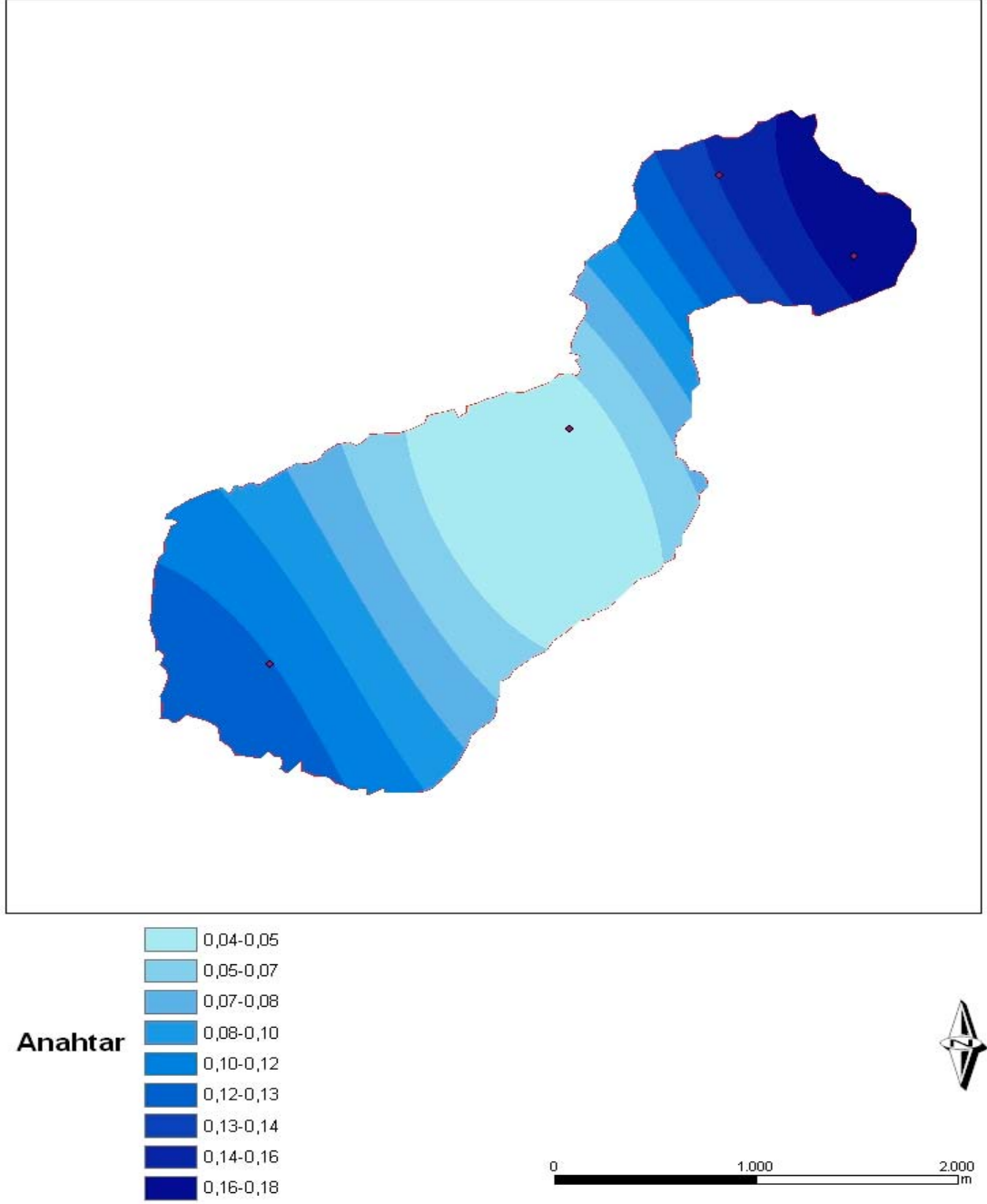


Şekil 4.73- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cu Konsantrasyonları (Eylül 2004)



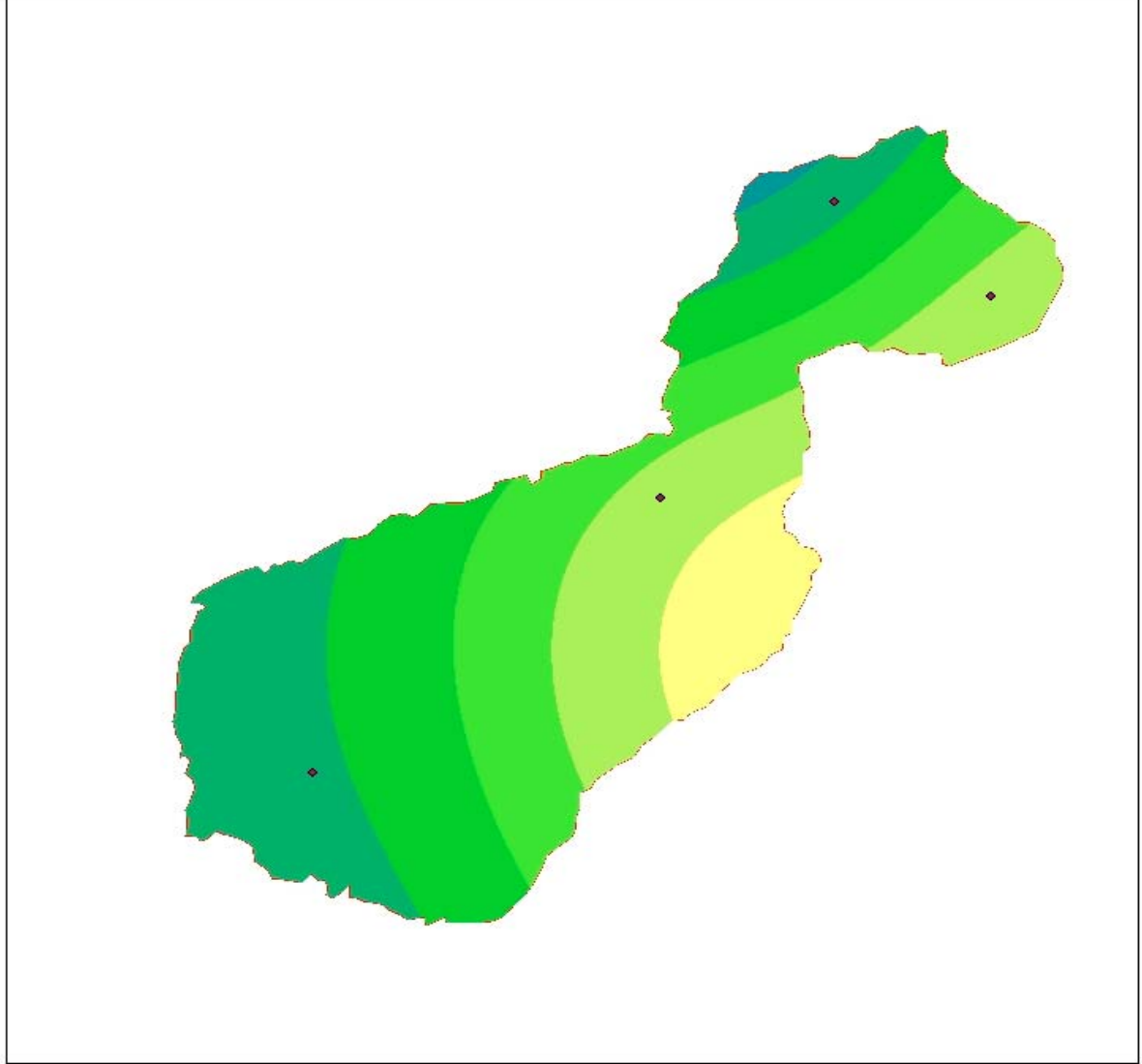
Şekil 4.74- Gala Gölü ve çevresinden alınan sudaki Cu Konsantrasyonları (Kasım 2004)

Gala Gölü'nde Mangan (Mn) Dağılımı



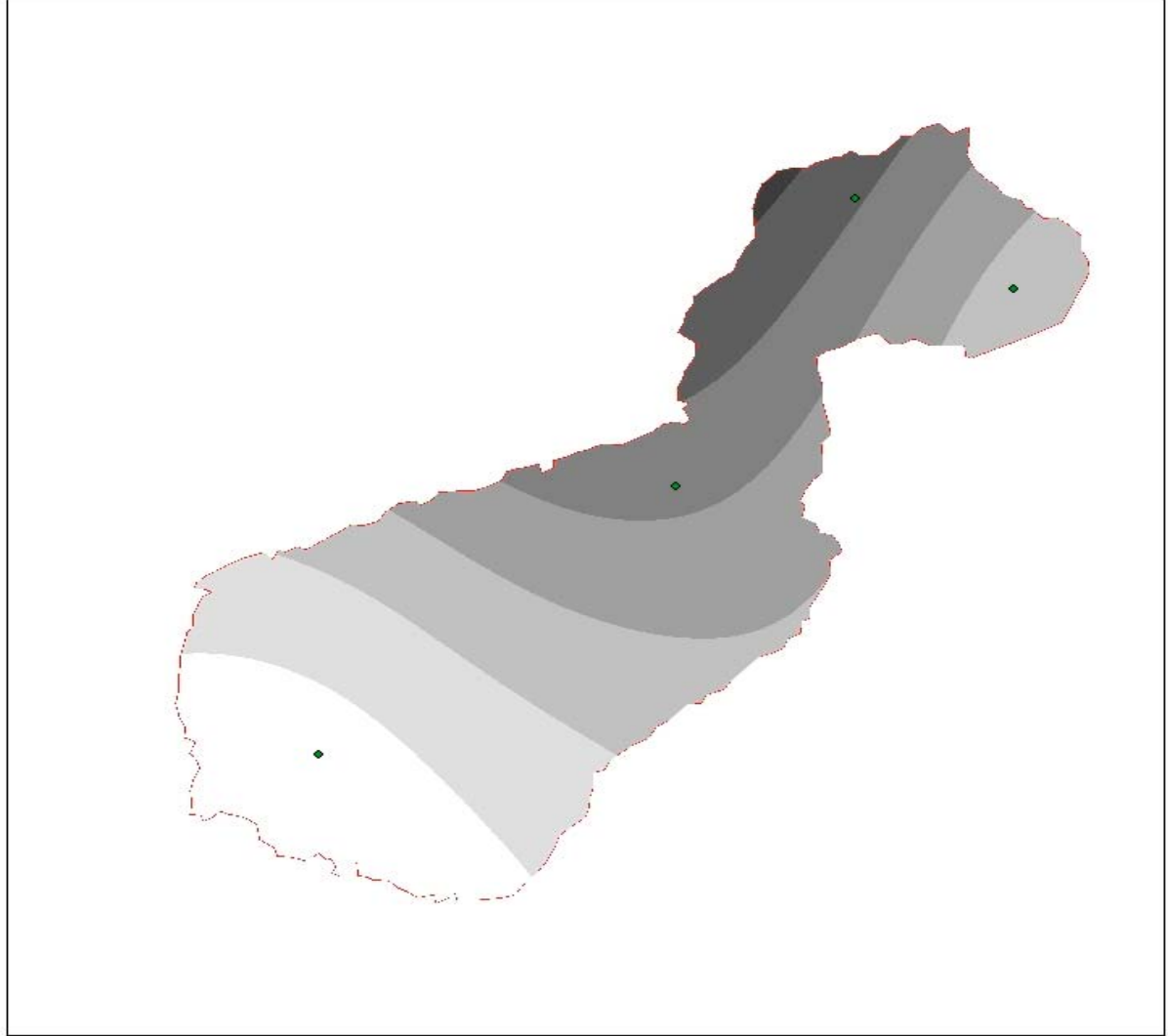
Şekil 4.75. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Su Örneklerinin Ortalama Mangan Dağılımı

Gala Gölü'nde Kadmiyum (Cd) Dağılımı



Şekil 4.76. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Su Örneklerinin Ortalama Kadmiyum Dağılımı

Gala Gölü'nde Kurşun (Pb) Dağılımı



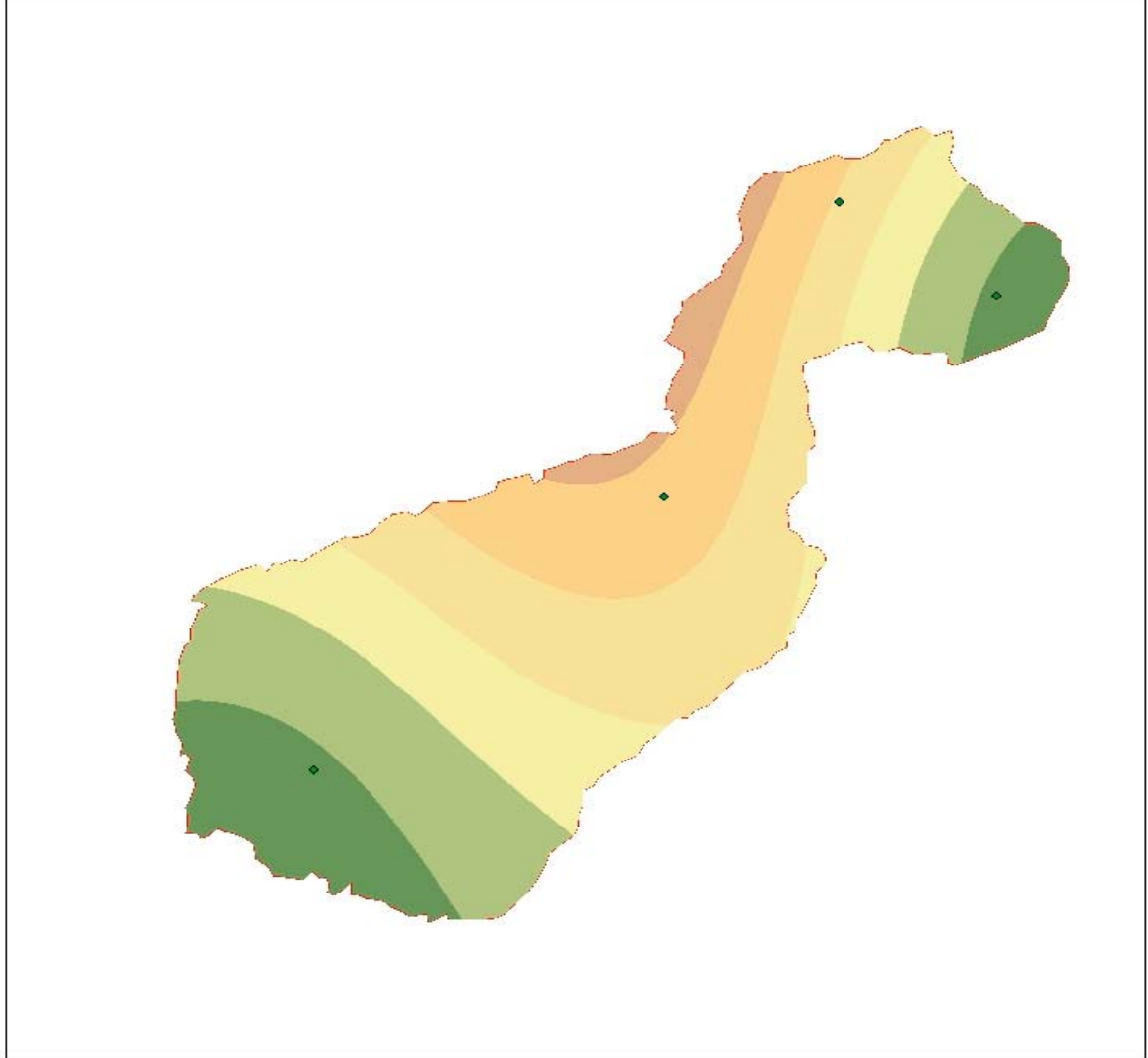
Anahtar

White	0,50-0,60
Light Gray	0,60-0,69
Medium Gray	0,69-0,78
Dark Gray	0,78-0,87
Black	0,87-0,96

0 1.000 2.000 m

Şekil 4.77. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Su Örneklerinin Ortalama Kurşun Dağılımı

Gala Gölü'nde Kobalt (Co) Dağılımı



Anahtar

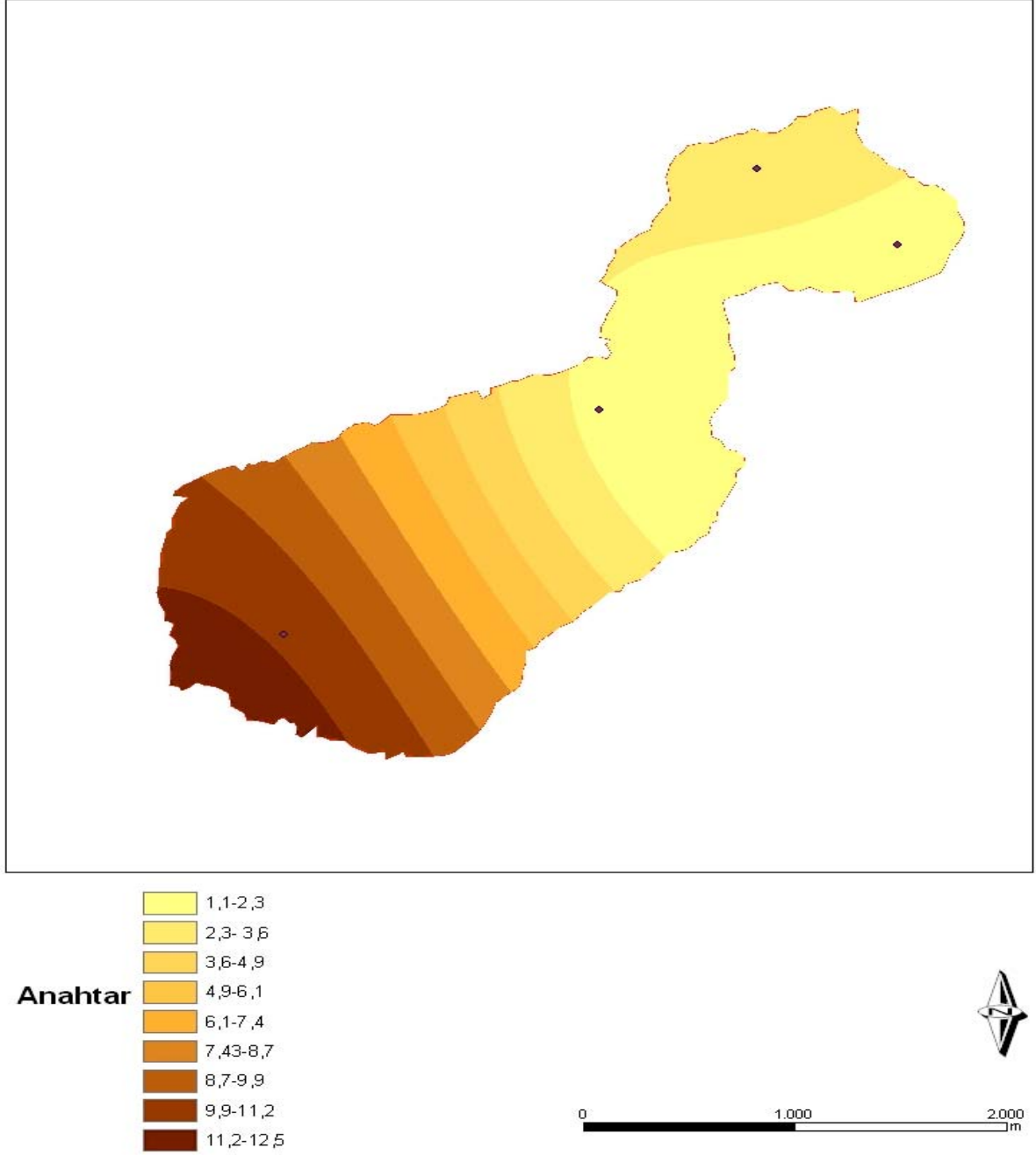
0,16-0,18
0,18-0,19
0,19-0,20
0,20-0,22
0,22-0,23
0,23-0,24



0 1.000 2.000
m

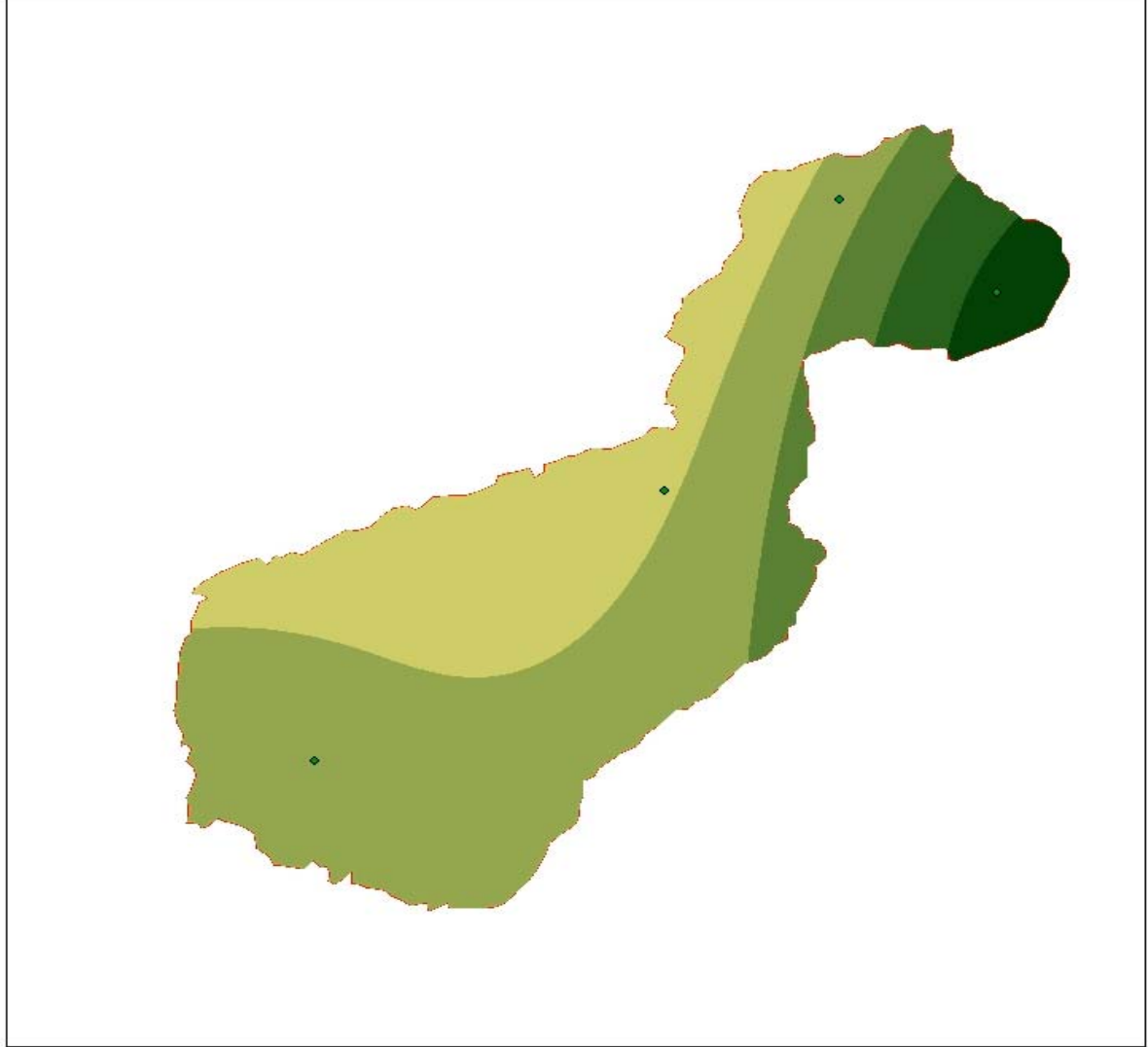
Şekil 4.78. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Su Örneklerinin Ortalama Kobalt Dağılımı

Gala Gölü Sedimentlerinde Kadmiyum (Cd) Dağılımı



Şekil 4.79. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Sediment Örneklerinin Ortalama Kadmiyum Dağılımı

Gala Gölü Sedimentlerinde Mangan (Mn) Dağılımı



Anahtar

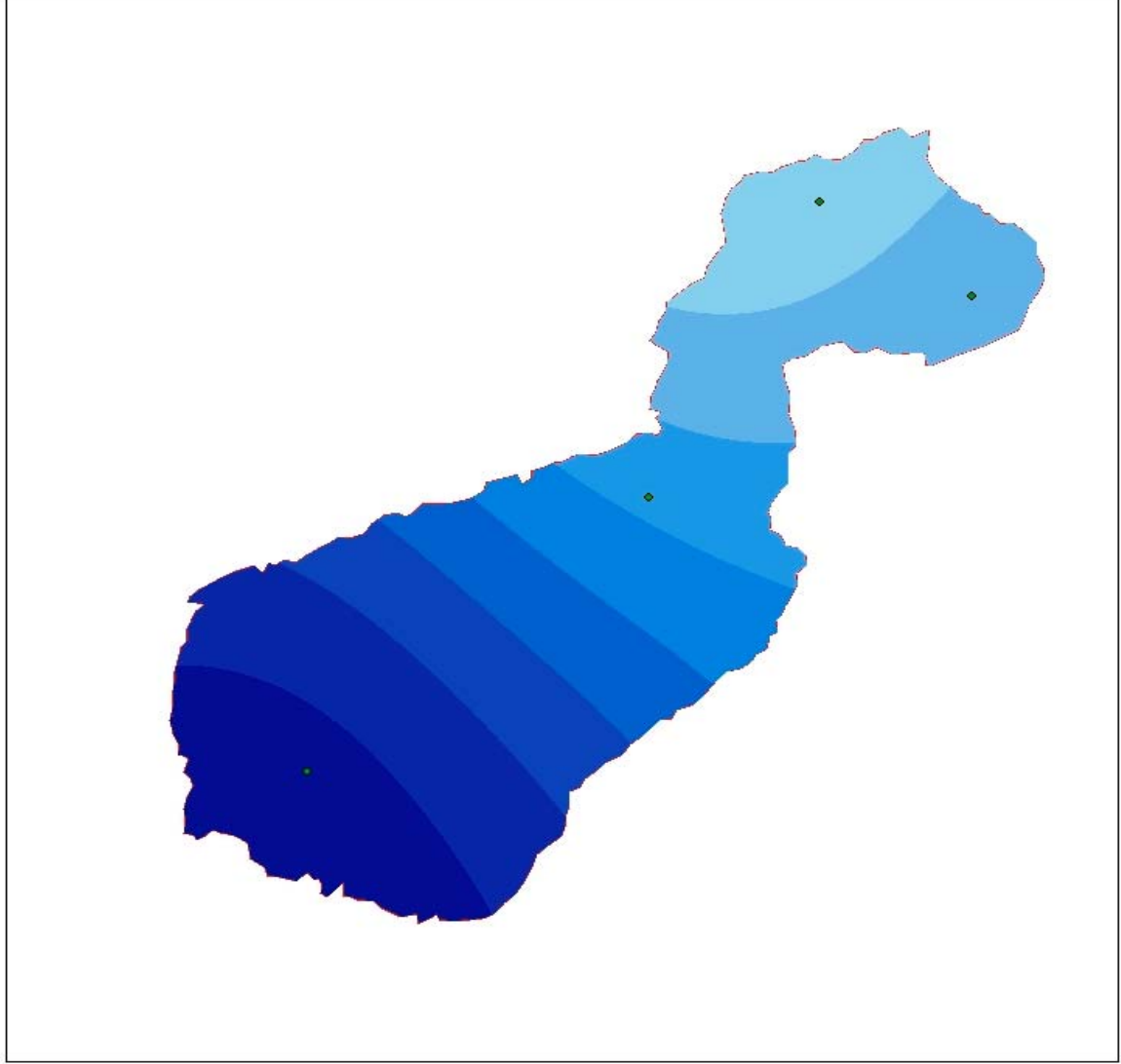
281,5-727,3
727,3-1.173
1.173-1.619
1.619-2.064
2.064-2.510



0 1.000 m

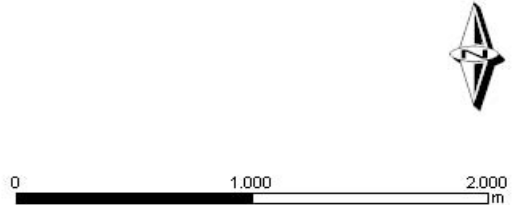
Şekil 4.80. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Sediment Örneklerinin Ortalama Mangan Dağılımı

Gala Gölü Sedimentlerinde Kobalt (Co) Dağılımı



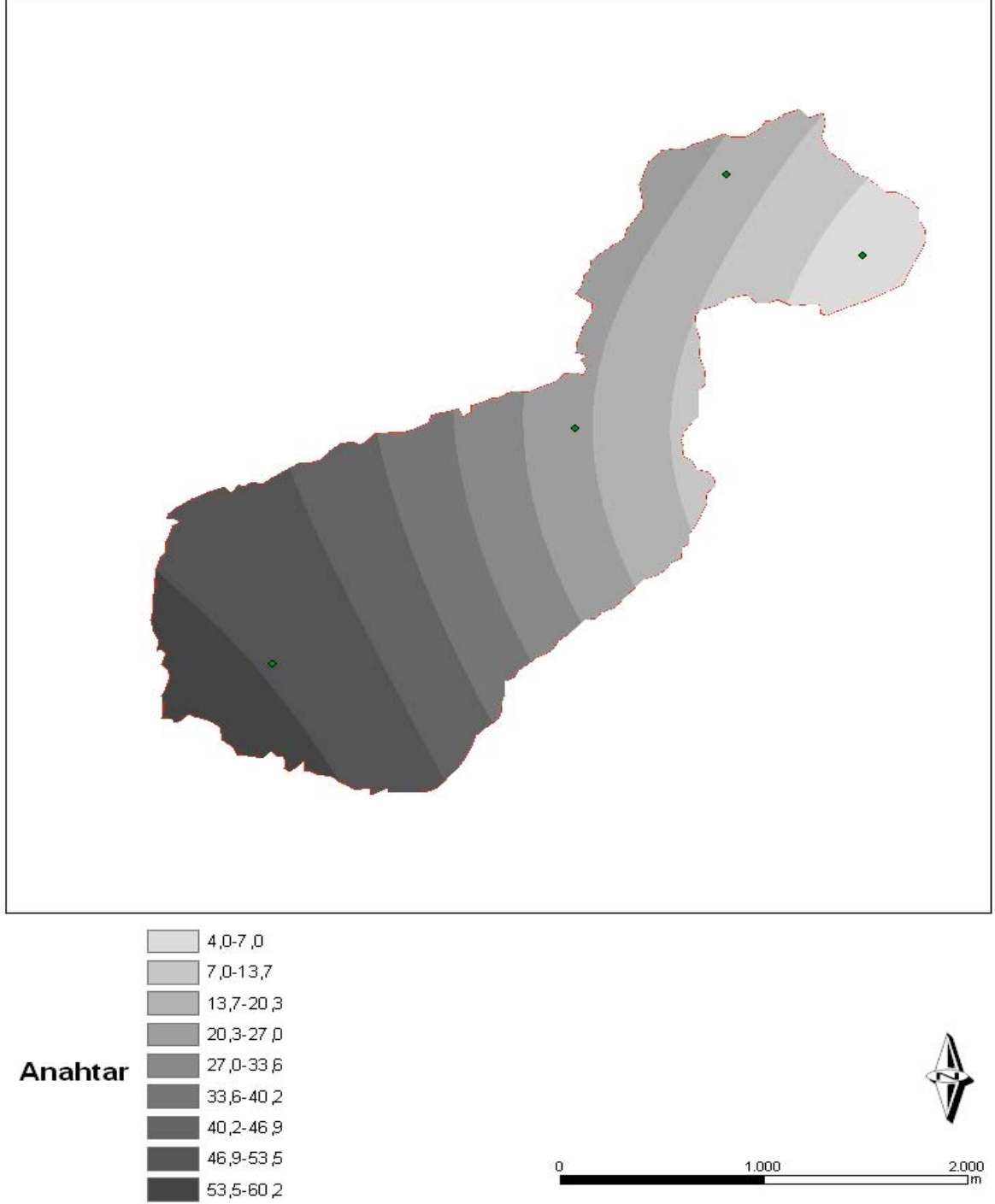
Anahtar

17,7-18,6
18,6-19,4
19,4-20,3
20,3-21,2
21,2-22,0
22,0-22,9
22,9-23,7
23,7-24,6



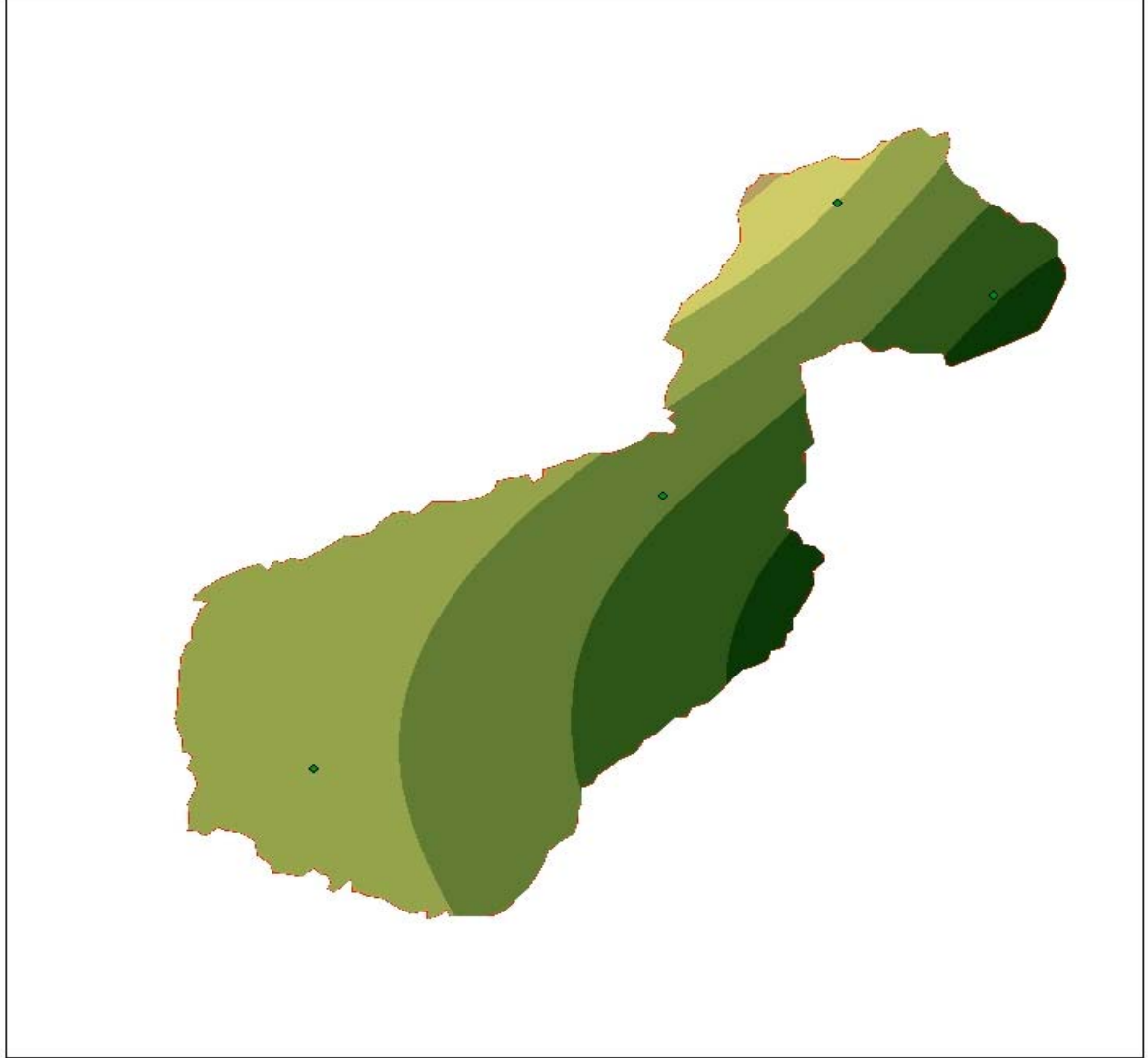
Şekil 4.81. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Sediment örneklerinin Ortalama Kobalt Dağılımı

Gala Gölü Sedimentlerinde Kurşun (Pb) Dağılımı



Şekil 4.82. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Sediment örneklerinin Ortalama Kurşun Dağılımı

Gala Gölü Sedimentlerinde Bakır (Cu) Dağılımı



Anahtar

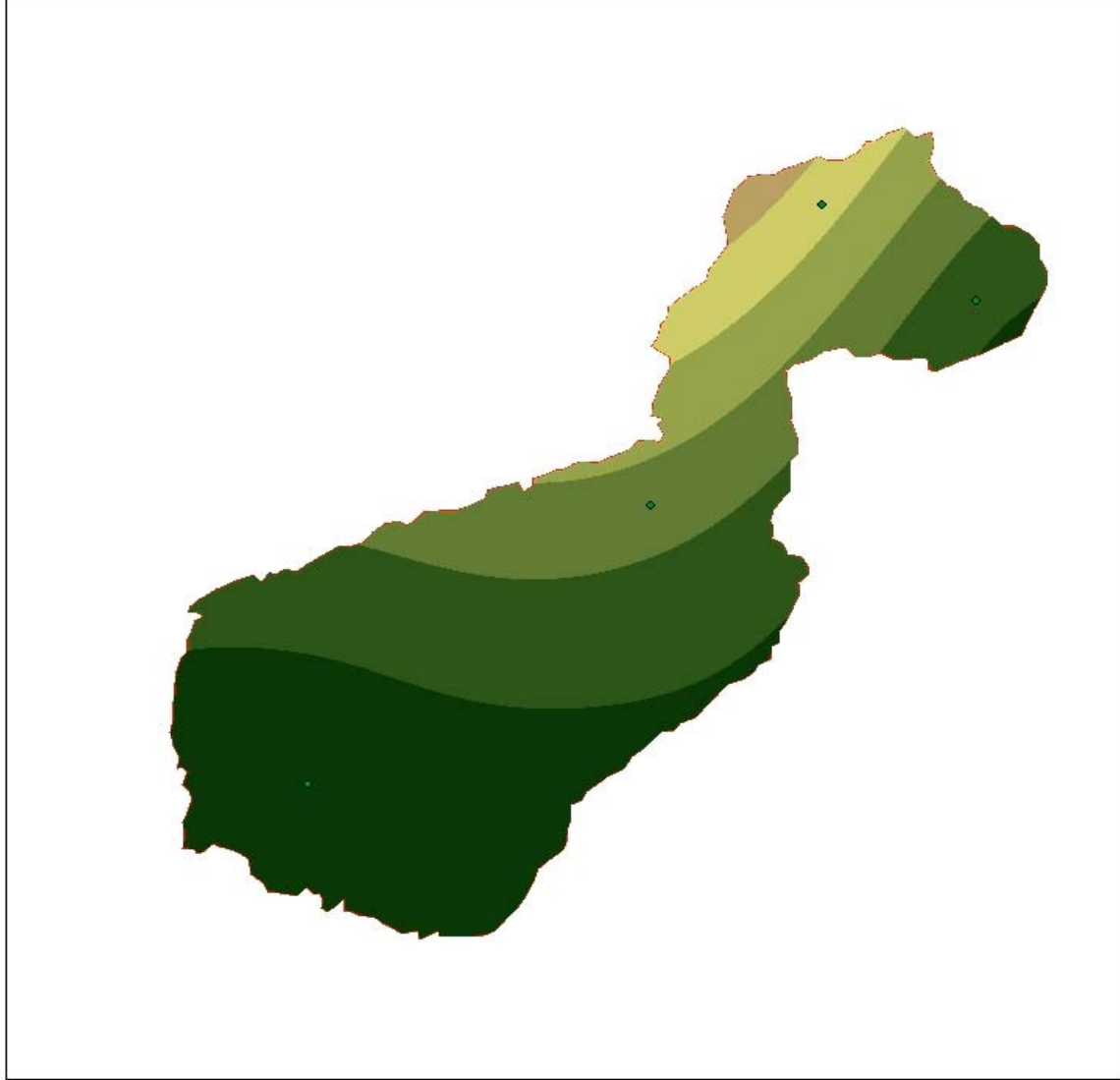
1,2-3,9
3,9-6,7
6,7-9,4
9,4-12,2
12,2-14,9









0 1.000 2.000
m

Şekil 4.83. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Sediment örneklerinin Ortalama Bakır Dağılımı

Gala Gölü Sedimentlerinde Çinko (Zn) Dağılımı



Anahtar

	11,7-18,1
	18,1-24,4
	24,4-30,8
	30,8-37,1
	37,1-43,5
	43,5-49,9



0 1.000 2.000
m

Şekil 4.84. Çalışma Periyodu Boyunca Gala Gölü Sediment örneklerinin Ortalama Çinko Dağılımı

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

2003 ve 2004 yıllarında yapılan toprak, sediment ve su numunelerinde ölçülen ağır metal analiz sonuçlarına baktığımızda;

Cu

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin Bakır konsantrasyonlarına baktığımızda “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre, sınır değerlerin altında bulunmuştur. Bu bölgede çeltik tarımında fungusit olarak kullanılan CuSO_4 'ın toprakta birikimi söz konusu değildir. Yapılan araştırmalar toprak pH'sı asitten alkali yöne doğru değiştikçe toprakta yayırlı bakır miktarının azaldığı gösterilmiştir. Nötr ve alkali tepkimeli topraklarda bakır hidroksitlerin, bakır oksitlerin ve bazik karbonatların oluşması sonucu bakırın yayırlılığının azaldığı ileri sürülmüştür (Lucas, 1948).

Sediment; 2004 yılında Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ölçümlerde, Mayıs ve Kasım ayında, IP-1 Kanalında, Temmuz ayında Taşyarma kanalında ERL değerine yakın, Eylül ayında ise Gölü 2.noktasında ERL değerinin üstünde bulunmuştur. Mayıs ve Eylül ayları arasında çeltik ekimi yapıldığından ve gübre olarak, CuSO_4 kullanıldığından sedimentte Bakır birikimi görülmektedir.

Su; 2004 yılında Nisan ve Kasım ayları arasında, 8 aylık ölçümler sonucunda, Mayıs ayında IP-1 Kanalı ve Telmata (5 Gözlü Menfez)'da ve Eylül ayında Telmata'da ölçülen Bakır konsantrasyonları KSKSKK'ya göre 2.Sınıf bulunmuştur, bu noktalarda ölçülen Bakır'ın kaynağı Telmata ve İpsala Ovalarından gelen çeltik tarlalarının yıkama sularındaki CuSO_4 'ın göle ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Haziran ayında Taşyarma Kanalında ve Kasım ayında 10 Gözlü Menfez'de ve Tuztepede ölçülen Bakır konsantrasyonları KSKSKK'ya göre 3. Sınıf bulunmuştur. Gala Gölü ayağının son noktası olan ve buradan Ege Denizine dökülen göl suyu Taşyarma Kanalında ve Meriç Nehrine dökülen 10 Gözlü Menfez'de birikmektedir. Göl ayağı suları, temelde göl sularının etkisi altındadır. Ancak göl kotlarının deniz düzeyi altına düştüğü dönemlerde, Taşaltı Tahliye kanalı ile Meriç

Irmağı sularının etkisi de söz konusudur Bu nedenle, Taşyarma Kanalında ve 10 Gözlü Menfez'de ölçülen Bakır konsantrasyonları yüksek çıkmıştır. Suda ölçülen Bakır konsantrasyonlarının yüksek çıkmasının sebebi, fungusit ve pestisit olarak kullanılan CuSO_4 'dan kaynaklanmaktadır. Gölde ağır metal yoğunluklarının artması, havzadaki tarımsal etkinlikler ve Meriç-Ergene sularının sulamada kullanılması sonucu, sanayi ve evsel kökenli kirlenmeler olarak değerlendirilebilir. Göldeki Bakır yoğunluklarının ağırlıklı olarak, Telmata'dan, daha sonra da İP-1'den kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Mn

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin Mangan konsantrasyonlarına baktığımızda 2003 yılı, 15 toprak numunesinde maksimum Mn konsantrasyonu İP-1 Kanalında 558,8 mg/kg, 2004 yılında ise 11. istasyonda 1904,5 mg/kg olarak ölçülmüştür. Toprakların mangan kapsamaları öteki bitki besin maddelerine göre olağanüstü geniş sınırlar arasında değişiklik göstermektedir. Toprakların uzun süre su ile kaplı kalması yarayışlı mangan miktarının artmasına yol açar. Kimi hallerde mangan miktarı zehir etkisi gösterebilecek düzeye çıkar. Ancak böyle su ile kaplı topraklarda yarayışlı mangan miktar, oksijenin toprakta önemli miktarda azalması ile ilişkili olarak artmaktadır (Kacar, 1984). Bu yüzden sulak alanlarda mangan yüksek çıkmaktadır.

Sediment; 2004 yılında Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ölçümlerde, Mayıs, Temmuz ve Kasım aylarında, Gölü 4. istasyonunda sırasıyla, 1640 mg/kg, 2956 mg/kg ve 2532 mg/kg ölçülmüştür. Eylül ayında ise Cımra pompa İstasyonunda 3865 mg/kg, Kasım ayında ise Telmata'da 2731,5 mg/kg olarak ölçülmüştür. Bu ölçümlere göre özellikle Küçük Gala gölünde mangan konsantrasyonları yüksek çıkmıştır. Küçük Gala gölünün tamamında çeltik ekimi yapılmaktadır. Ayrıca Cımra Pompa İstasyonu ve İP-1 Kanalından gelen yıkama suları göle bu noktalarda deşarj olmaktadır. Mangan alaşım ve çelik sanayiinde, tuzlarında boya ve vernik sanayiinde renk pigmenti olarak kullanılmaktadır.

Su; 2004 yılında Nisan ve Kasım ayları arasında, 8 aylık ölçümler sonucunda, KSKSKK'ya göre 4. sınıf olarak, Eylül ayında maksimum Cımra Pompa

istasyonunda ölçülmüştür, 3.sınıf olarak, Nisan ayında maksimum 10 Gözlü Menfezde ve IP-1 Kanalında, Mayıs ayında maksimum 10 Gözlü Menfezde ve Taşyarma Kanalında ve Ağustos ayında ise maksimum Telmata'da ölçülmüştür. 2.sınıf olarak, Haziran ayında maksimum Cımra Pompa istasyonunda, Temmuz ayında maksimum Taşyarma Kanalında, Ekim ayında maksimum Gölüç1.istasyonunda ve Kasım ayında maksimum IP-1 Kanalında ölçülmüştür. Mangan konsantrasyonlarının yoğun olduğu bölgeler özellikle Gala Gölünü besleyen su kaynakları olan ve yıkama sularının göle verildiği noktalar olan, Cımra Pompa istasyonu, 10 Gözlü Menfez, Taşyarma Kanalı ve Telmata'dır.

Cd

Toprak; 2004 yılında Gala Gölü çevresinden alınan toprak numunelerindeki kadmiyum konsantrasyonu maksimum 1,55 mg/kg olarak IP-1 Kanalı kenarından alınan toprak numunesinde ölçülmüştür. Özellikle IP-1 isimli ölçme noktasında bulunan yüksek miktardaki kadmiyumun sebebinin endüstriyel kaynaklı olduğu söylenebilir. Ayrıca bölgede kadmiyum içeren fosforlu gübrelere toprakta kadmiyum konsantrasyonunun artışına sebep olabilir .

Sediment; 2004 yılında Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ölçümlerde, Mayıs ayında IP-1 Kanalında ERM sınır değerini aştığı, Temmuz ayında 10 Gözlü Menfez'de ERL sınır değerinde, Eylül ayında 10 Gözlü Menfez'de ve Gölüç1.istasyonunda ERL sınır değeri üzerinde, Kasım ayında ise Gölüç1.istasyonda ölçülen kadmiyum konsantrasyonu ERM sınır değeri üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlara göre sudaki kadmiyum konsantrasyonunun, mayıs ayında çeltik ekiminin başlamasıyla, çeltik tarlalarında kullanılan kadmiyum içeren fosforlu gübrelere kullanılmasıyla göle girişinin olduğunu ve sedimentte biriktiğini göstermektedir.

Su; 2004 yılında Nisan ve Kasım ayları arasında, 8 aylık ölçümler sonucunda, KSKSKK'ya göre, Nisan ayında IP-1 Kanalında ölçülen kadmiyum konsantrasyonu 3.sınıf, diğer aylarda ölçülen kadmiyum konsantrasyonları ise 4.sınıf bulunmuştur.

Toprak, Sediment ve Sudaki kadmiyum konsantrasyonlarının yüksek çıkması, yıkama suları ile göle ulaşan, çeltik tarımında kullanılan fosforlu gübrelere ve

sanayii atıksularının Ergene Nehrine verilmesi ve Meriç Nehri ile birleşerek, sulama suyu olarak tarımda kullanılması ve çeltik tarlalarında kullanılan yıkama sularında göle verilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Veriler bu durumu desteklemektedir.

Pb

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin Kurşun konsantrasyonlarına baktığımızda “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre, sınır değerlerin altında bulunmuştur. Toprakta Kurşun birikimi söz konusu değildir.

Sediment; 2004 yılında Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ölçümlerde, Mayıs ayında, IP-1 Kanalında, 10 Gözlü Menfezde, Telmatada ve Göliçi 3.istasyonunda ERL değerinin üzerinde bulunmuştur. Temmuz ayında iz olarak ölçülen Kurşun, Eylül ayında ise 10 Gözlü Menfez ve Telmatada ERL değerine yakın bulunmuştur. Kasım ayında ise, Göliçi1 ve 2.istasyonda ERL değeri üzerinde bulunmuştur.

Su; 2004 yılında, 8 aylık ölçümler sonucunda, Nisan ve Mayıs aylarında bütün istasyonlarda ölçülen Kurşun konsantrasyonları KSKSKK’ya göre 4.Sınıf, Haziran ayında maksimum Taşyarma’da, toplam 8 istasyonda da ölçülen Kurşun konsantrasyonları KSKSKK’ya göre 4.Sınıf, Temmuz ayında sadece Taşyarma’da, Ağustos ayında maksimum Göliçi 2. istasyonunda, ölçüm yapılan 8 istasyonun 5’inde , Eylül ayında sadece Cımra Pompa istasyonunda, Ekim ayında Taşyarma, Tuztepe ve Göliçi 3.istasyonunda KSKSKK’ya göre 4.Sınıf bulunmuştur. Kasım ayında sudaki Kurşun konsantrasyonları iz düzeyde bulunmuştur.

Göliçi ve gölü besleyen sularda ve sedimentte kurşunun yüksek çıkması, dolaylı olarak Ergene Nehrinin, Meriç Nehrine akarak sanayi atık sularını ulaştırmasından kaynaklandığını göstermektedir. Atmosferik etkilerle ortaya çıkan ağır metal kirlenmesinde kurşuna özel bir önem verilmekte ve kurşun kirliliğinin %95 oranında kurşun katkılı benzin tüketen motorlu taşıtlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Bunun için yağmur sularında da ağır metal analizlerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca

toprakta kurşun bulunması herbisit, insektisid, fungusid veya endüstriyel atık bulaşmış sulama suları ile ulaşabilmektedir (Ağca, 1998).

Co

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin, 2003 yılında IP-1 Kanalında Kobalt konsantrasyonlarına baktığımızda “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre, sınır değerlerin 5 kat üzerinde bulunmuştur. Ayrıca Tuztepe’de ölçülen Co konsantrasyonu’da “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre, sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. 2004 yılında ise, maksimum 8.istasyon olan Tuztepede ve 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11 ve 15.istasyonlarda ölçülen Kobalt konsantrasyonu “Toprak Kirliliği Yönetmeliği”ne göre, sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Sediment; 2004 yılında Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ölçümlerde, maksimum olarak Mayıs ve Kasım aylarında Gölüçi 2.istasyonunda, Temmuz ayında Cımra Pompa İstasyonunda, Eylül ayında ise Gölüçi 1.istasyonunda ölçülmüştür. Sediment Kalite Kriterlerine göre Co sınır değerleri verilmemiştir. Bu sebepten sediment kalitesi için bir yorum yapılamamıştır.

Su; 2004 yılında, 8 aylık ölçümler sonucunda, Nisan ayında Taşyarma ve Telmata’da ölçülen Kobalt konsantrasyonları KSKSKK’ya göre 4.Sınıf, Mayıs ayında 8 istasyonda, Haziran ve Ağustos aylarında Taşyarma’da ölçülen Kobalt Konsantrasyonları KSKSKK’ya göre 4.Sınıf, Temmuz ayında Tuztepe ve Gölüçi 3.istasyonunda, Eylül ayında 5 istasyonda, Ekim ve Kasım ayında ise, 6 istasyonda ölçülen Kobalt konsantrasyonları KSKSKK’ya göre 4.Sınıf bulunmuştur.

Kobalt cam, porselen, seramik, boya v.b. yapımında kullanılmaktadır. Özellikle Çorlu-Muratlı arasında yeralan bu sanayii kollarının atıksularının Ergene Nehrine verilmesi ve Meriç Nehri ile birleşerek, sulama suyu olarak çeltik tarlalarında kullanılması sonucu toprak, sediment ve sudaki Kobalt konsantrasyonlarının artışına önemli ölçüde katkısı olduğu söylenebilir. Ayrıca, yaz aylarında tuzluluğu artan göl sedimentinden, su kolonuna geçen metal miktarında artmış olabileceği de düşünülmektedir.

Zn

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin, Zn konsantrasyonlarının Toprak Kirliliği Yönetmeliğine göre sınır değerlerin altında olduğu bulunmuştur

Sediment; 2004 yılında Mayıs, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ölçümlerde, Çinko konsantrasyonları ERL sınır değeri altında bulunmuştur.

Su; 2004 yılında Nisan ve Kasım ayları arasında, yapılan ölçümler sonucunda, KSKSKK'ya göre 1.sınıf bulunmuştur.

Fe

Toprak; 2003 yılında, Gala Gölü çevresinden alınan 15 toprak numunesinin, Fe konsantrasyonları maksimum 10 Gözlu Menfez' de ölçülmüştür. Çoğu toprakta Fe yüksek konsantrasyonlardadır. Demir toksisitesi genellikle çeltik topraklarında bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sediment; 2004 yılında Mayıs ayında yapılan ölçümlerde, özellikle çeltik tarımının yapıldığı, gölü besleyen su kaynakları olan Telmata ve IP-1 Kanalında maksimum değerler ölçülmüştür.

Su; 2004 yılında yapılan 4 aylık ölçümler sonucunda, Fe konsantrasyonları KSKSKK'ya göre 1.sınıf bulunmuştur.

Cr

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin Krom konsantrasyonlarına baktığımızda 2003 yılında, IP-1 Kanalında "Toprak Kirliliği Yönetmeliği"ne göre, sınır değerlerine yakın bulunmuştur. 2004 yılında ise, maksimum Tuztepe'de "Toprak Kirliliği Yönetmeliği"ne göre, sınır değerlerinin altında bulunmuştur. Kromun topraklardaki miktarları genellikle düşüktür. Bunun sebebi ise, Kromun bitki tarafından bünyesine alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ni

Toprak; 2003 ve 2004 yıllarında, Gala Gölü çevresinden alınan 30 toprak numunesinin Krom konsantrasyonlarına baktığımızda, 2003 yılında Telmata'da "Toprak Kirliliği Yönetmeliği"ne göre sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Telmata'da ölçülen yüksek konsantrasyonun sebebi, Telmata Ovasından gelen yıkama sularının toplanıp, bu menfezden göle verilmesinden kaynaklanmaktadır. 2004 yılında Taşyarma kanalında ölçülen Ni konsantrasyonu "Toprak Kirliliği Yönetmeliği"ne göre sınır değerinin üzerinde bulunmuştur. Nikel elementi çelik ve alaşım üretiminde, boya pigmentlerinde, kozmetik sanayiinde, akü ve aksamı üretiminde kullanılır. Toprakta Ni olduğu takdirde bitki tarafından kolaylıkla alınır ve bitkiye toksik etki yapar. Bu veriler ışığında bitkilerde de Ni konsantrasyonlarına bakılmalıdır.

Sanayi, kentsel ve tarımsal kökenli atıksular, doğal su ortamlarının kirlenmesinde önemli bir grubu oluşturmaktadır. Her üç kaynaktan da ortaya çıkan atıksular, akarsu ve göl gibi doğal su ortamlarına verildiğinde bu ortamlarda azot, fosfor, tuz, iz elementler ve ağır metaller gibi kirleticilerin konsantrasyonlarında önemli artışlar olmaktadır. Kirlenmiş olan bu suların tarımda sulama amacıyla kullanılması sonucunda ise anılan bu kirleticiler toprağa geçmektedir (Ağca, 1998).

Genel olarak havzaya ve kirlilik kaynaklarına baktığımızda, Meriç ırmağı Bulgaristan'dan, Ergene ırmağı ise Tekirdağ ve Kırklareli ilinin kirlilik yükünü taşıyarak Edirne iline girmekte daha sonra Saros körfezine dökülmektedir. Meriç-Ergene havzasının önemli akarsularından biri olan Ergene ırmağı, yan kolu olan Çorlu suyunun endüstriyel, tarımsal faaliyetlerle ve evsel atıklarla kirlenmektedir. Önceki yıllarda yapılan çalışmalar gösteriyorki, Ergene ırmağı, yüksek düzeyde kirlidir. Bu suyun çeltikte sulama suyu olarak kullanılması, tarım alanlarının tuzlanmasına, ağır metal olarak kirlenmesine ve çoraklaşmasına neden olmaktadır.

Trakya Bölgesinde hızla artan sanayileşme ve bunun sonucunda oluşan atıksuların diğer atıklarla birlikte Ergene ırmağına verilerek, neden olduğu kirlilik, büyük boyutlara ulaşmıştır. Bu kirliliğin önlenmesi için sanayi kuruluşlarının atık sularını arıttıktan sonra atıklarını Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğindeki (SKKY)

alıcı ortam deşarj standartlarına uygun olacak şekilde atık su arıtma tesislerini ivedilikle yaptırmaları ve Ergene ırmağına deşarj etmeleri gerekmektedir.

Havzadaki endüstriyel faaliyetler nedeniyle Meriç ırmağı, havzadaki tüm kullanımların kirletici etkisini taşımaktadır ve giderek bulunması daha zor hale gelen temiz su kaynakları yeterli olmadığı zaman, ırmaklardan alınan sular barajlarda biriktirilerek, çeltik tarımında kullanılmaktadır. Gala gölünde ve çevresindeki çeltik alanlarında bu sular kullanılmakta ve göle deşarj edilmektedir.

Tarımsal faaliyetlerin oluşturduğu kirliliği önlemek için çiftçinin bilinçlendirilerek su, gübre ve tarımsal ilaç kullanımının azaltarak, gölün kirlilik yükünü azaltmak gerekmektedir.

Gala gölü havzasında herhangi bir endüstriyel faaliyet bulunmamaktadır. Fakat, havzadaki çeltik alanlarında sulama suyu olarak kullanılan Meriç ve Ergene ırmaklar suyu karışımının havzaya taşıdığı endüstriyel kirlilik açık bir şekilde görülmektedir. Özellikle İP-1 drenaj kanalından göle giren suyun kalite sınıfına baktığımızda tarımsal kirliliğin yanı sıra ağır metal kirliliği de büyük boyutlardadır. Gala Gölünde ise, ağır metaller gölde bataklaşmaya neden olmaktadır.

Sucul ortamlarda gerekenden fazla ağır metal bulunması, hem çevre hemde insanlar için ciddi problemdir. Ağır metaller kimyasal veya biyolojik yollarla parçalanamazlar ve suda çözünebilen bileşikler oluşturabilirler ve toksik etkiler meydana getirirler. Bu etkilerden; sucul organizmalardan, balık ve bazı eklem bacaklı-kabuklular etkilenirler ve metal konsantrasyonlarını düzenleyerek ve fazlasını atabilirler. Ancak sucul bitkiler ve midye, istiridye gibi hayvanlar, metal konsantrasyonlarını düzenleyemezler ve özellikle bivalvuar hayvanların vücutlarında metaller biyoakümüle olurlar. Ayrıca sulak alanda yapılan çeltik tarımında, ağır metal yönünden yüksek konsantrasyonda olan sulama suyularının, uzun süre toprak üzerinde kalarak birikim yapabileceği ve bu metallerin çeltikte birikebileceğini düşünürsek insanlarda yapabileceği toksik etkinin büyük sağlık problemlerine neden olabileceği söylenebilir.

EKLER**EK-A**

Toprak Kirlenmelerinin Sınır Değerleri

Ağır Metal	pH<6 mg/kg Fırın Kuru Toprak	pH>6 mg/kg Fırın Kuru Toprak
Kurşun (Pb)	50**	300**
Kadmiyum (Cd)	1**	3**
Krom (Cr)	100**	100**
Bakır*(Cu)	50**	140**
Nikel*(Ni)	30**	75**
Çinko*(Zn)	150**	300**
Kobalt	20	20

* pH değeri 7'den büyük ise Bakanlık sınır değerleri %50'ye kadar artırabilir.

** Yem bitkileri yetiştirilen alanlarda çevre ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilimsel çalışmalarla kanıtlandığı durumlarda, bu sınır değerlerin aşılmasına izin verilebilir.

Sediment	Yönetmelik Değerleri (mg/kg)	
	ERL Düşük Etki Aralığı	ERM Orta Etki Aralığı
KİMYASAL		
Arsenik (As)	8,2	70
Kadmiyum (Cd)	1,2	9,6
Krom (Cr)	81	370
Bakır (Cu)	34	270
Kurşun (Pb)	46,7	218
Cıva (Hg)	0,15	0,71
Nikel (Ni)	20,9	51,6
Gümüş (Ag)	1	3,7
Çinko (Zn)	150	410

EK-B

Ağır Metaller için (ppm, kuru ağırlık) deniz ve haliç Sedimentlerinde
ERL ve ERM Yönetmelik Değerleri

KAYNAKLAR

Ağca, N., Atık Suların Toprak Ekosistemine Etkileri, Kayseri 1. 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, 2000, Şanlıurfa.

Aksu, E., Yaşar, D, Uslu, O Assessment of Marine Pollution in İzmir Bay: Heavy Metal and Organic Compound Concentrations in Surficial Sediments.Tübitak pp.387-415

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

Anonymous, 2002 b. Evros Delta. The Annotated Ramsar List:Greece. http://www.ramsar.org/profiles_greece.htm

Anonymous, 1995, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed., APHA, AWWA, WPCF, Washington.

Anonymous, 2003, <http://www.geocities.com./millipark22/galagolu.htm>

Anonymous, 2003a. Evros Estuarine Delta Wetland. Hellenic Republic. Ministry of Foreign Affairs.

<http://www.mfa.gr/english/greece/today/environment/ wetlands/evros.html>

Anonymous, 2003 b. The Annotated Ramsar List:Turkey.

http://www.ramsar.org/profiles_ turkey.htm

ASTM 2000a Annual Book of ASTM Standards. Test Metod D 1234. Sampling and testing stople length of grease wool. Sec.7. Vol.07.01: 275-278, ASTM, West Conshohocken, PA.

Bakış, R. ve Bilgin, M., Çöp Sızıntı Sularından Dolayı Topraklarda Meydana Gelen Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Kayseri 1. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, sf. 167-170, Kayseri, 1998.

Bebek, M.T., Ulubat Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 16-65, Haziran, 2001.

Bender, S., Investigation of the Chemical Composition and Distribution of Mining Wastes in Killarney Lake, Coeur d'Alene Area, Northern Idaho. Degree of Master of Science. University of Idaho, 1991.

Berrow, M.L., and W.M. Stein. 1983. Extraction of metals from soils and sewage by refluxing with aqua regia. Analyst 108:277–285.

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.

DSİ, 1972. Göl ve Bataklıkların Kurutulması ile Kazanılan Hazine Arazisinin Dağıtımını Çalışmaları. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü. DSİ Matbaası, Ankara.

DSİ, 1987. Aşağı İpsala Projesi, Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması Planlama Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

DSİ, 1989-2002 a. DSİ'ce İnşa Edilerek İşletmeye Açılan Sulama ve Kurutma Tesisleri. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

DSİ, 1989-2002 b. DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

DSİ, 1997 Ergene Nehri Kirlilik Araştırması Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İçmesuları ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.

DSİ, 1996 . Aşağı İpsala Projesi, Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

DSİ, 2001 a. Ergene Nehri Kirliliği ve DSİ Sulamalarına Etkisi. DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

DSİ, 2001 b. Gala Gölündeki Sorunların Çözüm Yolları Üzerinde Araştırmalar. (1.Yıl Çalışma Planı). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.

DSİ, 2003, Meriç Deltası Sulak Alanların İyileştirilmesi (Rehabilitasyonu) Üzerine Araştırmalar. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

Dökmeci, İ., "Toksikoloji". Nobel Tıp Kitapevi. İstanbul, 2001. sf. 325-328

Dökmen, F., İhsaniye Yöresi Su Kaynaklarında Ağır Metal İçeriği ve Sulama Suyu Kullanımına Etkileri, 2000 GAP- Çevre Kongresi, I. Cilt, sf.215-226 , Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa, 2000.

Dugan, P.J. (ed.), Wetland Conservation: a Review of Current Issues and Required Action. IUCN, Gland, Switzerland, 1990.

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

EPA, Test Methods for Evaluating Soil Waste. Volume IA: Laboratory Manual Physical/Chemical Methods. Septamber, 1986.3050-1.

Förstner, U., Ahlf, W., and Calmano, W., "Sediment Quality Objectives and Criteria Development in Germany", Water Science and Technology, 28, 8-9, 307-316, 1993.

Gey, H. ve Mordoğan, H., 1988. İzmir Körfezi'ndeki Bazı Deniz Organizmalarında Ve İç Körfezin Sahil Kenarı Sedimentlerinde Çeşitli Ağır Metallerin Derişimleri. Doğa TU Zooloji Dergisi, 12, 3, Ankara, 1998.

Gürnil, M., "Enez ve Çevresi Toprakları". Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu. 27.Mayıs.1988-Enez. Bildiriler. Doğal Hayatı Koruma Derneği Bilimsel Yayın Serisi.KıralMatbaası,1989.

Haktanır, K., "Çevre Kirliliği Ders Notu", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Teksir No. 107, sf. 82-99, Ankara, 1983.

Kaçar, B., "Bitki Beslenme".Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları 899, 1984, sf.235-285, Ankara.

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

Karakaş, D., "Ağır Metallerin Toksik Etkileri".TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi, Eğitim Notları, 2003.

Kantarıcı, M.D., " Hisarlı Dağ ile Gala Gölü ve Çevresinin Ekolojik Özellikleri ve Yörenin Tabiatı Koruma Alanı Olarak Değerlendirilmesi Olanakları". Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu. 27. Mayıs 1988-Enez. Bildiriler. Doğal Hayatı Koruma Derneği Bilimsel Yayın Serisi. Kıral Matbaası, 1989.

Kennish, M.J., 1992. Ecology of Estuaries Anthropogenic Effects. CRC Press: Boca Raton.

Kon, C.L., Wang, Y.Q., Lian, D.J., 2001. Effects of fertilization structure on spatial variation of microelements in soils. Chinese J.Soil Sci. 32 (1), 35-38 (in chinese).

Lijklema, L., Koelmans, A. A., and Portielje, R.,\Water Quality Impacts of Sediment pollution and the Role of Early Diagnosis", Water Science and Technology., 28, 1-16, 1993.

Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L., and Calder, F.D."Incidence of Adverse Biological Effects within Ranges of Chemical Concentrations in Marine and Estuarine Sediments", Environmental Management, 19/1, 81-97pp., 1995.

Lucas, R.E. (1948).Chemical and physical behavior of cooper in organic soils. Soil Sci. 66:119-129.

Mutluay, H. ve Demirak., Su Kimyası, sf. 83- 84, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, 1996, İstanbul.

Ongan,T., A.Hosanoğlu, N.Yüçetaş ve M.Yazıcı,"Gala Gölü ve Bunlarla İrtibatlı Lagün ve Kanalların Entegre Balıkçılık Durumu". TÜBİTAK Proje No.: VHAG/680, İstanbul, 1990.

Pedersen, F., and Bjornestad, E. "Characterization of Sediments from Copenhagen Harbour by use of Biotests". Water Science&Tech., 37/6-7, 233-240.,1998.

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.

Scott, D.A.Design of Wetland Data Sheet for Database on Ramsar Sites. Mimeographed Report to Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. 41pp., 1989.

Suzhou Soil Survey Group, 1985. Soil of Suzhou, Jiangsu Province.

Sürek,H., 2002. Çeltik Tarımı. Hasad Yayıncılık Ltd.Şti. Altan Matbaası, İstanbul.

Saraçoğlu, H., 1990. Bitki Örtüsü Akarsular Göller. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları. Öğretmen Kitapları Serisi : 177. Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.

Tarım İl Müdürlüğü, Kişisel görüşme, Edirne, 2003.

Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kişisel görüşme, Edirne, 2003.

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

USEPA, (1983). Process for agricultural utilization. p.6-1 to 6-68 Chapter 6, In Process Design Manual-Land EPA, Municipal Environmental Research Laboratory Cincinnati, OH.

USEPA, (2001)., Methods for Collection Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual:EPA 823-B-01-002; US. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.

Uysal, H., Tunçer, S., (1984), A Comperative study on heavy metals concentrations in some fish species and in the sediments from İzmir Bay. VII.es Journees Etud.Poll.Lucerna, 275-284.

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

Yaramaz,Ö., La distribution et la concentration des metaux lourds (Pb et Cd) dans la bail d'İzmir. Ege University, Faculty of Science Journal, Series B, VI (1):1-7,1983.

Yarar, M. ve G. Magnin, 1997. Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. Doğal Hayatı Koruma Derneği. Ana Basım A.Ş. İstanbul.

Yaşar D, Aksu A.E., Uslu O., Anthropogenic Pollution in İzmit Bay: Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments. Turk J Engin Environ Sci 25 (2001) , 299 – 313.c _ TÜBİTAK

Yılmaz,B., 2002. Edirne-Enez-Gala Gölü Hidroloji Planlama Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

Zal, N., Aşağı Meriç Taşkın Ovasının Biyosfer Rezervi Olarak Planlanması, UNESCO Katılım Programı, 183 355 01 TUR Proje Raporu, Ankara (Basılmamıştır).

HANDAN DÖKMECİ

1974’de İskilip’te doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul’da tamamladı. 1996 yılında Atatürk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümünden mezun oldu. 2000 yılında İstanbul Üniversitesi, DETAM, Moleküler Tıp Anabilim dalında Yüksek Lisans’ını tamamladı. 2001 yılında Trakya Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. Yabancı dili İngilizce’dir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tezi çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen Danışmanım Yrd.Doç.Dr.A.Rıza DİNÇER'e, Trakya Üniversitesi, Biyoloji bölümü Öğretim Üyesi Prof.Dr.Timur KIRGIZ ve Araştırma Projesinde yer alan ekibine, Trakya Üniversitesi, Kimya Bölümü Öğretim Üyelerinden olan Prof. Dr.Hilmi İLBAR, Yrd.Doç.Dr.Yasemin BAKIRCIOĞLU, Araştırma Görevlisi olan Dilek BAKIRCIOĞLU ve Aytaç SARI'ya, Tekirdağ Milli Parklar Şube Müdürü Adnan Paşa ARSLAN'a, DSİ XI.Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol Ve Laboratuar Şube Müdürlüğü Çalışanlarına, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Prof.Dr.Aida ŞAHMUROVA ve Yrd.Doç.Fusun

EKMEKYAPAR, Araştırma Görevlisi Nusret KARAKAYA ve Yalçın GÜNEŐ'e teŐekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, manevi desteklerini esirgemeyip her zaman yanımda olan aileme ve dostlarım Günay YILDIZ TRE ve Güler GAYGUSUZOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.