

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERGENE NEHRİNDEKİ
AĞIR METALLERİN EKSTRAKSİYON
METODU İLE TAYİNİ**

**YEŞİM GÖKDEMİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA BÖLÜMÜ**

TEZ YÖNETİCİSİ
PROF.DR. ADILHAN FEYİZOĞLU

2006
EDİRNE

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
TEŞEKKÜR	IX
1- GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
2.1. Ergene Nehri.....	3
2.1.2 İklim	4
2.1.3 Nüfus ve Sosyal Durum	5
2.1.4 Ekonomik Durum	7
2.1.4.1 Tarım.....	7
2.1.4.2. Sanayi	8
2.2.2. Koku	9
2.2.3. Sıcaklık	10
2.2.5. pH	11
2.2.6. Çözünmüş Oksijen (Ç.O)	12
2.2.7. Sertlik	13
2.2.8. Koliform Bakteriler	14
2.2.9. Radyoaktif Maddeler	15
2.2.10. Toplam Organik Karbon (TOK)	15
2.2.11. BOİ(Biyolojik Oksijen İhtiyacı).....	16
2.2.12. KOİ(Kimyasal Oksijen İhtiyacı).....	17
2.3. Katı Çökelebilen ve Kolloidal Maddeler.....	18
2.3.1. Genel tanımlamalar	18
2.3.2. Katı maddeler	19
2.3.3. Yüzücü maddeler	20
2.3.4. Çözünmüş maddeler	20
2.3.5. Çökelebilen maddeler	20
2.3.6. Askıdaki maddeler	21
2.3.7. Bulanıklık.....	22
2.4. Sulardaki Yüksek Miktardaki Askı Maddesinin Olumsuz Sonuçları	23
2.5. Akarsulardaki Askı Maddelerini Azaltma Yöntemleri.....	24
2.6. Askı Maddesi Derişimi Ölçüm Yöntemleri.....	24
2.7. Kolloidal Maddeler	25
2.8. Suyun Doğal Hali	26
2.9. Su Kirlenmesi Türleri.....	26
2.9.1. Mikrobiyolojik kirlenme	27
2.9.2. Organik kirlenme	27
2.9.3. İnorganik kirlenme	28
2.9.4. Petrol ve petrol ürünlerinden kirlenme	28
2.9.5. Isısal kirlenme	29
2.10. Ağır Metaller	29

2.10.1 Çinko	30
2.10.2 Bakır	32
2.10.3 Civa.....	33
2.10.4 Kadmiyum	35
2.10.5 Kurşun.....	36
2.10.6 Krom	39
2.10.7 Ağır Metalleri Kullanan Sanayiler	41
2.10.8. Ağır Metallerin Sulara Ulaşmasında Etkili Doğal Kaynaklar :	42
1-Erozyon sonucu, ağır metallerin akarsular yardımıyla kıyılara taşınması.....	42
3. MATERYAL VE METOT	44
3.1 Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi	44
3.1.1 Temel kavramlar	44
3.1.2 Atomik absorpsiyon spektrofotometreleri.....	44
3.1.3. Girişimler	49
3.1.3.1. Kimyasal girişimler	50
3.1.3.2. Fiziksel girişim.....	51
3.1.3.3. Spektral girişimler	52
3.1.3.4. İyonlaşma girişimleri	52
3.1.3.5 Zemin girişimleri.....	53
3.1.4 AAS'deki Analitik Uygulamalar.....	53
3.2 Numune Alma Genel Esasları.....	56
3.2.1. Numune alma noktalarının seçimi.....	57
3.2.2. Akarsu ve akıntılardan numune alma	57
3.2.3. Numunelerin saklanabilme süreleri ve korunmaları.....	57
3.2.4 Kimyasal analizler için numunelerin saklanma ve korunması.....	58
3.3. Ekstraksiyon Yöntemi	59
3.3.1.Ekstraksiyon Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	59
3.3.2 Likit –likit ekstraksiyonu	60
3.3.3 İyon - assosiyasyon ekstraksiyon sistemleri.....	61
3.3.4 İyon assosiyasyon ekstraksiyon sistemlerini etkileyen faktörler	61
3.4 Kullanılan Araçlar	62
3.4.1 -pH metre	62
3.4.2-Termostat (Termometre)	63
3.4.3 Metalik su damıtıcılar	63
3.5 Kullanılan Kimyasallar	64
3.6 Hazırlanan Çözeltiler.....	64
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	65
4.1 Numune Alım Noktaları, Tarihleri Ve Türleri	65
4.2. Ergene Nehri, Su'da Cu^{+2} ve Zn^{+2} tayini	72
4.2.1. Temel.....	72
4.2.2. Reaktifler	72
4.2.3. Çalışma Yöntemi	72
4.3 Ergene Nehri, Çamur'da, Cu^{+2} ve Zn^{+2} Tayini	73
4.3.1. Temel.....	73
4.3.2 Reaktifler	74
4.3.3. Çalışma Yöntemi	74

5 DENEYSEL SONUÇLAR.....	76
5.1 Çorlu – Ulaş Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	76
5.2 Aşağısevindikli Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	78
5.3 İnanlı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	80
5.4 Lüleburgaz Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	82
5.5 İstasyonlara Göre Çamurdaki Ortalama Cu^{+2} Değişimi.....	83
5.6 İstasyonlara Göre Sudaki Ortalama Cu^{+2} Değişimleri.....	84
5.7 İstasyonlara Göre Çamurdaki Ortalama Zn^{+2} Değişimleri.....	84
5.8 İstasyonlara Göre Sudaki Ortalama Zn^{+2} Değişimleri.....	85
5.9 Tüm İstasyonlara Göre Su ve Çamurdaki Ortalama Zn^{+2} ve.....	85
Cu^{+2} Değişimleri.....	85
6 TARTIŞMA.....	86
6.1. Cu^{+2} Kirliliği.....	86
6.2. Zn^{+2} Kirliliği.....	87
6.3. Hukuki Mevzuatımıza Göre Ağır Metallerin Su Ve Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliklerindeki Sınır Değerleri.....	89
6.4. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.....	89
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
8- EKLER.....	93
EK. 1 Edirne DSİ 2000-2004 Yılı Ağır Metal Analiz Sonuçları.....	93
EK- 3 Edirne Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.....	99
EK. 4 Edirne Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.....	100
EK- 5 Edirne Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü.....	101
EK-6 2004 yılı Ergene Nehri Kirlilik Durumu.....	102
EK-7 Tekirdağ Çevre İl Müdürlüğü, Ergene Nehri Suyu Analizi 10.03.2003 TARİHLİ.....	103
.EK-8. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Ağır Metallerin ,Kalite Kriterlerine Etkileme Sınır Değerleri.....	104
EK- 9 Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Ağır Metallerin, Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerleri ile Arıtma Çamurunda İzin Verilen Değerler.....	105
EK-10 Toprakta Kullanılabilecek Stabilize Arıtma Çamurunda İzin Verilen Maksimum Ağır Metal Kapsamları.....	105
EK-11 Toprakta On Yıllık Ortalama Esas Alınarak Bir Yılda Verilmesine İzin Verilecek Ağır Metal Yükü Değerleri.....	106
EK-12 Kıtaİçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması.....	107
9. KAYNAKLAR.....	109
ÖZGEÇMİŞ.....	112

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Ergene Havzasında Yer Alan İl ve İlçelerin 1997 Nüfus Sayımları (1, 1997)	6
Tablo 2.2 Ergene Havzasında Kullanılan Tarımsal Mücadele İlaçları ve Gübreleri	7
Tablo 2.3 Suların sınıflandırılması (Kalsiyum karbonat içeriklerine göre).....	13
Tablo 2.4 Bazı sulardaki BOİ değerleri	16
Tablo 2.5 Suyun Standart Bulanıklığı.....	25
Tablo 2.6 Kurşun için içme suyu standartları.....	37
Tablo 2.7 Ağır Metal Kullanan Sanayiler.....	41
Tablo 2.8 Su Ürünleri İçin Ağır Metal Değerleri (mg/kg).....	41
Tablo 2.9 Sulama Suyu İçin İzin Verilen Ağır Metal Değerleri	42
Tablo 3.1 AAS yönteminde kullanılan çeşitli alev türleri.....	46
Tablo 3.2 Çeşitli Elementler İçin Değişik Atomlaştırıcılarla Elde Edilen Gözlenebilme Sınırları µg/l	48
Tablo 3.3 Çeşitli elementler için değişik atomlaştırıcılarla elde edilen gözlenebilme sınırları ,µg/l	55
Tablo 5.1. Ergene Nehri Çorlu- Ulaş İstasyonu Cu ⁺² Analiz Sonuçları.....	76
Tablo 5.2 Ergene Nehri Çorlu- Ulaş İstasyonu Zn ⁺² Analiz Sonuçları.....	76
Tablo 5.3 Ergene Nehri Aşağısevindikli Köyü Cu ⁺² Analiz Sonuçları.....	78
Tablo 5.4 Ergene Nehri Aşağı Sevindikli Köyü Zn ⁺² Analiz Sonuçları	78
Tablo 5.5 Ergene Nehri , İnanlı Köyü Cu ⁺² Analiz Sonuçları.....	80
Tablo 5.6 Ergene Nehri , İnanlı Köyü Zn ⁺² Analiz Sonuçları.....	80
Tablo 5.7 Ergene Nehri Lüleburgaz Cu ⁺² Analiz Sonuçları	82
Tablo 5.8 Ergene Nehri Lüleburgaz Zn ⁺² Analiz Sonuçları.....	82

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1 Ergene Nehri, Çorlu-Ulaş Numune İstasyonu	66
Şekil 4.2 Ergene Nehri, Aşağı Sevindikli Köyü Numune İstasyonu	68
Şekil 4.3 Ergene Nehri, İnanlı Köyü Numune İstasyonu.....	70
Şekil 4.4 Ergene Lüleburgaz Numune İstasyonu	71
Şekil 5.1 Ergene Nehri, Çorlu- Ulaş İstasyonu, ortalama Cu^{+2} miktarları.....	77
Şekil 5.2 Ergene Nehri Çorlu- Ulaş istasyonu ortalama Zn^{+2} miktarları	77
Şekil 5.3 Ergene Nehri, Aşağısevindikli istasyonu, ortalama Cu^{+2} miktarları.....	79
Şekil 5.4 Ergene Nehri, Aşağısevindikli istasyonu, ortalama Zn^{+2} miktarları	79
Şekil 5.5 Ergene Nehri, İnanlı İstasyonu, Ortalama Cu^{+2} miktarları	81
Şekil 5.6 Ergene Nehri, İnanlı İstasyonu, Ortalama Zn^{+2} miktarları	81
Şekil 5.7 Ergene Nehri, Lüleburgaz İstasyonu, ortalama Cu^{+2} miktarları.....	82
Şekil 5.8 Ergene Nehri, Lüleburgaz İstasyonu, ortalama Zn^{+2} miktarları.....	83
Şekil 5.9 Ergene Nehri, Tüm istasyonlardaki Cu^{+2} miktarının çamurdaki.....	83
ortalama miktarları	83
Şekil 5. 10 Ergene Nehri, Tüm istasyonlardaki Cu^{+2} miktarının Sudaki	84
ortalama değişimi.....	84
Şekil 5.11 Ergene Nehri, tüm istasyonlardaki Zn^{+2} miktarının çamurdaki	
ortalama	84
değişimi	84
Şekil 5.12 Ergene Nehri, tüm istasyonlardaki Zn^{+2} miktarının sudaki ortalama ...	85
değişimi	85
Şekil 5.13 Ergene Nehri, tüm istasyonlara göre su ve çamurdaki ortalama Zn^{+2} ...	85
ve Cu^{+2} değişimleri	85

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ERGENE NEHRİNDEKİ
AĞIR METALLERİN EKSTRAKSİYON
METODU İLE TAYİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA BÖLÜMÜ

ÖZET

Bu araştırmada, Trakya Bölgesi'nde bulunan Ergene Nehri'nin endüstriyel atıklar sonucunda oluşan, özellikle ağır metalle kirliliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla dört kritik noktadan belirli periyotlarla numuneler alınmış ve numuneler için çeşitli parametreler tayin edilmiştir.

Deneysel çalışmalar Ekim 2005 –Mart 2006 dönemini kapsamaktadır.

Araştırmalar için numuneler, Ergene Nehri'nin geçtiği Ulaş Mevkii, Aşağı Sevindikli Köyü, İnanlı Köyü ve Lüleburgaz istasyonlarından olmak üzere altı ay boyunca su ve çamur örnekleri alınarak çeşitli kimyasal işlemler sonrası atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ağır metal analiz tayinleri yapılmış ve zaman içindeki değişim gözlenmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda Ergene Nehri'nde ağır metal kirliliği tespit edilmiş ve bir an önce kirletici kaynaklara ilişkin gerekli önlemlerin alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu durumda, insan ve çevre sağlığı açısından tehlike arz ettiği göz önüne alınarak çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ERGENE NEHRİNDEKİ
AĞIR METALLERİN EKSTRAKSİYON
METODU İLE TAYİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA BÖLÜMÜ

SUMMARY

In this research, the aim is to determine presence of heavy metal pollution due to industrial wastes in Ergene River of Thrace Region.

For this purpose, from four critical points samples have been taken at certain intervals and for these samples various parameters have been set.

Experimental studies cover a period between October 2005 - March 2006.

During six months, water and sludge samples were collected from Ulaş Place, Aşağı Sevindikli Village, İnanlı Village and Lüleburgaz stations where Ergene River passes by.

After some chemical treatments, these samples were subjected to atomic absorption spectrophotometer for heavy metal analysis, and the variation of results in time has been observed.

As a result of the measures, it has been proved that heavy metal pollution is existing in Ergene River and it has been concluded that it is necessary to take precautions related to polluting sources as soon as possible. In this situation, various suggestions has been put forward by regarding that it is dangerous in terms of human and the environment health.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın gerçekleşmesinde büyük yardımları olan danışmanım Prof.Dr.Adilhan FEYİZOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

Atomik absorpsiyon ölçümlerinin alınmasında yardımcı olan, Trakya Üniversitesi araştırma görevlilerinden Aytaç GÜLTEKİN'e, her zaman yardımını gördüğüm Biyokimya Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Yrd. Doç. , Dr. Hülya YAĞAR'a, literatür ve kaynak sağladığım, Edirne Çevre ve İl Müdürlüğü'ne, Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'ne, Edirne DSİ 11. Bölge Müdürlüğü'ne, Edirne Makine Mühendisleri Odalar Birliği'ne teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca manevi desteklerini esirgemeyip her zaman yanımda olan aileme ve dostlarım Erol KIZILKAYA ve Reşit BASTEM'e sonsuz teşekkür ederim.

1- GİRİŞ

Tarih boyunca nehirler evsel ve endüstriyel atık suların boşaltılması için en uygun ortam olarak görülmüştür. Bu nedenle nehirlere yapılan çeşitli atık su deşarjları, su florasında çeşitli değişimlere sebep olmaktadır. Organik madde içeren atıklar alıcı su ortamlarına deşarj edildiğinde, biyolojik ayrışma sonucu, ortamda çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşer. Kimyasal veya biyolojik olarak bozunabilen veya bozunmaya karşı dirençli olabilen zehirli maddelerin deşarjı ile nehirlerdeki kirlenme problemleri artmaktadır.

Bu problemlerin ortaya çıkmaması için yüzeysel su kaynaklarının kirlenmeye karşı korunması veya korunması için gerekli tedbirlerin alınması gerekli yasak düzenlemeleri yapılması gerekmektedir.

Yerleşim birimleri ve sanayii için gerekli kullanma ve içme suyunun belli standartlarda olması ilgili mevzuatlarla belirlendiğinde, yüzeysel su kaynaklarının muhafaza edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde nüfus artışının yanı sıra hızlı bir sanayileşmenin olduğu son yıllarda açıktır. Sanayi ve yerleşim birimleri için gerekli olan su daha çok yüzeysel su kaynaklarımız olan nehirler, göller ve yer altı su kaynaklarımızdan temin edilmektedir. Bu kaynaklarımızın gün geçtikçe kirlendiği ortadadır. (Örneğin, Eskişehir de Porsuk Çayı, Sapanca Gölü, Tunca, Meriç Nehirleri)

Bir su kaynağının kirlenip kirlenmediğinin belirlenmesi ve kullanılabilirliğinin tespit edilmesi için, her kullanım maksadı için belirli standartlara ihtiyaç vardır. Bu standartlar belirtildikten sonra su kaynaklarının standartları sağlayıp sağlamadıkları izleme programları ile saptanır. İzleme programları, su kaynaklarının belirli noktalarında tespit edilen numune alma istasyonlarından belirli zaman periyotlarında alınan su örneklerinde standartlarda belirtilen kalite parametrelerinin analizini içerir.

Ülkemizin Trakya bölgesinde yer alan en önemli su toplama havzalarından biri Meriç – Ergene su toplama havzasıdır. Bölgedeki sanayileşmenin son yıllarda artması ve ayrıca yoğun tarımsal faaliyetlerin etkisi ile bir kirlenme ortaya çıkmıştır. Bu bölgedeki gerek tarım ve gerekse sanayii için gerekli olan suyun çoğu Ergene Nehri ve onu besleyen derelerden sağlanmaktadır. Bu yüzden Ergene Nehrinin gün geçtikçe kirlenmesinin önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınabilmesi nehirdeki kirletici parametrelerin ve su kalitesindeki değişimlerinin izlenmesi gerekmektedir.

Bu amaçla su toplama havza alanı 1319 km² ve uzunluğu 281 km' yi bulan Ergene Nehrinin dört değişik noktasından Ekim 2005 – Mart 2006 tarihleri arasında su numuneleri alınarak, aylık sudaki Cu⁺² ve Zn⁺² miktar değişimleri incelenmiş ve kirlilik durumu tespit edilerek su kalitesi sınıflandırılması yapılmıştır. Ayrıca yapılan bu çalışmada geçmiş yıllarda Ergene Nehrinin aynı parametrelerce kirlilik durum verileriyle mukayesesi ortaya konulmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Ergene Nehri

Trakya'nın büyük bir kesiminin sularını toplayan akarsudur. Trakya'da bütün ığırı Türkiye sınırları içinde kalan akarsuların en büyüğüdür. Uzunluğu 281 km dir. Istranca (Yıldız) Dağları'nın güneydoğuya doğru devamını oluşturan ve Saray'ın kuzeydoğusunda bulunan Kara tepe'den (473 m) doğar.

Bir süre kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda aktıktan sonra Trakya'nın ortasında batı yönünde büyük bir yay çizerek güneydoğu-kuzeybatı doğrultusunda akmaya başlar. En önemli kollarından olan Çorlu suyuyla Muratlı yakınlarında birleşir. Güneyden (soldan) aldığı öteki önemli sular, Beşik tepe ve Hayrabolu sularıdır. Kuzey ve Kuzeydoğudan (sağdan) ise Istrancalardan inen Poyrazlı dere, Şeytan Deresi, Koca dere ve Süloğlu Deresi gibi kolları alır. Lüleburgaz'ın güneyine geldiğinde batıya yönelir ve tabanı giderek genişler. Uzunköprü'ye yaklaşırken yeniden kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunu alır. Uzunköprü'nün yanından geçerken kente adını veren 174 kemerli ve 1400 m uzunluğundaki köprünün altından akar. Köprünün bazı kemerlerinin alüvyonlu tabana gömülmüş olması, ığırındaki alüvyon yığılmasının hızına tanıklık eder. Sonunda İpsala'nın kuzeyinde, geniş bir alüvyonlu ovanın batısında Meriç'le birleşir. Yakın zamana değin yılın önemli bir bölümünde Meriç ve Ergene' nin taşkın suları yüzünden bataklık durumunda olan ovada setler ve fazla suları boşaltmaya yönelik kanallar yapılmıştır.

Rejimi düzensiz olan Ergene'nin suları kışın ve ilkbaharda kabarır; yaz sonunda ise cılızlaşır. Istrancalar'ın iç yamaçlarından doğarak Ergene'ye inen bazı suların kaynaklarında sulama barajları yapılmıştır.

Sirkeci –Edirne demiryolu Çerkezköy'den Muratlı'ya kadar Çorlu suyunu Muratlı'dan Pehlivanköy'e kadar ise Ergene'yi izler(TOPAL O. , 2000).

2.1.1 Havza Tanımı

Ergene havzası Trakya'nın ortasında yer almakta olup Kuzey Marmara HAVZASI, Meriç Havzası ve Bulgaristan sınırı ile çevrilidir. Havzanın toplam alanı 11000 km² olup coğrafi yapısı bakımından denize kapalı bir havza şeklindedir. Ergene nehri taşkınlarından korunması amacı ile "Ergene taşkın projesi planlama raporu" hazırlanmış olup, rapor 1983 yılında onaylanmıştır.

Bu taşkın projesi kapsamında Ergene nehrinde aralıklı seddeli yatak ıslahı, yan derelerde kuşaklama seddeleri ve ovada drenaj kanalları yapılarak 18000 (brüt) taban arazi taşkınlarda korunacaktır.

Ergene nehrinin 152 kilometrelik kısmında yatak ıslahı ön görülmüş olup, bugüne kadar 45 kilometresi tamamlanmıştır. Çalışmalar halen devam etmektedir.

2.1.2 İklim

Ergene havzasında genellikle kara iklimi hüküm sürer. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır. Aralık ve ocak yılının en yağışlı, temmuz ve ağustos ise en kurak aylardır.

Yıllık ortalama sıcaklık 13.3 derecedir. Yıllık ortalama yağış 622 mm³ Yıllık toplam minimum yağış ise 1097,8 mm³'tür. Yıllık ortalama yağışların % 36'sı kış, % 23'ü ilkbahar, % 13'ü yaz, ve %8'i sonbahar aylarına isabet etmektedir.

Yıllık buharlaşma 1000-1400 mm³ arasında değişmektedir. Yıllık ortalama bitki su ihtiyacı 400 mm³'tür.

2.1.3 Nüfus ve Sosyal Durum

Ergene havzasında Kırklareli ili ve bu ile bağlı Kofçaz, Pınarhisar, Vize, Lüleburgaz, Babaeski, Pehlivanköy ilçeleri, Tekirdağ ili ve bu ile bağlı Çorlu, Çerkezköy, Saray, Muratlı, Malkara ve Hayrabolu ilçeleri ile Edirne ili ve bu ile bağlı Süleoğlu, Havsa ve Uzunköprü ilçeleri yer almaktadır. Ayrıca İstanbul iline bağlı Hallaçlı, Soyalar ve Çayır dere köyleri bulunur. Havzadaki kültür durumu Türkiye ortalamasına göre çok yüksek düzeydedir. Okulsuz köy olmadığı gibi okuma yazma oranı çok yüksektir.

Havzanın içerisinde TEM, D- 100 (E-5), D-110 ve D-020 uluslar arası yolları geçmekte olup, bu yollar her ilçeye devlet yolu ile bağlanmıştır. Köyler ile ilçelerin ulaşımı kısmen asfalt, kısmen stabilize kaplamalı yollarla sağlanmaktadır. Ayrıca İstanbul, Çerkezköy, Çorlu, Muratlı, Lüleburgaz, Babaeski, Kırklareli, Pehlivanköy ve Uzunköprü ilçelerinin ulaşımını sağlayan demiryolu vardır.

Tablo 2.1 Ergene Havzasında Yer Alan İl ve İlçelerin 1997 Nüfus Sayımları (1, 1997)

KIRKLARELİ	Şehir nüfusu	Köy Nüfusu	Toplam Nüfus
Merkez İlçe	49315	28412	77727
Babaeski	24700	28071	55771
Kofçaz	1498	2718	4216
Lüleburgaz	72693	38697	111390
Pehlivan köyü	2697	3337	60034
Pınarhisar	10202	12591	22793
Vize	10285	22380	32665
TOPLAM	171390	1336206	364596

Tekirdağ	Şehir Nüfusu	Köy Nüfusu	Toplam Nüfus
Çerkezköy	38708	28771	67479
Çorlu	123266	31389	154665
Hayrabolu	18697	22486	40583
Malkara	24850	36192	600972
Muratlı	15707	188647	24354
Saray	16216	22145	38361
TOPLAM	237444	3229630	92264414

EDİRNE	Şehir Nüfusu	Köy Nüfusu	Toplam Nüfus
Havsa	7469	16659	24728
Süleoğlu	5633	5719	12352
Uzunköprü	3757	3987	76124
TOPLAM	16859	26365	111604
TOPLAM	425693	4592201	92740614

2.1.4 Ekonomik Durum

2.1.4.1 Tarım

Havzadaki en önemli aktivite tarım olup, yörede en çok ekilen ürünler buğday, ayçiçeği, şeker pancarı, mısır, çeltik, kabak çekirdeği, bostan ve sebzedir. Ergene havzasında DSİ tarafından inşaa edilen ve planlanan barajlar ile 3658 ha, göletler ile 2810 ha, kuzey Marmara havzasından derine edilecek sulara 48658 ha, yer altı sulamaları ile de 13535 ha olmak üzere toplam 101566 ha arazide sulu tarım yapılabilecektir. Ayrıca Ergene Nehrindeki akımlara bağlı olarak Ergene ovalarında halk sulamaları yaptığı gibi, köy hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan sulama amaçlı gölet ve regülatörler ile de sulamalar yapılmaktadır. Tüm su kaynakları ile havzadaki sulanabilir arazilerin ancak % 13 ü sulanabilmektedir.(YILDIZ ve ÇELİK, 1999)

Ergene Havzasında kullanılan tarımsal ilaç ve gübrelere ilişkin bilgi Tablo 2.2 de verilmiştir.

Tablo 2.2 Ergene Havzasında Kullanılan Tarımsal Mücadele İlaçları ve Gübreleri

İLAÇLAR	GÜBRELER
Ateflox(pestisitler)	Amonyum Nitrat
Komroy(pestisitler)	20-20 (Kompoze Gübre)
Sülfür (pestisitler)	Süper Fosfat
Bazudin(pestisitler)	Amonyum Sülfat
Kükürt(pestisitler)	15-15-15 (Kompoze Gübre)
Hektafermin(pestisitler)	18-46-0 (Kompoze Gübre)
Durspan (pestisitler)	

2.1.4.2. Sanayi

Çerkezköy' de organize sanayi sitesinde tekstil, beyaz eşya, elektronik eşya ve boya fabrikaları bulunmaktadır. Çorlu ile Lüleburgaz arasındaki D100 (E-5) karayolunun etrafında yer alan ağır organize sanayiinde tekstil, cam, kağıt, metal, yağ, gıda, deri, kimya fabrikaları bulunmaktadır. Kırklareli'nde küçük sanayii sitesi ile Kırklareli- Babaeski yolu etrafında küçük çaplı çeşitli fabrikalar bulunmaktadır. Ayrıca Havza da Alpullu şeker fabrikası Pınarhisar da çimento fabrikası Lüleburgaz'da da gaz çevrim santrali bulunmaktadır. Uzunköprü de küçük sanayi sitesine ek olarak yağ, un, çeltik ve yem fabrikaları yer almaktadır. Malkara' da ise küçük sanayi sitesi ile süt birliği bulunmaktadır.

Ergene havzasının çeşitli yerlerinde çok sayıda un fabrikası süt işletme tesisleri ve küçük çapta atölyeler yer almaktadır. Ergene havzasında sanayi her geçen gün büyük bir hızla artmaktadır. Havzada yer alan endüstriler atıklarını Ergene nehrine ve kollarına vermektedirler.

2.1.4.3. Ticaret

Ergene havzasının ticari ürünlerini, tekstil, şişe, cam, çimento, beyaz eşya ve tarım araçları teşkil etmektedir. Tarım ürünlerinin satışı borsada yapıldığı gibi tüccar tarafından da doğrudan satın alınabilmektedir. Tekstil, şişe ve cam, çimento ve beyaz eşya ürünleri il, ilçe ve organize sanayi fabrikalarının satış fabrikalarında satıldığı gibi ülkenin diğer illerine ve dış ülkelere ihraç edilmektedir. Havza içinde ticaret kara yolu ve demir yolu ile yapılmaktadır.

2.2 Su Kirliliği

2.2.1. Renk

Saf su renksizdir. Çünkü suyun rengi, inorganik ve organik kökenli maddeler nedeni ile oluşmaktadır. Sularda renk oluşumu, ortamdaki demir, mangan gibi doğal metal iyonlardan, humustan, çürümüş bitki kalıntılarında ve endüstriyel atıklardan ileri gelmektedir.

Sularda sarı rengi demir ve demir sülfat bulunması, mavi'den yeşil'e değişen renkleri sularda çürümüş bitkilerden kaynaklanan hülmük maddelerin bulunması değişken renkler sudaki karbon ve manganez bulunabileceğini kahverengi ortamda su bitkisi ve demir miktarından kaynaklandığını gösterebilir.

2.2.2. Koku

Su ortamlarında hangi şekilde olursa olsun bir kokunun varlığı, ortamın kirlenmiş veya kirlenmekte olduğunun işaretidir. Genellikle koku ortamdaki anaerobik koşulların varlığını işaret eden bir parametredir. Örneğin ortamda çürük yumurta kokusunun varlığı, H₂S gazının varlığını gösterir. Bu ise, organik maddelerin oksijensiz koşullarda parçalanmakta olduğunun işareti kabul edilir (PAGRANELLİ v.d. 2003).

Koku parametresi için sayısal bir eşik değeri vermek ve bu değere göre de suları nitelendirmek uygun değildir. Ancak, sularda insanı rahatsız edecek düzeyde hoş olmayan bir koku bulunmamalıdır.

EPA (1979) “Bütün sular kokudan uzak olmalıdır” koşulunu getirmiştir.

1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu’na göre çıkarılan Su Ürünleri Yönetmeliği’ne bağlı EK-5 sayılı listede “Kokusu su ürünlerine zarar verecek nitelikte atıklar, alıcı suya verilemez” hükmü yer alır.

2.2.3. Sıcaklık

Su sıcaklığı, canlılara doğrudan veya dolaylı etki yapar. Sıcaklığın, suyun yoğunluğuna, viskozitesine, bulanıklığına, gazların çözünürlüğüne ve sudaki kimyasal reaksiyonların seyir ve hızına etkisi vardır. Sıcaklığın, gazların atmosferden suya geçişi ve dipteki ayrışma olaylarından çıkan maddelerin üst tabakalara ulaşmasında etkisi çoktur. Sıcaklığın, su kütlesi üzerindeki etkilerinden bir, derin göllerde gözlenen sıcaklık tabakalaşması ve suyun dikey karışım olaylarıdır.

Sıcaklıktan suyun yoğunluğu etkilendiği gibi, çözünmüş oksijen miktarı da etkilenmektedir. Sıcaklık ile çözünmüş oksijen miktarı arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Şöyle ki; sıcaklık arttıkça, sudaki oksijen miktarı azalmaktadır. Ancak, sıcaklık arttıkça suyun yoğunluğu azalmakta, sıcaklık azaldıkça suyun yoğunluğu artmaktadır. Suyun en yoğun hali 4°C sıcaklıktadır. Buna göre soğuk sular, sıcak sulara göre daha yoğundur.

2.2.4. Tuzluluk (veya Elektriksel İletkenlik)

Suda yaşayan canlılar, biyolojik istekleri bakımından farklı tuzluluk konsantrasyonlarına sahip su ortamlarında yaşayabilmektedirler. Örneğin balıkları ele alırsak; balıklar tuz istekleri doğrultusunda tatlı su, acı su ve tuzlu su balıkları diye gruplara ayrılır.

Tuzluluk, 1 kg deniz suyunda çözünmüş halde bulunan katıların tümünün gram olarak miktarıdır.

Doğal sularda rastlanabilecek başlıca çözünmüş katı maddeler genellikle nitratlar, fosfatlar, karbonatlar, sülfatlar ve klorürlerdir. Ancak belirtilen maddelerin yanı sıra sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir ve mangan gibi bazı metallerde sayılabilir. Aslında, sulardaki elektriksel iletkenliği oluşturan başlıca maddeler, çözünmüş tuzlardır. Sularda bulunan çözünmüş tuzlar, suyun özelliklerini önemli derecede değiştirmektedir. Bu nedenle tuzluluk ile elektriksel iletkenlik, yakından ilişkili iki parametredir (RENNER, 1995).

2.2.5. pH

Suyun asit veya alkali özellikte oluşu, pH ile belirlenmektedir. Buna göre hidrojen iyonları konsantrasyonu arttıkça, su asit yapı almakta ve pH azalmakta, tersi durumunda su alkali yapı almakta ve pH artmaktadır. Ph, sudaki hidrojen iyonlarını göstermektedir. Tanımı, hidrojen iyonları konsantrasyonunun logaritmasının tersi [$pH = -\log(H^+)$] olup, Ph, 0-14 arasındaki ölçekte geliştirilmiş olup, 7 nötr, 0-7 arası asit, 7-14 arası alkali suları göstermektedir.

Doğal suların pH dereceleri, normal koşullarda 4-9 arasındadır. Düşük pH'ya bataklıklarda yüksek pH'ya ise akarsularda rastlanmaktadır. Su ürünleri açısından uygun görülen pH değerleri 6,5-8,5 arasındaki pH değerleridir. pH'nın zehir etkisi, ortamda Zn gibi metallerin varlığıyla artmaktadır. Yüksek pH'larda, NH₃ gibi maddelerin zehir etkisi artmaktadır. EPA, pH için uygun değerleri, evsel atık sular için 5-9, tatlı sular için 6,5-9 ve deniz yaşamı için 6,5-8,5 olarak bildirmiştir. 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'na göre çıkarılan yönetmeliğin EK-5 sayılı listesinde , "Alıcı suyun pH değerini 6,5-8,5 dışına çıkaran atıklar alıcı suya verilemez" hükmü yer alır.

2.2.6. Çözünmüş Oksijen (Ç.O)

EPA'ya göre oksijenli yaşamın devamı için gerekli oksijen miktarının suda bulunması gerekmektedir. Tatlı su yaşamı için, minimum çözünmüş oksijen miktarının 5 mg/l olması gerekir.

1380 sayılı Su ürünleri Kanunu'na göre çıkarılan yönetmeliğe bağlı EK-5 sayılı listede, çözünmüş oksijen için "Alıcı suyun çözünmüş oksijen miktarını 6 mg/l den aşağı düşüren atıklar alıcı suya verilemez" hükmü bulunur.

Sulardaki çözünmüş oksijen miktarı

1-Titrasyon

2-Oksijen-metre ile ölçülür.

2.2.7. Sertlik

Herhangi bir suyun sertliği denildiğinde, o suyun çöktürme özelliği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, sert sularda sabunlar çok zor erimektedir. Bu sularda köpük oluşturmak için çok sabun harcamamız gerekir. Kimyasal olarak sertlik suda çözülmüş +2 değerlikli katyonlar (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} ve Mn^{+2}) ile anyonların (HCO_3^{-1} , SO_4^{-2} , Cl^{-1} , NO_3^{-1}) bileşik oluşturması sonucu oluşmaktadır. Buna göre ,çeşitli sertlik derecelerine karşılık gelen karbonat miktarları aşağıda Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3 Suların sınıflandırılması (Kalsiyum karbonat içeriklerine göre)

CaCO ₃ (mg/l)	Suyun Sertlik Derecesine göre sınıfı
0-75	Yumuşak Sular
75-150	Orta sert sular
150-300	Sert Sular
300 ve yukarısı	Çok sert sular

Sulama sularında sert sular tercih edilmektedir. Çünkü, bitki istemi o yöndedir. Ancak, su ürünleri bakımından, sert sular uygun değildir. Çünkü sert sular, su ortamlarında bulunabilecek zehirli maddelerin zehir etkisini arttıracak rol oynarlar. Su sertliği titrasyon yöntemiyle belirlenir (CRESSER, 1978).

2.2.8. Koliform Bakteriler

Bu grup bakteriler, yaşadıkları doğal kaynaklar ile dışkı, toprak, su ve bitki örtüsü gibi yerlere bağlı olarak değişimler gösteren organizmalardır.

Bu nedenle, koliform grupları, suyun kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli indikatör organizmalardır. Nitekim, bu grup içinde yeralan organizmalardan patojen (hastalık yapanlar) olduğu gibi, patojen olmayanlar da vardır. İçlerinde en belirgin olanı, *E.coli*(*Escherichia coli*)'dir. *E.coli'nin* patojen formu olduğu gibi, patojen olmayan formu da bulunmaktadır. İşte, *E.coli'nin* patojen olmayan formu, su kirliliği saptama çalışmalarında çok yararlı indikatör bir formdur. Patojen olmayan *E.coli*, zararsız olup, bağırsakta yaşar. Bu nedenle, sulara kanalizasyon karışıp karışmadığının saptanmasında çok önemli bir göstergedir. Herhangi bir su ortamında *E.coli* belirlenirse, bu ortama kanalizasyon karışmış demektir.

1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'na göre çıkarılan yönetmeliğe bağlı EK-5 sayılı alıcı ortama ait kabul edilebilir değerler listesinin C maddesinde "toplam koliform için alıcı sudaki toplam koliform miktarı, 70 EMS/100 ml'den fazla olamaz. 230 EMS/100 ml olan değerler, ancak numunelerin %10' unda bulunabilir"

2.2.9. Radyoaktif Maddeler

Uranyum ve radyum gibi maddeler, alfa, beta ve gama ışınları çıkarırlar. Bu özelliklerine radyoaktivite denir.

Sularda bulunabilecek radyoaktivite, doğal veya yapay kökenli olabilmektedir. Doğal kökenli radyoaktivite, genel olarak uzaydan gelen kozmik ışıklardan, volkanik faaliyetler ve radyoaktif kayalardan; yapay kökenli radyoaktivite ise, nükleer reaktörlerden, nükleer silah denemelerinden, araştırma çalışmalarından, laboratuardan, hastanelerden ve bazı endüstrilerden kaynaklanmaktadır. Radyoaktivite, radyasyon ölçen cihazlar yardımıyla ölçülebilmektedir.

2.2.10. Toplam Organik Karbon (TOK)

Organik olarak bağlı bulunan karbon mg/l yani litrede bulunan karbonun mg olarak değeridir. Bu değerler biyolojik oksijene çevrilemez. Her organik maddenin C, H, O, N miktarları farklıdır.

2.2.11. BOİ(Biyolojik Oksijen İhtiyacı)

Organik maddenin parçalanması sırasında oksijen tüketilmektedir. Tüketilen oksijenin yeniden kazanımı yüzeysel sularda çok güç olmakta yer altı sularında ise hiç olmamaktadır. Açık yazılışı Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı olan BOİ, karbonlu maddelerin ayrışmalarını sağlayan aerob bakterilerin, parçalanma sırasında kullandıkları oksijen miktarına denir. Genellikle 20°C’ de 5 günde ölçüldüğü için, BOİ doğrudan BOİs 20°C anlamına gelir.

Sudaki kirlilik arttıkça, organik maddelerin parçalanması için gereken O₂ ihtiyacı artar, yani BOİ değeri yükselir.

Herhangi bir nehir veya gölde, oksijenin azalması veya bitmesi, balıkların ölümü, fena kokulu istenmeyen koşulların doğması ve içinde bulunan ekosisteme zarar verilmesi gibi birçok sorunlara sebep olacağından, BOİ kirlilik kontrolünde önemli bir parametredir.

Tablo 2.4 Bazı sulardaki BOİ değerleri

Suyun Cinsi	Tüketilen (mg O ₂ /lt)
Temiz nehir ağızlarında	1-3
Çok kirli sularda	5-8
Biyolojik temizlemeye tabii tutulan sular	30
Evlerden çıkan sularda	200-300
Kişi başına günde	54

Genellikle akarsular, organik atıkları akıntıya karıştıktan sonra çözecek kapasiteye sahiptir. Problem akıntının biyokimyasal O₂ ihtiyacı olan atıklarla aşırı yüklenmesinden kaynaklanır ve akıntının doğal temizleme gücünün üzerine çıkarılır.

1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'na göre çıkarılan yönetmeliğe bağlı EK-6 sayılı sulara boşaltılacak atık listesinde, BOİ₅ (20°C) için 50 mg/l verilmiştir.

2.2.12. KOİ(Kimyasal Oksijen İhtiyacı)

Açık yazılışı, Kimyasal Oksijen İhtiyacı olan KOİ, kuvvetli kimyasal oksitleyicilerle doğal ve kirletici organik yükün parçalanması sırasında kullanılan oksijen miktarıdır. KOİ, kirlilik saptama çalışmalarında en çok kullanılan kollektif bir parametredir. Analiz sonucunda, 1 m³ sudaki organik maddenin, asidik ortamda K₂CrO₄ ile oksitlenmesi için tüketilen oksijen miktarına o suyun KOİ'si denir.

Eğer suda yeterli bakteri faaliyeti varsa, balıklar ve diğer organizmalar için uygun O₂ miktarı onları öldürecek düzeye düşer, çünkü oksijen olmayan bir su balıklar ve diğer organizmalar için kirlenmiş kabul edilir (CANGİR ve BOYRAZ, 2005).

1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'na göre çıkarılan yönetmeliğe bağlı EK-6 sayılı sulara boşaltılacak atık listesinde, KOİ için 170 mg/l, bildirilmektedir.

2.3. Katı Çökelebilen ve Kolloidal Maddeler

2.3.1. Genel tanımlamalar

Bulanıklık, suda bulunan çeşitli maddelerden ileri gelmektedir. Bunlardan bazıları organik maddeler, kum, kil, mikroskobik organizmalar, kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit ve demir hidroksit gibi maddeler olup, organik veya inorganik olabilmektedir. Bulanıklığa neden olan maddeler kum, kil, çamur, bakteriler ve kolloidal parçacıklar gibi çökelebilen maddeler ile planktonik organizmalar ve cansız materyal gibi çökelemeyen maddelerdir. Bu nedenle, bulanıklık parametresinin, yüzücü, çözülmüş, çökelebilen, askıda katı maddeler, kolloidal maddeler ve ışık geçirgenliği parametreleri ile birlikte değerlendirilmesi uygun olacaktır. Bulanıklık sonucunda ışık geçirgenliği engellenmektedir. Dolayısıyla, ışık geçirgenliği azalmakta ve birincil üretim için gerekli ışıklı bölge sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle en azından su ortamındaki fotosentezin sağlıklı şekilde devamının sağlanabilmesi için, yeterli derinliğe sahip ışıklı bölgenin bulunması gerekmektedir. Bu ise, ışık geçirgenliği parametresi ile sağlanabilmektedir. Bulanıklık, su canlıları açısından önemli bir parametre olup, suyun ışığı doğrudan geçirme, dağıtma ve emme özelliği olarak tanımlanmaktadır. Bulanıklığın şiddeti; ışığın suya geçiş gücü ile ters orantılıdır. İçme sularında hiç olmaması istenen bulanıklık, su ürünleri açısından istenmeyen parametrelerdendir. Özellikle, su yaşamı için çok gerekli olan ışığın, alt tabakalara geçmesini engellediği için, sularda bulunması hiç istenmez. Ayrıca, bulanıklığa neden olan bazı maddeler, balıkların solungaçlarına yapışarak istenmeyen sonuçlar meydana getirmektedir.

Bulanıklık, su kaynaklarının verimliliğinin belirlenmesinde bir kriter olarak kullanılmaktadır. Şöyle ki, bulanıklık, eğer cansız materyalden ileri geliyorsa, o kaynağın verimliliği düşük demektir. Eğer, bulanıklık, canlı materyalden ileri geliyorsa, o kaynağın verimliliği yüksek demektir. Ancak, her iki durumda da, bulanıklığın fazla olması, fotosentez olayını olumsuz yönde etkileyecektir. Dolayısıyla, su ortamındaki çeşitli dengeler bozulacaktır. Plankton üretimi düşecek, balık – besin dengesi bozulacak ve besin zinciri olumsuz yönde etkilenecektir.

Küçük göllerde bulanıklık, sıcaklık dağılımını etkilemektedir. Bulanıklık, göllerdeki dip suyu sıcaklığı, suları berrak göllere göre daha azdır. Verimlilikte, sıcaklık önemli bir faktör olduğu için, bu göllerde düşük sıcaklıktan dolayı verimlilik daha azdır.

Sularda bulunabilecek çözünmüş veya askıdaki maddeler, bulanıklığa neden olmakta ve ışık geçirgenliği engellenmektedir. Dolayısıyla, suyun ışık geçirgenliği azalmakta ve birincil üretim için gerekli olan ışıklı bölge sınırlanmaktadır. Bu nedenle, en azından su ortamındaki fotosentez olaylarının sağlıklı bir şekilde sağlanabilmesi için, yeterli derinliğe sahip ışıklı bölgenin bulunması gerekmektedir. Bunun belirlenebilmesi ise, ışık geçirgenliği parametresi ile sağlanabilmektedir.

2.3.2. Katı maddeler

Sularda bulunan katı maddeler, özellikle su ortamındaki dikkate alınarak yüzücü maddeler, çözünmüş maddeler, çökelebilen maddeler ile askıda maddeler olmak üzere dört ayrı grupta sınıflandırılabilir (YILDIZ ve ÇELİK, 1999).

2.3.3. Yüzücü maddeler

Maddenin yoğunluğu suyun yoğunluğundan az ve şekli uygun ise madde, suyun yüzeyinde yüzecektir. Bu durumdaki maddelere yüzücü maddeler adı verilir. Su ortamlarında görülen yüzücü maddeler, katı veya sıvı halde olabilmektedirler. Ancak her iki halde de, genelde organik kökenlidirler. Katı halde olanlara su bitkileri, ölmüş hayvanlar, ölmüş bitkiler, fekal maddeler ve biyo- endüstri atıkları; sıvı halde olanlara ise mineral kökenli yağlar ve kimya endüstrisi atıkları örnek olarak verilebilir. Mineral yağlar, suda çok düşük derişimde (10^{-9} – 10^{-6} g/m³) bulunsalar dahi, suya kötü tat verirler. Limanlarda biriken yağlar, nilüfer gibi yüzen bitkiler ve özellikle yapraklarının aşırı çoğalması, sorun oluşturmaktadır.

2.3.4. Çözünmüş maddeler

Çözünmüş maddeler, inorganik veya organik kökenli olup, miktarları elektriksel iletkenliğin yaklaşık olarak 0.6'sı kadardır.

2.3.5. Çökelebilen maddeler

Maddenin yoğunluğu, suyun yoğunluğundan fazla ve maddenin şekli uygun ise, madde suyun dibine doğru dikey yönde bir hareket yapar. Maddenin bu davranışına çökme adı verilmektedir. Bu maddelere de, çökelebilen maddeler denilmektedir. Çökelebilen maddeler, genel olarak katı sınıfında yer almaktadırlar.

Çökelebilen maddeler genellikle kum, kil, çamur, bakteriler ve koloidal parçacıklardan oluşmaktadır. Bu maddelerin dışında, canlı (plankton) ve cansız materyalden oluşan çökelemeyen maddelerde bulunmaktadır.

2.3.6. Askıdaki maddeler

Askı maddelerinde durum biraz farklılık gösterir. Sudaki maddeler büyüklük veya yoğunluk ölçüleri kullanılarak sınıflandırılabilir. Akarsular, hareketleri sırasında bu parçaları sürükler veya askı halinde taşır. Sürüklenerek giden büyük parçanın hızı, o bölgedeki akımdan azdır. Ancak askı halindeki maddenin hızı ise, hemen hemen suyunkine eşittir. Akarsu tabanlarında sürüklenerek hareket eden bu parçacıklar, genellikle mineral kökenli olup, kayaların erozyonu sonucunda ortaya çıkarlar. Yüksek akıntı hızı ve sürüklenme gücü olan derelerde, çok büyük parçacıklar hatta kayalar bile harekete geçirilebilir. Sürüklenerek hareket eden bu parçacıkların hareketi, suyun renk ve bulanıklığı ile kimyasal kalitesini etkilememektedir.(TURGUT, 2002)

Yüzeysel sularda askı halinde bulunan taneciklerin derişimi, akarsudan akarsuya veya aynı akarsuda debiye göre değişim gösterir. Mineral veya organik kökenli olabilirler. Mineral kökenli askı maddesi, zemin erozyonundan kaynaklanır ve suda kum, kil tanecikleri şeklinde görülebilir. Organik kökenli askı maddesinin, küçük bir kısmı zemin erozyonundan kaynaklanır. Önemli bir bölümü bitki artıkları, humus, doğal gübreler ile evsel ve endüstriyel atık sulardan oluşur. Seyrek yerleşimli yerlerde, akarsularda doğal kökenli organik madde miktarı yüksektir.

Yüksek nüfuslu yoğunluğuna sahip bölgelerdeyse, akarsulardaki organik maddenin büyük bölümü atık su kökenlidir. Bir örnek verilirse; bir milyon nüfuslu bir kent, günde yaklaşık 200.000 m³ (2.3 m³/sn) atık su üretir. Bu atık su, yaklaşık 100.000 kg askıda katı madde içerir. Yaklaşık 100 m³ /sn debisi olan bir akarsuya bu atık suların verilmesi halinde, sağlanacak seyrelme, 0.02 civarında olmaktadır.

2.3.7. Bulanıklık

Bulanıklık, suda askı halinde bulunan çeşitli maddelerden ileri gelmektedir. Bunlardan bazıları organik maddeler, kum, kil, mikroskobik organizmalar ,kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit ve demir hidroksit gibi maddeler olup, kökenleri organik veya inorganik olabilmektedir. Bulanıklığa neden olan maddeler kum, kil, çamur, bakteriler ve koloidal parçacıklar ile çökelebilen maddeler ile planktonik organizmalar ve cansız materyal gibi çökelemeyen maddeler olmak üzere ayrılmaktadır. Bu nedenle bulanıklık, yüzücü, çözünmüş, çökelebilen, askıda katı ve koloidal maddeler ile ışık geçirgenliği parametresi ile birlikte değerlendirilmelidir.(STARY ve HLADKY, 1963)

Bulanıklık, su canlıları açısından önemli bir parametre olup, suyun ışığı doğrudan geçirme, dağıtma ve emme özelliği olarak tanımlanmaktadır. Bulanıklığın şiddeti, ışığın suya geçiş gücü ile ters orantılıdır. İçme sularında hiç olmaması istenen bulanıklık, su ürünleri açısından istenmeyen parametrelerdendir. Özellikle su yaşamı için çok gerekli olan ışığın, alt tabakalara geçmesini engellediği için, sularda bulunması hiç istenmez. Ayrıca, bulanıklığa neden olan bazı maddeler, balığın solungaçlarına yapışarak istenmeyen etkiler yapmaktadır.

Bulanıklık, su kaynaklarının verimliliğinin belirlenmesinde bir kriter olarak kullanılmaktadır. Şöyle ki, bulanıklık, eğer cansız materyalden ileri geliyorsa, o kaynağın verimliliği düşük demektir. Ancak her iki durumda da, bulanıklığın fazla olması, fotosentez olayını olumsuz yönde etkileyecektir. Dolayısıyla, su ortamındaki çeşitli dengeler bozulacaktır. Plankton üretimi düşecek, balık- besin dengesi bozulacak ve besin zinciri olumsuz yönde etkilenecektir.

Küçük göllerde bulanıklık, sıcaklık dağılımını etkilemektedir. Bulanıklık göllerdeki dip suyu sıcaklığı, suları berrak göllere göre daha azdır. Verimlilikte, sıcaklık önemli bir faktör olduğu için, bu tip göllerde düşük sıcaklıktan dolayı daha azdır.

2.4. Sulardaki Yüksek Miktardaki Askı Maddesinin Olumsuz Sonuçları

1-Suların dinlenme amaçlı(rekreasyon) kullanım değerleri düşer.

2-Balık yaşamına olumsuz etki yapar. Örneğin;

- a) Mukus tabakası zedelenir.
- b) Görme azalır.
- c) Solungaçlar zarar görür.
- d) Gözler zarar görür.
- e) Dibe çökerek bentik türler zarar görür.
- f) Balıkların yüzmesine olumsuz etki yapar.
- g) Balıkların gelişimi üzerine olumsuz etki yapar.
- h) Balıkların yumurta ve larvalarının gelişimine zarar verir.
- i) Balıkların üreme faaliyetlerini engellemektedir.

3- Suda ışık geçirgenliği azalır, fotosentezle oksijen üretimi azalır.

4-Suyun içme ve kullanımından önce arıtma giderlerini arttırır.

5-Baraj haznesinin dolmasına ve faydalı hacminin azalmasına neden olur.

2.5. Akarsulardaki Askı Maddelerini Azaltma Yöntemleri

- 1-Debisi ve rejimi düzensiz olan dereler ıslah edilmeli
- 2-Ağaçlandırma yapılmalı
- 3-Arazi kontur çizgilerine paralel olarak çizilmeli
- 4-Teraslama yapılmalı.

2.6. Askı Maddesi Derişimi Ölçüm Yöntemleri

Askı maddesi miktarı, 3 yöntemle ölçülür.

- 1-Hacim ölçüm yöntemi (volumetrik yöntem)
- 2-Kalıntı ölçüm yöntemi (gravimetrik yöntem)
- 3-Bulanıklık ölçüm yöntemi

Bulanıklık, mg/l birimi ile ölçülememektedir. Çünkü, bulanıklığın derecesi, içerdiği askı maddesi miktarına, madde cins ve şekillerine ve absorbe yeteneğine göre değişmektedir. Bu nedenle, bulanıklık ölçüsü olarak, JTU (Jackson Turbidity Unit) olarak ifade edilen bulanıklık birimi kullanılmaktadır. Burada belirtilen 1 JTU, suda 1 mg/l SiO₂' nin verdiği bulanıklık miktarıdır. Son zamanlarda, bulanıklık ölçü olarak kullanılan JTU yerine, bulanıklık birimi olarak NTU (1 JTU= 1 NTU) kullanılmaya başlamıştır (Standart metot 1995).

Jackson Bulanıklık Biriminin (JBB) ifade ettiği anlam bakımından, suyun bulanıklık durumunu açıklamak için aşağıdaki Tablo 2.5 verilmiştir. Tabloda, belirli JBB' nin ifade ettiği su derinlikleri verilmiştir (YILDIZ ve ÇELİK, 1999).

Tablo 2.5 Suyun Standart Bulanıklığı

Bulanıklık (JBB)	Su Derinliği(mm)	Bulanıklık(JBB)	Su Derinliği(mm)
10	794	100	100
15	551	150	72
20	426	200	57
30	296	300	43
50	187	500	31
75	130	1000	21

2.7. Kolloidal Maddeler

Kolloidal maddeler, askıdaki maddeler ile çözünmüş maddeler arasında geçiş oluşturan maddelerdir. Askıdaki maddelerle ortak yanları, suyun kimyasal bileşimini doğrudan değiştirmezler. Yüzeysel sularında ve yer altı sularında bulunan kolloidler, organik veya mineral kökenli olabilir. Bunların g/m³ olarak miktarları fazla değildir. Suların bulanıklığına fazla etkileri yoktur, ancak, rengini etkilerler. Bu renk, içme amaçlı kullanımlarda sorun oluşturur. Dinlenme amaçlı kullanımlarda sorun oluşturmaz. Kolloidal parçacıklar küçük olduğu için, basit filtre işlemleri ve çöktürme ile sudan ayrılmazlar. Bu yüzden, sularındaki kolloid miktarının saptanması zordur. Bu amaçla uygulanan yöntemler, ultrafiltrasyon ve ultrasantrifüj yöntemleridir. Kolloidlerin neden olduğu renk ise, kolorimetri yöntemlerle ölçülebilmektedir.

2.8. Suyun Doğal Hali

Su yeryüzünün dörtte üçünü kaplar. Suyun büyük bir kısmı denizlerde toplanmıştır. Kara kısmında göl, nehir, dere ve yer altı suları halinde toplanmıştır. Atmosferde ise, buhar ve gözle görülmeyen küçük damlalar halinde su vardır.

Su güneş enerjisi etkisi ile deniz, nehir, göl vs.gibi su birikintilerinde devamlı olarak buharlaşır.Hava akımları bu su buharlarını sürükler. Sıcaklık değişimi halinde tekrar yeryüzüne kar ve yağmur halinde düşer. Kısmen geçirgen tabakalardan geçerek yer altı sularını meydana getirir, kısmen de akar sular halinde göl ve denizlere akar. Biz bu olayların hepsine birden suyun daimi devrimi diyoruz (KUBAŞ ve HURMA, 2005).

2.9. Su Kirlenmesi Türleri

Kirlenmenin akarsu, göl ve denizlerdeki etkisini sistematik bir şekilde inceleyebilmek için alıcı ortam kirlenmesi aşağıdaki sınıflara ayrılabilir.

2.9.1. Mikrobiyolojik kirlenme

Halk sağlığı açısından en önemli kirlenme sayılabilecek olan bu sınıf, alıcı ortama atılan atıkların içinde patojenik mikroorganizmaların bulunmasından kaynaklanmaktadır. Bu tip mikroorganizmalar, yok oluncaya kadar alıcı ortam halk sağlığı açısından tehlikeli addedilmektedir.

Alıcı ortam mikrobiyolojik kirlenmeyi meydana getiren patojenik mikroorganizmaların türünü ayrı ayrı tespit etmek pratik açıdan çok zordur.

2.9.2. Organik kirlenme

Bu tür kirlenme alıcı ortamdaki organik madde konsantrasyonunun artmasından doğmaktadır. Alıcı ortamın kirlenmesi ile ilgili çalışmalarda genellikle akıtılan organik kirleticiler ayrı ayrı tayin edilememektedirler. Bunun yerine bu kirleticilerin çevreye etkilerini dolaylı bir yoldan verebilen B.O.İ ve K.O.İ gibi bazı parametreler kullanılmaktadır.

Atık sular bir alıcı ortama boşaltıldığı zaman bünyelerinin ve alıcı ortam hidro dinamiğin zorunlu kıldığı biçimde hareket ederler. Çökebilen maddeler çökerler, yzebilenler su yüzeyine çıkarlar, askıdaki katı maddeler difüzyon ve dispersiyon tesiri ile seyrelirler ve suyun içinde bulunan bakterilerin faaliyetiyle biyokimyasal ayrışıma tabi olurlar.

Tabiat organik kirlenmeyi biyokimyasal reaksiyonlar ve seyrelme yolu ile kendi kendine bertaraf edebilir. Ancak bu kirleticilerin çevreye zarar vermemesi için alıcı ortamın aşırı derecede organik kirleticilerle yüklenmemesi lazımdır.

2.9.3. İnorganik kirlenme

Suya eklenen birçok madde, inorganik kirlenmeye neden olmaktadır. Bunların arasında demir, manganez, klorürler, ağır metaller, azot, fosfor ve diğer bir çok madde sayılabilir.

Bu parametrelerin çevreye etkisi farklıdır. Doğanın bu kirleticileri zararsız hale getirme yolu ise, çöktürme ve seyrelmedir (KALEBAŞI, 1994).

2.9.4. Petrol ve petrol ürünlerinden kirlenme

Petrol ve petrol ürünlerinden meydana gelen kirlenme daha önce anlatılan sınıflara girebilmesine rağmen, deniz bilimleri açısından ayrı incelenmesi gerekir. IMCO, FAO, UNESCO, WHO, LAEA ve UN eksperlerinden oluşan ve alıcı ortam kirlenmesi ilmi açıdan incelemeyi amaçlayan komisyonunun bildirdiğine göre her yıl denize değişik yollarla akıtılan petrol ve petrol ürünleri 2-20 milyon ton arasında değişmektedir.

Petrol ürünleri kıyıya yakın noktalardan denize akıtıldığı zaman reaksiyonlarının tamamlanması için yeterli zaman olmadığından, kıyıya sürüklenirlerse değdikleri katı yüzeylerin üstünde yapışkan bir tabaka oluştururlar. Petrol ürünlerinin toksit etkileri olduğu bilinen bir gerçektir.

Deniz ve göl yüzeyinde meydana gelen petrol ve petrol ürünleri tabakası atmosferden alıcı ortama oksijen transferini ayarlar, böylece alt tabakalardaki çözünmüş oksijen miktarı azalır. Petrol ürünlerinin deniz dibine çöken parçacıkları, tabanda yaşayan canlıları belli bir süre için etkilerler.

2.9.5. Isısal kirlenme

Isısal kirlenme alıcı ortamdaki tabii sıcaklığı değiştirecek doğal dengeyi bozan kirlenmedir. Alıcı ortamın sıcaklığını değiştirebilecek ısı kaynaklarının varoluşu ekolojik dengeyi ve su kalitesini önemli bir şekilde etkiler. Isısal kirlenmenin ana kaynağı termal santrallerdir. Ancak bir çok kez değişik endüstrilerin soğutma sularıda termal kirlenmeye sebebiyet verebilir. Su sıcaklığının artması ile suyun içinde bulunan katı parçacıkların çökme hızıda artmaktadır. Böylece dip kompozisyonu etkilenmektedir.

2.10. Ağır Metaller

Eser miktarda dahi sakıncalı maddelerdir. Bu nedenle, canlı grupları içindeki birikim durumları devamlı izlenmeli ve bu konuda çeşitli araştırmalar yapılmalı. İz elementler veya eser elementler diye de adlandırılan bu metaller; Sb, Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, T, U, V, Zn, Al olarak belirlenmiştir. Bunların bazıları periyodik cetvelde metaller grubunda bile yer almamaktadır. Ancak, bu elementler, ağır metal olarak kabul edilmektedir (CISZEWSKI ve MALİK, 2003).

Ağır metaller, su ortamlarına doğal kaynaklardan ve insan faaliyeti sonucunda karışmaktadır. Bu kapsamda sayılabilecek başlıca kaynaklar arasında erozyon, yanardağ faaliyetleri, orman yangınları, ayrışma olayları, maden ocakları, evsel-endüstriyel-tarımsal kökenli atıklar bulunmaktadır. Çünkü, ağır metallerin çoğu endüstride kullanılmakta olup, en çok kullanıldığı endüstri dalları, Tablo 2.7’de verilmiştir.

Ağır metaller su ortamlarında ve canlılarda önemli sorunlar oluşturmaktadır. Özellikle, besin zinciri yoluyla artan oranlarda canlılarda birikmekte ve insana kadar ulaşan süreçte zararlı olmaktadır. Bu nedenle ağır metaller için de, bazı standartlar getirilmiştir. Örneğin su için kabul edilebilir ağır metal değerleri Tablo 6.1.’de, sulama sularında izin verilen en yüksek değerler Tablo 2.9’da verilmiştir.

Ağır metaller, su ortamlarına doğal kaynaklardan ve insan faaliyetleri sonucunda olmak üzere iki yolla ulaşır.

2.10.1 Çinko

Çinko atıkların başlıca kaynağı elektrolitik kaplama banyolarıdır. Bu banyoların çoğunluğu çinko siyanür içeren bazik çözeltilerdir. Bu banyolardan ortaya çıkan atık suda çinko genellikle çinko siyanür $Zn(CN)_2$ ve çinko ferro siyanür $Zn_2[Fe(CN)_6]$ halinde bulunur.pH genellikle 9’un üzerindedir.

Saç levhaların, boruların galvanizlenmesi işleminin genellikle sıcakta daldırma yöntemi ile yapılır. Bu yöntem genellikle kesiksiz olarak uygulanır. Galvanizleme, bazik çözeltide siyanürlü ortamda ve asidik ortamda $ZnSO_4$ çinko sülfat varlığında yapılabilir. Atık sularda bu iyonların yanında demir iyonları bulunur (JORGE ve CHİO, 2003).

Viskoz rayon üretim prosesinde 0,25-1 g Zn/l lik konsantrasyonlarda atık su çıkabilir. Boya ve pigment üretiminden de 0,2-10 mg/l' ye kadar çinko içeren atık sular oluşabilir. Çözünme ve havalandırma yolu ile yeryüzünde yılda 720000 ton çinkonun yayıldığı hesaplanmıştır. Baltık denizindeki çökeltme yılda 4000 ton olarak tahmin edilmektedir.

Karadeniz derin deniz sedimanlarında çinko miktarının alt sınırı yaklaşık 70 ppm olarak bulunmuştur. Batı Karadeniz sedimanlarında $111,2 > \mu > 73,56$ ppm; Orta Karadeniz sedimanlarında $154,1 > \mu > 70,50$ ppm ve Doğu Karadeniz sedimanlarında ise $130,3 > \mu > 76,56$ ppm oranlarında çinko bulunmaktadır.

İstanbul Haliç'in sedimanlarında ise 450 ppm'e varan değerler gözlenmiştir (30,8-450 ppm aralığı). Haliç suyundaki ortalama çinko konsantrasyonu ise 0,019 ppm olarak bulunmuştur.

Yüzey sularındaki çinko konsantrasyonları insan aktiviteleri ve şehirleşmeler ile bağlantılıdır. Artan tuzluluk (% 8-% 32) sedimantasyona yol açarak sudaki çinko düzeyinin azalmasına neden olmaktadır. 18-23 °C de pH 7,7-8,2 de deniz suyundaki çinkonun % 99'u kil üzerinde 3 günde adsorbe edilmektedir. Çinkonun % 1'i (0,02 mg/L) çözültide kalmaktadır.

Düşen pH ve ortamın artan redoks potansiyeli sedimanlardaki çinkonun çözünerek çözültiye geçmesini sağlamaktadır.

Çinkonun İnsan ve Diğer Memelilerde Zehirlilik Etkileri : Ergin bir insanda günlük Zn ihtiyacı 8- 20 mg/L kadardır. İnsan vücudu 2 gram kadar çinko içerir ve Zn birçok enzim sistemine girer (SASTRE v.d. 2001).

İnsan için en düşük letal dozun LD 500 $\mu\text{g}/\text{kg.gün}$ olduğu bilinmektedir. Çinko oksit için en düşük toksik doz TD 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dür. Bu takdirde, çinko oksit solunmakla akciğer sistemini etkilemektedir. Buharlarının solunması ile akut metal duman humması, boğaz tahrişi, öksürme, solunum güçlüğü, adale ve eklem ağrıları, mide tahrişi; peptik ülserler ve çeşitli karaciğer etkileri çinkonun kötü etkileridir.

Çinkonun deniz ürünlerini yemekten kaynaklanan herhangi bir insan hastalığına katkısı yoktur. Galvanize borulardan uzun süre su kullanımından kaynaklanan çinko zehirlenmesi ile ilgili bir çok kayıt vardır. 40mg/L Zn içeren su içen iki yetişkin insanda iritabilite, adale katılığı ve ağrı, iştahsızlık ve bulantı görülmüştür. Çinko aşırısının kanserojenik, mutagenik ve teratogenik (cenin anomalileri) özellikler gösterdiğine dair delil yoktur.

2.10.2 Bakır

Ergin bir insanda 100-150 mg kadar bulunur ve besinler yardımı ile günde ortalama 3.7 mg Cu özümlemeye girer.

Elektrik kabloları, oto radyatörleri, elektrolitik kaplama, bakır ve pirinç üretim fabrikaları, alet, edevat imalatları atıklardaki bakırın kaynağıdır. Bakırın elektrolitik kaplama banyoları asidik sülfatlı, pirofosfatlı, fluro boratlı ve alkali siyanürlü olmak üzere 4 grupta toplanabilir. Demir üzerine bakır kaplamak için daldırmak yeterlidir. Cu üzerine çoğu defa kromatlar, altın, kalay vb. kaplanır.

Alkali siyanür banyolarının atıklarında NaCN, KCN, Na₂CO₃, Cu₂(CN)₂ ve çözülmüş K₃[Cu(CN)₄] bulunur ve pH ları 11-12 arasındadır. Bu arada kaplanan materyalin iyonları da çözeltide serbest veya kompleksleri halinde bulunmaktadır.

Asidik banyoların atıklarında ise, bakır ve asit banyolarından başka tioure, melas, jelatin vb. bazı katkı maddeleri de bulunmaktadır. Elektronik baskı devre endüstrisi atıklarında bakır yanında krom, kalay, çinko, kadmiyum ve nikel gibi metallerde bulunacaktır.

Bakır, sedimanlarda, özellikle anaerobik ortamlarda, sülfürü halinde bulunmaktadır. ($PCuS=8.10^{-36} \text{ mol}^2/l^2$; $PCu_2S=1.10^{-48} \text{ mol}^3/l^3$)

Mikroorganizmalarda bakır birikimi bilinmektedir. Framboit'lerde bakır birikimi, hatta zenginleşmesi gözlenmiştir. Batı Karadeniz sedimanlarında $83,6 > \mu > 30$ ppm ; Orta Karadeniz sedimanlarında $49,5 > \mu > 37$ ppm; ve Doğu Karadeniz sedimanlarında $61,2 > \mu > 54,9$ ppm konsantrasyonunda bakır bulunmaktadır.

İstanbul Haliç'inin yüzey sularının ortalama Cu içeriği 0,02-07 ppm' dir. Sedimanlarda bu oran daha da büyüktür (53- 184 ppm Cu).

2.10.3 Civa

Civanın su, hava ve topraktaki dağılımı oldukça karışıktır ve yalnızca konsantrasyonların mutlak değerleri değil, fazlar ve sudaki aktarım ilişkileri de önemlidir.(UEGO v.d. 2003).

Kıt'alarda 1000 m derinliğe kadar olan kısımlarda toplam Hg miktarı 4×10^{10} ton'dur. Çevre için problemin ana kaynağı olarak 3×10^7 tonluk ortalama görünür rezerv bulunmaktadır.

Cıva bileşikleri büyük oranda klor-alkali endüstrisinde ve az oranda da ziraat, dişçilik, elektrikli cihazlar ve eczacılıkta kullanılmaktadır. Hg deşarjlarına bakılırsa, deşarj edilen toplam miktarlara bakmak yerine bölgesel atıkların sonucu ortaya çıkan konsantrasyonları dikkate almak önemlidir. Göller, körfezler, haliçler ve benzeri su kütleleri, noktasal deşarjların yarattığı yüksek Hg konsantrasyonlarından rahatsız olurlar.

Ev ve büroların havasındaki cıva düzeyi şehir havasının içerdiği düzeyden çok daha yüksektir. Bu durum, kısmen PVC ve diğer sentetik reçinelerin imali sırasında cıvalı katalizör kullanılmasından kaynaklanır. Duvar kağıtlarını, lateks boyalarını ve banyo fayanslarını döşemek için ve çimentoyu küften korumak için katılan cıvalı fungusidler diğer kaynaklardır.

Şehir atmosferindeki cıva çeşitli kaynaklardan gelir. Yakıtlardan kaynaklanan cıva baca emisyonu olarak şehir havasına dağılır. Fabrikalardan, özellikle metalürji fabrikalarından, enerji santrallerinden, seramik ve çimento imalatından ortama önemli cıva katkıları olur. Jeotermal su kaynakları, orman yangınları da bitki terlemeleri ve toprak kurumalarının yanında atmosfere cıva salar.

İnsanda ve Diğer Memelilerde Cıvanın Zehirlilik Etkileri : Günde yaklaşık 0,005-0,02 mg cıva insan vücuduna girmektedir. Japonya'da Minamata ve Niigata'daki kitlesel zehirlenmeler metil cıvanın insan üzerine etkisini araştıran çalışmaları arttırdı ve bu maddenin toksikolojisi iyice ortaya konuldu. OECD (1974) raporlarına göre merkezi ve çevresel sinir sisteminin hasarı, doğumsal hastalıklar ve metil cıva ile (oral ve plasenta yolu ile) 5 yıl üzerinde (Minamata Körfezinde olduğu gibi) temas sonucu ölüm ortaya çıkmaktadır (RENNER, 1995).

Irak'ta metil cıva ile kirlenmiş tohumların kullanılmasından ortaya çıkan kitlesel zehirlenmelerde, ortalama doz, 32 günlük bir periyotta 0,08 mg/ kg.gün' dür.

Metil cıva klorür'ün kobaylarda oral LD50 değeri, 21 mg/ kg.gün'de ele geçmektedir. İnsan için oral LD50 veya öldürücü (letal) olduğu belirtilen en düşük doz 5,0 mg metil cıva klorür /kg.gün' dür.

Metil cıva klorür' ün mutagen etkileri ve üretkenlik de araştırılmıştır. Sıçanda 2,0 mg metil cıva klorür / kg.gün dozu teratogenik etkilere yol açmaktadır.

2.10.4 Kadmiyum

Demir çelik, kadmiyum, çinko, kurşun ve bakır üretiminde saflaştırma ve ekstraksiyonunda kullanılan prosesler ana kadmiyum kaynaklarıdır.

Kadmiyum ana kullanım yerleri, elektrolitik kaplama (%45), boya, mürekkep ve plastiklerde kullanılan pigmentlerin bileşimi (%21), çoğunlukla PVC için kullanılan plastik stabilizatörler (Cd/Ba stearatlar) (%15), alaşımlar (% 7,5) nikel kadmiyum pilleri (%3)'dir. Lastik sertleştirilmesi, fotoğrafçılık (CdBr₂, CdI₂), kaydırıcılar, özel aynalar fungusidlerin ve insektisidlerin (Cd pentakloro fenat, Cd antiranilat gibi kene uzaklaştırıcı) üretimi, televizyon tüpleri nükleer santrallerde merkezsel çubuk üretimi ve katı hal sistemlerinde de vb. yaklaşık (% 8,5) oranında kadmiyum kullanım alanı bulur. Çinko metalürjik proseslerinde kadmiyum daima birlikte bulunur.

İnsan ve Diğer Memelilerde Kadmiyumun Zehirlilik Etkisi : Kadmiyum ile zehirlenme soluma veya beslenme yolu ile olur. Besin yolu ile geçen Cd zehirlenmesi böbrek ve kemik hastalıklarına (Itai-Itai hastalığı) yol açar.

Cd ve Zn arasında kuvvetli bir metabolik ilişki vardır ve patojenik tehlike bu iki elementin birlikte birikimi ile gerçekleşir. İnsan ve yüksek memelilerde çinko genellikle çok az absorbe edilir ve çoğu dışarı atılır.

Japonya'da bir çinko maden işletmesinin atık sularıyla kirlenmiş suların suladığı pirinç tarlalarında toplanan pirinçte, Japon pirincinin içerdiği ortalama Cd düzeyinin 10 katı Cd bulunmuş ve bu pirincin yenmesi ile yaklaşık 100 ölüm olayı olmuştur. Farelerde oral 88 mg Cd/ kg.gün' lük doz LD 50 değerdedir. Kobaylar için ise bu değer 63 mg Cd/ kg.gün'dür.

Cd etkisi ile, böbrek üstü bezi etkileri, kansızlık, testis ve overlerde nekroz ve indirgenmiş hemoglobin düzeyleri gözlenmiştir.

0,224 ppm CdCl₂ ile temas ettirilen hamster ovaryum hücrelerinde kromozomların tahribi ve çok katlı kromatid sapmalar gözlenmiştir.

Cd'un nörotoksisitesi üzerinde literatürde bulunamamıştır. İnsan vücudu yaklaşık 30 mg kadar Cd içerir ve normal olarak günde 0,2- 0,5 mg Cd özümleir. (BAYKUT v.d. 1987)

2.10.5 Kurşun

Doğal kaynaklardan çevreye olan kurşun katkısı önemli derecede değildir. Yerkabuğundan difüze olan ve havayla taşınan kurşun ile atmosferdeki kurşun konsantrasyonu yaklaşık 5. 10⁴ µP / m³ hava 'dır. Bugün Grönland buzullarındaki Pb miktarı, doğal düzeyin 400 katıdır.

Çevrede kurşun kirlenmesinin başlıca kaynağı alkil kurşun katkı maddelerini içeren motor yakıtlarının yanmasıdır. Yanan benzindeki alkil kurşunun % 70' i havaya Pb tanecikleri halinde derhal yayılır; geri kalanı ise egzoz sisteminde ve karter yağında kalır, çevreye buralardan yayılır. Havaya yayılan kurşun, diğer bölgelere hava yolu ile taşınır (UEGO v.d. 2003).

Kurşun kullanan veya üreten işletmelerde kurşun kirliliğine katkıda bulunurlar. Hava ile taşınan kurşun çok uzaklardaki toprak kirliliğinin inde nedeni olabilir.

Kurşun ve bileşikleri genellikle, benzin katkı maddesi alkil kurşunların, akümülatörlerin üretiminde, pigmentlerin, su borularının, alaşımların ve insektisidlerin üretiminde, tekstilde kullanılmaktadır.

Elektrolitik kurşun kaplama nadiren uygulanır. (Cu ve Sn kaplama ile birlikte elektronik baskı devre üretiminde), atık sularında kurşun yanında kalay, bakır, çinko, nikel katyonları yanında tetrafluoraborat, borat ve sülfat anyonları bulunabilir.

İçme sularının kurşun borularla nakledilmesi, içme sularındaki kurşun miktarının standartlaşmasına yol açmıştır.

Tablo 2.6 Kurşun için içme suyu standartları

Ülke –Kuruluş	Yıl	Standart (mg/l)
Rusya	1970	0.1
WHO- Avrupa 1970	1970	0.1 (0.3)**
Uluslar arası 1971	1971	0.1
Güney Afrika	1971	0.05
EEC	1975	0.05
U. S. EPA	1975	0.05
Anglian Water Authority, İngiltere	1978	0.1 (0.07)***
Kanada	1978	0.05

* Bu sınırlar bazı hallerde ham suya, bazılarında nokta kullanım sularına uygulanır ve aralarında bir farklılık belirtilmemiştir.

** Yüksek olan değer, Pb borularla 16 saat temas eden sular içindir.

*** 0.07 mg/l maksimum istenen değerdir.

Kurşun, artan tuzluluk ile sedimanlardan desorbe de olabilir. Organik maddelerle kararlı Pb kompleksleri oluşabilir ve kurşun aktarımında etkili olabilir. Ortamın artan pH' ı genellikle kompleksleşmiş Pb miktarını arttırır.

İnsan Ve Diğer Memelilerde Kurşunun Zehirlilik Etkisi : İnsan üzerindeki kurşun etkisi, kullanılan kap- kacak, yenen yemekler ve solunan hava yoluyla toplu ölümlere kadar gitmiş sonuçlarla bellidir. Kurşunun akut toksik etkisi azdır ve kronik zehirlenmelerin nedeni olur. Kurşun esasen insan ve hayvan bünyesinde bir miktar bulunur. Normal olarak besinlerden, sulardan ve havadan 0,4 mg/gün Pb insan vücuduna girer. İnsan ve diğer memelilerin dokularında biriken kurşun, bir süre sonra zehirlenmelere yol açar. Çocuklar yetişkinlere nazaran daha kolaylıkla kurşun zehirlenmesinden etkilenir. En bilinen çocuk kurşun zehirlenmesi, kurşun içeren boya parçalarının çocuk tarafından yutulmasıdır. Bu vakada beyinde hasar, kansızlık, böbreğin zarar görmesi ve nörolojik fonksiyonsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Kurşun asetat, subasetat ve kurşun fosfat sıçanlara kanserojeniktir; ağızdan verilince böbreklerde selim ve kötü tümörler oluşmaktadır. İnsanda ise herhangi bir yerde kurşun tuzları ile temasta kanser oluşumu için bilgi yoktur. Yalnızca kansere uzanan bir epidemiolojik çalışma vardır.

2.10.6 Krom

Kroma endüstrinin hemen her dalında rastlanır. Isı değiştiricilerinde korozyon inhibitörü olarak, soğutma sularında pompaları korumak için bir çok alaşımının yapısında ve metal kaplamada, tekstil boyalarında, tekstil endüstrisinde alglerin kontrol altında tutulmasında, debagatta krom bileşiklerine çok rastlanır.

Metalürjide ferro kromlar, silikokromlar, ferrosilikokromlar özel çelik ve metalik krom alaşımların üretiminde kullanılır.

+6 ve +3 değerlikli krom debagatta kullanılır. +6 değerlikli krom melas veya başka indirgenlerle önce +3 değerlikli krom haline indirgenir. Debagat atık sularında sülfürler, amonyak- N, enzimler, yüzey aktif maddeler, yağ-gres, lanolinler, boyalar ve çözünmüş bir çok organik madde bulunur. pH değeri 9.5- 12 arasındadır.

Pigment endüstrisi (örneğin, kurşun kromat üretimi) nde korozyon inhibitörlerinde (kalsiyum kromat), tahta koruyucu maddelerin üretimi ve kullanımında, boya endüstrisinde (oksidant olarak), fotoğrafçılık ve fotokopi bileşenlerinde krom, +6 değerlikli olarak kullanılır.

Elektrolitik kaplama endüstrisinin atıklarında Cr, +6 ve onun indirgenme ürünü olan +3 değerlikli olarak bulunur. Kromla birlikte , çinko, bakır, demir, kurşun, alüminyum siyanür ve fluorür de birlikte bulunabilir. Krom, genellikle CrO_4^{2-} veya $Cr_2O_7^{2-}$ halindedir (SISKA, 2004).

İnsan ve Diğer Memelilere Kromun Zehirlilik Etkisi : Krom, çoğu biyolojik materyalde proteinlerde, nükleik asitlerde ve çok çeşitli düşük molekül tartılı ligandlarda +3 şeklinde bulunur. +6 değerlikli şekli oksidasyon potansiyeli ve biyolojik membranlardan kolaylıkla geçebilmesi nedenleri ile +3 değerlikli şeklinden çok daha zehirlidir. İnsan için örneğin bir çocuk için letal olabilen en düşük doz LD, oral olarak 26 mg/ kg tartı/ gün Cr alınmasıdır. Cr⁺⁶ in yüksek zehirliliği 14 yaşındaki bir çocuğun tek dozluk 10 mg Cr (VI) kg tartı alması sonucunda ölümü ile açıklık kazanmıştır. Ölümden önce kan etkileri ve koma görülmektedir. Krom endüstriyel temas sonucunda mukoz membranların tahribi, nazal septum'un perforasyonu (burun ara bölmesi delinmesi) ve akciğer kanseri ortaya çıkmaktadır. Akut böbrek hasarı da belirtilmektedir.

Birçok krom (VI) bileşiğinin gerek temas sonucu ve gerekse soluma sonucunda insanlar ve diğer canlılar üzerinde aynı etkiyi göstermesi ve bu bileşikleri sınıflandırmanın mümkün olmayışı sonucunda, bütün Cr (VI) bileşiklerinin aynı etkiyi gösterdiği sonucunda karar kılınmıştır.

Son zamanlarda, aktarım proseslerinde aktif tür olarak rol almalarından dolayı +3 değerlikli krom da şüphe altındadır.

2.10.7 Ağır Metalleri Kullanan Sanayiler

Tablo 2.7 Ağır Metal Kullanan Sanayiler

Endüstri dalı	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt, karton ve selüloz		+	+		+		+	+		+
Organik kimyasal, petro-kimya	+	+			+		+		+	+
Alkali, klor, inorganik kimyasal	+	+		+	+		+		+	+
Kimyasal gübreler		+	+	+		+				+
Petrol rafinerileri	+	+	+	+			+	+		+
Demir-çelik dökümhaneleri	+	+	+	+	+		+	+	+	+
Demir-çelik dışındaki metal	+	+	+	+	+		+			
Motorlu taşıt, uçak kaplama	+	+	+		+			+		
Cam, çimento, asbest		+	+	+		+	+	+	+	
Tekstil	+	+		+	+		+	+		
Deri tabaklanması		+								
Elektrik (buharla çalışan)		+								

Tablo 2.8 Su Ürünleri İçin Ağır Metal Değerleri (mg/kg)

Su ürünleri	As	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn
Balık	1.00	0.50	0.10	1.00	20.00	50.00
Yumuşakça	1.00	0.50	0.10	1.00	20.00	50.00
Kabuklu	1.00	1.00	1.00	2.00	20.00	50.00

Tablo 2.9 Sulama Suyu İçin İzin Verilen Ağır Metal Değerleri

Elementler	Sürekli Kullanım İçin	Kısa Süreli Kullanım Ve İnce Tanecikli Zemin İçin (g/m ³)
Alüminyum	1.0	20.0
Arsenik	1.0	10.0
Bakır	0.2	5.0
Berilyum	0.5	1.0
Bor	0.75	2.0
Kadmiyum	0.005	0.05
Krom	5.0	20.0
Kobalt	0.2	10.0
Kurşun	5.0	20.0
Lityum	5.0	10.0
Manganez	2.0	20.0
Molibden	0.005	0.05
Nikel	0.5	2.0
Selenyum	0.05	0.05
Vanadyum	10.0	10.0
Çinko	5.0	5.0

2.10.8. Ağır Metallerin Sulara Ulaşmasında Etkili Doğal Kaynaklar :

- 1-Erozyon sonucu, ağır metallerin akarsular yardımıyla kıyılara taşınması.
- 2-Derin denizlerin diplerindeki volkanik faaliyetler sonucu, açığa çıkan ağır metallerin deniz ortamına karışması.

3-Karasal ortamlardaki doğal olaylar (volkanlar, erozyon, orman yangınları vs.) sonucunda açığa çıkabilecek ağır metallerin atmosfere karışması ve atmosferik olaylar sonucunda su ortamlarına ulaşması.

4-Jeolojik olaylar sonucunda olan ayrışma ve aşınma olayları neticesinde ağır metallerin su ortamlarına ulaşması.

Ağır Metallerin Sulara Ulaşmasında Etkili İnsan Faaliyetleri

İnsan faaliyeti sonucunda oluşan ağır metal kirliliğini 5 grup altında toplamak mümkündür. Bu gruplar;

- 1-Maden arama, çıkarma ve işleme faaliyetleri
- 2-Endüstriyel atıklar
- 3-Evsel atıklar
- 4-Tarımsal faaliyetler
- 5-Diğer faaliyetler

Yukarıdaki gruplardan endüstriyel atıklar önemli bir grubu oluşturur. Çünkü, bir çok ağır metal çoğu endüstri dalının, önemli atık grubunu oluşturur. Sonuçta bu endüstri dallarında ağır metal kirliliği sorunu gündeme gelmektedir.

Ağır metaller, eser miktarlarda dahi sakıncalı maddelerdir. Bu nedenle canlılardaki birikimleri devamlı izlenmeli ve araştırılmalıdır. Ağır metaller Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS) ile ölçülür (KUBAŞ ve HURMA, 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

3.1.1 Temel kavramlar

Atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS), ışığın gaz halindeki atomlar tarafından absorpsiyonun ölçülmesi ilkesine dayanır. Işığı absorplayan atomlar, temel enerji düzeyinden kararsız uyarılmış enerji düzeylerine geçerler ve absorpsiyon miktarı, temel düzeydeki atom sayısına bağlıdır. Dengede bulunan bir sistemde, uyarılmış düzeydeki atom sayısının temel düzeydeki atom sayısına oranı Boltzman eşitliği ile verilir. 3000 K den düşük sıcaklıklarda, uyarılmış düzeydeki atom sayısı ,temel düzeydeki atom sayısı yanında ihmal edilebilir (TOKALIOĞLU v.d. 1999).

3.1.2 Atomik absorpsiyon spektrofotometreleri

İlke olarak diğer absorpsiyon spektrometrelerine benzeyen atomik absorpsiyon spektrofotometrelerinin en önemli bileşenleri, analiz elementinin absorplayacağı ışımayı yayan ışık kaynağı, örnek çözeltisinin atomik buhar haline getirildiği atomlaştırıcı, çalışılan dalga boyunun diğer dalga boylarından ayrıldığı monokromatör ve ışık şiddetinin ölçüldüğü dedektördür.

Oyuk katot lambaları olarak bilinen ışık kaynakları düşük basınçta (birkaç mmHg) neon veya argon gibi asal bir gazla doldurulmuş silindir biçiminde lambalardır.

Bunlarda kullanılan katot, oyuk bir silindir şeklindedir ve analiz elementinden yapılmıştır. Anot ise, tungsten veya nikelden yapılmış bir teldir. Anot ile katot arasında 100-400 voltluk bir gerilim uygulandığında lamba içindeki asal gaz atomları iyonlaşır. Böylece ortamda iyonlar ve elektronlar oluşur. Bu iyon ve elektronlar, katoda çarparak yüzeydeki metal atomlarını koparır ve uyarırlar. Uyarılan atomlar, temel enerji düzeyine dönerlerken katot elementine özgülü dalga boyundaki ışığı yayırlar. Oyuk katot lambaları, atomik absorpsiyon spektroskopisi yönteminde en fazla kullanım alanı bulan ışık kaynaklarıdır. İncelenen her element için, o elemente özgülü oyuk katot lambasının spektrofotometreye yerleştirilmesi gerekir.

Atomik absorpsiyon spektroskopisi ile analizlerin en önemli dezavantajı, her element için ayrı bir oyuk katot lambası kullanımını gerektirmesidir. Bu nedenle çok elementli oyuk katot lambaları geliştirilmesi düşünülmüştür. Bu lambalarda katot, incelenecek elementleri içeren alaşımlardan, metalik bileşiklerden veya toz haline getirilmiş metal karışımlarından yapılır. Çok elementli lambalarda ortaya çıkan en önemli sorun, özellikle üçten fazla element içeren lambalarda, lambanın emisyon şiddetinin azalması ve bunun sonucu olarak gözlenebilme sınırının büyümesidir. Elektrotsuz Boşalım lambaları olarak adlandırılan lambalar As, Se, Sb gibi uçucu ve küçük dalga boylarında (<200 nm) absorpsiyon ve emisyon yapabilen elementler için geliştirilmişlerdir. Bu lambaların ışık şiddetleri, oyuk katot lambalarına oranla birkaç kat daha fazladır. Elektrotsuz boşalım lambalarında elektrotlar lambanın dış çeperlerine yerleştirilmiştir. 1-2 cm boyunda ve 5-10 mm çapındaki bir kuartz tüpe düşük basınçta argon gazı ile analiz elementinin 1-2 mg'ı yerleştirilir ve kuartz tüpün dış çeperleri ile temastaki elektrotlar arasında 200 watt'lık bir güç ile uyarma sağlanır. Daha önce gördüğümüz sürekli ışık kaynakları (Hidrojen veya döteryum lambaları, yüksek basınçlı ksenon lambaları) atomik absorpsiyon için ilk bakışta çok çekici ışık kaynaklarıdır. Bu lambalar, çok iyi bir kararlılık gösterdikleri ve geniş bir dalga boyu aralığında ışık yaptıklarından, analizi yapılacak her element için ayrı bir oyuk katot lambası kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırırlar. Fakat atomlar çok dar bir frekans aralığında absorpsiyon yaparlar. Sürekli ışık kaynağının yaydığı geniş dalga boyu aralığındaki ışığın atomlar tarafından absorplanan miktarı ölçülemeyecek kadar küçüktür.

Absorbsiyon hücresi olarak da adlandırılan atomlaştırıcının görevi, örnekteki iyonlardan ve moleküllerden, analizi yapılacak elementin temel düzeydeki atom buharını oluşturmaktır. Atomik absorpsiyon spektroskopisinde analizin başarısı, atomlaştırmanın etkinliğine bağlı olduğundan, düzeneğin en önemli bileşeni atomlaştırıcıdır. Kullanılan atomlaştırıcıları iki başlık altında incelemek mümkündür. Bunlar alevli atomlaştırıcılar ve alevsiz atomlaştırıcılarıdır.

Alevli atomlaştırıcılarda örnek çözeltisi aleve havalı (pnömatik) bir sisleştirici yardımı ile püskürtülür. Çözelti aleve ilk püskürtüldüğü zaman, damlacıkların kuruması yani çözücünün buharlaşmasıdır. Buharlaşma hızı, damlacıkların büyüklüğüne ve çözücü türüne bağlıdır. Buharlaşma sonucu oluşan katı parçacıklar, alev sıcaklığının etkisiyle çeşitli değişikliklere uğrarlar. Organik bileşikler yanarken, inorganik maddeler buharlaşır veya birbirleriyle ve alev gazları ile tepkimelere girerler. Çözeltideki taneciklerin buharlaşmasından sonra oluşan gaz moleküller, ısısal ayrışma ile atomlarına ayrılırlar. Alev içinde, analiz elementinin atomlarından başka, CO₂, C, H₂O, O₂, H₂, H, OH, NO, N₂ gibi birçok yanma ürünleri de oluşur. Bu nedenle alevdeki olaylar son derece karmaşıktır.

Tablo 3.1 AAS yönteminde kullanılan çeşitli alev türleri

Yanıcı gaz	Yakıcı gaz	Sıcaklık °C
Doğal gaz	Hava	1800
Propan	Hava	1900
Hidrojen	Hava	2000
Asetilen	Hava	2300
Hidrojen	Oksijen	2700
Asetilen	Diazotoksit (N ₂ O)	2800
Asetilen	Oksijen	3100

Yukarıdaki tabloda, en çok kullanılan alev türleri ve bunların maksimum sıcaklıkları verilmiştir.

Bakır, kurşun, çinko ve kadmiyum gibi kolay atomlaşan elementler için düşük sıcaklığa sahip alevler, örneğin doğal gaz-hava alevi kullanmak yeterlidir. Toprak alkali metallere gibi kararlı oksitler oluşturan elementler için asetilen –hava alevi ile duyarlı sonuçlar alınabilir.

Alüminyum, berilyum, silisyum, vanadyum ve nadir toprak elementleri ise çok kararlı oksitler oluştururlar. Bunların atomlaşması için ise, çok yüksek sıcaklığa sahip asetilen-diazotoksit veya asetilen-oksijen alevlerinin kullanılması gerekir. Atomlaştırıcı olarak alev kullanıldığında, örnek çözeltisi aleve sürekli olarak gönderilir ve bir analiz için 0.9-1.0 mL çözelti kullanılır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, özellikle eser miktarlardaki metallere nicel analizleri için çok yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Analizi yapılacak element için, bilinen derişimde çözeltiler kullanılarak, kalibrasyon doğrusu veya standart ekleme doğrusu oluşturulur ve örnek çözeltilisindeki derişim saptanır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisinde çeşitli elementler için değişik atomlaştırma yöntemleri ile elde edilebilen gözlenebilme sınırları Tablo 3.2’ de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi grafit fırınlarda elde edilebilen sınırlar, tüm elementler için, aleve oranla daha küçüktür.

Hidrürü oluşturularak nicel analizi yapılabilen elementler için ise, bu yöntemle elde edilen gözlenebilme sınırları, kalay dışında, alev ve grafit fırınlarda elde edilen sınırlardan daha düşüktür (TOKALIOĞLU v.d. 1999).

Çevre sağlığı ve kalite kontrol amacıyla içme, kaynak, nehir, göl, deniz ve fabrika atık sularında eser element analizleri için en yaygın olarak kullanılan spektroskopik yöntem atomik absorpsiyon spektroskopisi yöntemidir. Bu sulardaki Ca ve Mg analizleri hava-asetilen alevi ile gerçekleştirilebilir. Derişimi daha düşük elementler için ise, grafit fırın kullanılır. Deniz suyu gibi aşırı tuz içeren örneklerde, oluşacak engellemelerin önüne geçmek için özel yöntemler geliştirilmiştir.

Tablo 3.2 Çeşitli Elementler İçin Değişik Atomlaştırıcılarla Elde Edilen Gözlenebilir Sınırları µg/l

Element	Alev	Grafit Fırın	Hidrür Yöntemi
Ag	1	0.005	
Al	30	0.01	
As	20	0.2	0.02
Au	6	0.1	
B	1000	15	
Ba	10	0.04	
Be	2	0.03	
Bi	20	0.1	0.02
Ca	1	0.05	
Cd	0.5	0.003	
Co	6	0.02	
Cr	2	0.01	
Cu	1	0.02	
Fe	5	0.02	
Hg	200	2	
K	1	0.002	
Li	0.5	0.2	
Mg	0.1	0.004	
Mn	1	0.01	
Mo	30	0.02	
Na	0.2	0.01	
Ni	4	0.2	
P	50000	30	
Pb	10	0.05	
Pt	40	0.2	
Sb	30	0.2	0.1
Se	100	0.5	0.02
Si	50	0.1	
Sn	20	0.2	0.5
Te	20	0.1	0.02
Ti	50	0.5	
Tl	10	0.1	
V	40	0.2	
Zn	1	0.001	

*100 ml örnek çözeltisi için verilmiştir.

İnsan vücudunda eser miktarda bulunan elementlerin tümünün fonksiyonları henüz tam olarak belirlenmemekle beraber, bazılarının gerekli olduğu, bazılarının ise belirli bir miktarın üzerinde toksik etkiler gösterdiği kanıtlanmıştır. Hastalık teşhisi ve tedavisi amacıyla kan ve serum örneklerinde Cu, Zn, Se, Co, Cd, Mn, Mo ve V analizleri çok yaygın olarak yapılmaktadır. Bu örneklerde de karşılaşılan en önemli sorun, aşırı tuz içeriği nedeniyle zemin absorpsiyonudur. Bunun önüne geçebilmek için yapılan seyreltme, analizi yapılacak elementin gözlenebilme sınırının altına düşülmesine neden olabileceği için, zemin absorpsiyonunun düzeltilmesi için uygulanan yöntemlerden kullanılmalıdır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, ayrıca, gıda endüstrisi, demir ve çelik endüstrisi, cam ve seramik endüstrisi ve çimento endüstrisinde kalite kontrol amacı ile çok yaygın olarak uygulanmaktadır. Jeolojik örneklerdeki eser element analizlerinde karşılaşılan en önemli sorun, tüm kayalar için geçerli bir çözme işleminin olmayışıdır. En çok uygulanan yöntem LiBO₂ ile eritiş yöntemidir. Bu durumda standart çözeltilerde %1 LiBO₂ içerecek şekilde hazırlanır. HF, HCl, HClO₄, HNO₃ ve H₂SO₄ asitleri yalnız başına veya uygun oranlarda karıştırılarak teflon bombalarda kayaç, filiz, kil gibi zor çözünen örneklerin çözümleri sağlanabilir.

3.1.3. Girişimler

Bir element veya molekülün başka bir elementin tayinini karıştırmasına **girişim** denir. Girişim, tayini yapılan elementin verdiği sinyalin büyütülmesi veya küçültülmesi şeklinde olabilir. Buna göre element fazla veya noksan bulunur (GÜNDÜZ, 1993).

Girişimler kaynaklarına göre başlıca beş gruba ayrılır. Bunlar şöyledir :

- 1-Kimyasal
- 2-Fizikse
- 3-Spektral
- 4-İyonlaşma
- 5-Zemin

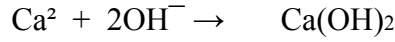
3.1.3.1. Kimyasal girişimler

Bir numunede tayini yapılan elementin dışında kalanlara matriks denir. Matriks içinde bulunan bazı elementler veya gruplar tayini yapılacak elementin atomlaşma sıcaklığında atom veya gruplar halinde bulunurlar. Bunlardan birinin atomları veya grupları tayini yapılacak elementin atomlarıyla reaksiyona girerler ve yeni bir madde meydana getirirler. Bu yeni meydana gelen madde çalışma ortamındaki sıcaklıktan daha yüksek sıcaklıklarda atomlarına ayrıldığından, tayini yapılan madde noksan bulunur. Kimyasal girişimler ikiye ayrılır (TURGUT, 2002).

- 1-Kasyon girişimleri
- 2-Anyon girişimleri

Kasyon girişimlerine metal karışımları da denir. Buna bir iki örnek şöyledir. Magnezyum tayini yapılan numunede ayrıca alüminyum varsa, magnezyumun yüzdesi düşük bulunur. Çünkü magnezyumun tayin sıcaklığında, ortamda magnezyumla birlikte alüminyum da atomlaşır ve magnezyum atomları alüminyum atomlarıyla reaksiyona girer ve yeni bir madde (alaşım) meydana gelir. Bu maddenin atomlarına ayrılması için daha yüksek sıcaklıklara gerek olduğundan, magnezyum düşük bulunur.

Anyon girişimleri, yalın veya kompleks anyonlardan olabilir. Kompleks anyon söz konusu sıcaklıkta nötral gruplara veya moleküllere ayrılır. Bunlarda tayini yapılan element atomlarıyla yeni bileşik veya bileşikler meydana getirirler. Kalsiyum tayinini OH grupları büyük ölçüde etkiler



ve kalsiyum noksan bulunur. Ancak ortamda H atomları bulunursa bu girişim büyük ölçüde önlenir. Bazı anyonlarda metal atomlarının buharlaşmasını önleyerek tayini güçleştirirler. Örneğin, kalsiyum tayini yapılan ortamda fosfor bulunursa, kalsiyumun buharlaşması güçleşir ve noksan bulunur. Bunun önüne geçmek için ortama bir miktar lantan tuzu ilave edilir. Fosfat, lantan iyonu ile lantan fosfat verir ve kalsiyumun atomlaşması kolaylaşmış olur.

Bir elementin tayinini gerçekleştirmek amacıyla, ortama başka bir madde ilave etme işlemine matriks değiştirme denir. Matriks değiştirici olarak kullanılan maddenin,

- 1-Analizi yapılacak elementin uçuculuğunu ayarlaması,
- 2-Analizi yapılacak elementin analiz çizgisinde absorpsiyon yapmaması,
- 3-Tekrarlanabilir sinyaller vermesi gerekir.

3.1.3.2. Fiziksel girişim

Fiziksel girişim analizi yapılacak maddenin ve standardın fiziksel hallerinin farklı olmasından ileri gelir. Bu fiziksel hallerde çözelti veya standardın;

- 1- Akıcılıklarının farklı
- 2-Sisleşme oranlarının farklı
- 3-Yoğunluklarının farklı olmasıdır.

3.1.3.3. Spektral girişimler

Spektral girişimler başlıca ikiye ayrılır.

1-Tayini yapılan elementin rezonans çizgisinin bir başka elementin rezonans çizgisiyle çakışması.

2-Tayini yapılan elementin rezonans çizgisinin bir başka maddenin verdiği spektral bandın altında kalması.

Birinci girişimin olasılığı çok azdır. Çünkü kullanılan monokromatorlar angströmden daha küçük farkları ayırt edecek yapıdadır. Örneğin, sodyumun 2852,8 dalga boylu çizgisini, magnezyumun 2852,1 dalga boylu çizgisinden ayırtabilmektedirler.

3.1.3.4. İyonlaşma girişimleri

İyonlaşma girişimleri, tayini yapılacak maddenin iyonlaşmasından ileri gelir.



İyonlaşan taneciğin spektrumu nötral taneciğin spektrumundan farklı olduğundan, tayini yapılan madde eksik bulunur. Böyle bir girişimi önlemek için ortama iyonlaşması daha kolay olan başka bir madde ilave edilir. Onun iyonlaşması sonucu ortamda elektronlar çoğalacağı için yukarda verilen denge sola kayar.

3.1.3.5 Zemin girişimleri

Zemin girişimleri, dalga boyuna bağlı olmadan geniş bir band şeklinde ortaya çıkar ve tayini yapılan maddenin konsantrasyonunun yüksek çıkmasına neden olur. Standart ilave etmekle bu tip girişimin önüne geçilemez. Bu tip girişimlerde standart ilave yöntemindeki doğrunun eğimi sabit kaldığı halde Y eksenini kestiği nokta (absorpsiyon) büyüdüğünden, doğrunun kayması değişir ve X eksenini daha uzakta keser. Bu girişimin 2 nedeni vardır.

1-Çalışma ortamında bazı maddelerin (alkali halojenürler gibi) moleküllerden oluşan bir perde meydana getirmeleri ve perdenin kaynaktan gelen ışık demetini absorptlaması.

2-Çalışma sıcaklığında karbon fırından kopan parçacıkların veya oluşan dumanın kaynaktan gelen ışık demetini dağıtmasıdır. Böylece yapay bir absorpsiyon ortaya çıkar.

3.1.4 AAS'deki Analitik Uygulamalar

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, özellikle eser miktarlardaki metallerin nicel analizleri için çok yaygın kullanılan bir yöntemdir. Beer-Lambert yasasına göre ölçülen absorptans, absorpsiyon hücresindeki atom derişimiyle doğru orantılıdır. Analizi yapılacak element için, bilinen derişimde çözeltiler kullanılarak, kalibrasyon doğrusu veya standart ekleme doğrusu oluşturulur ve örnek çözeltilisindeki derişim saptanır.

Çevre sağlığı ve kalite kontrol amacıyla içme, kaynak, nehir, göl, deniz ve fabrika atık sularında eser element analizleri için en yaygın olarak kullanılan spektroskopik yöntem atomik absorpsiyon spektroskopisi yöntemidir. Bu sulardaki Ca ve Mg analizleri hava-asetilen alevi ile gerçekleştirilebilir. Derişimi daha düşük elementler için ise, grafit fırın kullanılır.

Deniz suyu gibi aşırı tuz içeren örneklerde, oluşacak engellemelerin önüne geçmek için özel yöntemler geliştirilmiştir. NaCl bileşiğinin etkisinin giderilebilmesi için ortama NH_4NO_3 eklenir külleme basamağının sıcaklığı 500°C civarında tutulur. Eklenen NH_4NO_3 , kaynama sıcaklığı 1400°C olan NaCl ile tepkimeye girerek, 500°C nin altında bozulan NaNO_3 ve NH_4Cl bileşiklerini oluşturur ve NaCl bileşiğinin atomlaşmaya etkisi engellenir.

Jeolojik örneklerdeki eser element analizlerinde karşılaşılan en önemli sorun, tüm kayalar için geçerli bir çözme işleminin olmayışıdır. En çok uygulanan yöntem LiBO_2 ile eritiş yöntemidir. Bu durumda standart çözeltiler de % 1 LiBO_2 içerecek şekilde hazırlanır. HF, HCl, HClO_4 , HNO_3 ve H_2SO_4 asitleri yalnız başına veya uygun oranlarda karıştırılarak teflon bombalarda kayaç, filiz, kil gibi zor çözünen örneklerin çözümleri sağlanabilir. Si, Al, Ti, Ca, Mg, Sr, Fe, Mn gibi elementler için N_2O asetilen alevinin kullanılması önerilmektedir. Daha düşük derişimde bulunan diğer elementler için ise, grafit fırın ve hidrür yönteminin uygulanması gerekir. Hidrür yönteminin uygulandığı elementlerin dışındaki elementlerin analizlerinde zemin engellemelerinin düzeltilmesi gereklidir (TOKALIOĞLU v.d. 1999).

İnsan vücudunda eser miktarda bulunan elementlerin tümünün fonksiyonları henüz tam olarak belirlenmemekle beraber, bazılarının gerekli olduğu, bazılarının ise belirli bir miktarın üzerinde toksik etkiler gösterdiği kanıtlanmıştır. Hastalık teşhisi ve tedavisi amacıyla kan ve serum örneklerinde Cu, Zn, Se, Co, Mn, Mo ve V analizleri çok yaygın olarak yapılmaktadır. Bu örneklerde de karşılaşılan en önemli sorun, aşırı tuz içeriği nedeniyle zemin absorpsiyonudur. Bunun önüne geçebilmek için yapılan seyreltme, analizi yapılacak elementin gözlenebilme sınırının altına düşülmesine neden olabileceği için, zemin absorpsiyonunun düzeltilmesi için uygulanan yöntemlerden birisi kullanılmalıdır.

Atomik absorpsiyon spektroskopisi, ayrıca gıda endüstrisi, demir ve çelik endüstrisi, cam ve seramik endüstrisi ve çimento endüstrisinde kalite kontrol amacı ile çok yaygın olarak uygulanmaktadır.

Tablo 3.3 Çeşitli elementler için değişik atomlaştırıcılarla elde edilen gözlenebilir sınırları ,µg/l

ELEMENT	ALEV	GRAFİT FIRIN*	HİDRÜR YÖNTEMİ
Ag	1	0.005	
Al	30	0.01	
As	20	0.2	0.02
Au	6	0.1	
B	1000	15	
Ba	10	0.04	
Be	2	0.03	
Bi	20	0.1	0.02
Ca	1	0.05	
Cd	0.5	0.003	
Co	6	0.02	
Cr	2	0.01	
Cu	1	0.02	
Fe	5	0.02	
Hg	200	2	
K	1	0.002	
Li	0,5	0.2	
Mg	0,1	0.004	
Mn	1	0.01	
Mo	30	0.02	
Na	0,2	0.01	
Ni	4	0.2	
P	50000	30	
Pb	10	0.05	
Pt	40	0.2	
Sb	30	0.2	0.1
Se	100	0.5	0.02
Si	50	0.1	
Sn	20	0.2	0,5
Te	20	0.1	0.02
Ti	50	0.5	
Tl	10	0.1	
V	40	0.2	
Zn	1	0.001	

*100 ml örnek çözeltisi için verilmiştir.

3.2 Numune Alma Genel Esasları

Numuneler polietilen, borosilikat cam (pyrex) veya polipropilenden yapılmış kaplara konmalı ve aynı cins kapakla hava ile teması kesilecek şekilde kapatılmalıdır. Numune kapları ve kapakları çok iyi temizlenmeli, numune suyuyla en az üç kere çalkalanmalı ve hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmalıdır. Numune kabına iliştilirilecek bir etikete, en az aşağıdaki bilgiler yazılmalıdır (T.S.E. , 1984).

1-Suyun adı

2-Numunenin alındığı

a-)Yerin adı

b-)Nokta

c-)Tarih

d-)Saat

-Numuneyi alanın kimliği

-Numunenin alındığı yerdeki sıcaklığı

-Numunede yapılması istenilen muayene ve deneyler

-Muayene ve deney sonuçlarının değerlendirilebilmesi için gerekli bilgiler.

a-)Numunenin alındığı andaki hava şartları ve hava sıcaklığı

b-)Numunenin alındığı yerdeki su seviyesi ve akış hızı

c-)Numuneyi korumak için uygulanan işlemler

d-)Varsa diğer gerekli bilgiler.

3.2.1. Numune alma noktalarının seçimi

Numune alma noktasının seçimindeki temel prensip, toplam su kütlesini tam temsil edebilecek noktanın bulunmasıdır. Numune, ya aynı zamanda farklı noktalardan veya farklı zamanlarda aynı noktadan alınan kısımların birleştirilmesiyle oluşturulabileceği gibi, herhangi bir anda bir noktadaki özelliklerin tespiti için tek bir noktadan, tek kısım halinde de alınabilir. Bir noktadan tek kısım halinde numune alınması durumunda temsili nokta seçimi ve numune alma aşağıdaki gibi yapılır.

3.2.2. Akarsu ve akıntılardan numune alma

Akıntılardan suyun bileşimi derinlik, akıntı hızı, genişlik ve seçilen nokta ile kıyıları arasındaki uzaklıklara bağlı olarak değişir. Su derinliği yeterli ise akıntının etkisini de dikkate almak için, iki kıyının ortasındaki noktadan dipten yüzeye doğru birkaç kısım alınır ve bu kısımların karıştırılmasıyla numune oluşturulur. Derinliği az olan akıntıların tam orta noktasından ve orta derinliğinden tek numune alınır. Bir kirletici karışımın varlığının tespiti halinde, en iyi karışmanın olduğu nokta (genellikle akıntı genişliğinin on katı uzaklık) numune alma noktası olarak seçilir (T.S.E. , 1984).

3.2.3. Numunelerin saklanabilme süreleri ve korunmaları

Aksi belirtilmediği takdirde numunelerin saklanması için cam, polietilen, polipropilen veya korozyona dayanıklı metallere yapılmış özel kaplar kullanılabilir. Numune kaplarının kapaklarında aynı cins malzemedeki yapılmalı olmalıdır.

Numune kapları kimyasal olarak çok iyi temizlendikten sonra; numune su ile en az üç kere çalkalanmalı, gerekiyorsa koruyucu maddeler ilave edilmeli, numune ile tamamen doldurulmalı ve hava ile temas etmeyecek şekilde kapağı sıkıca kapatılmalıdır.

En doğru sonuçlar, taze numuneler ile yapılan analizlerde elde edilir. Numunenin hemen analizine başlanamayacaksa, yapılacak tayinlerin cinsine göre farklı şekillerde korunabilir. Bu ya numunenin alındığı yerde ayrı ayrı kaplara konarak koruyucu maddeleri ilave edilir veya laboratuara getirilen numune, laboratuarda küçük kısımlara ayrılır ve koruyucu maddeler ilave edilir (T.S.E., 1984).

3.2.4 Kimyasal analizler için numunelerin saklanma ve korunması

Numunelere koruyucu madde ilavesinde aşağıdaki hususlara dikkat edilir;

- Koruyucu madde, tayin edilecek madde açısından saf olmalıdır.
- İlave edilen koruyucu madde, deney metodunda dikkate alınmalıdır.
- Numuneye koruyucu maddelerin katılmasından ileri gelen seyrelme, gerekli görülen durumlarda, sonuçlar hesaplanırken dikkate alınmalıdır.
- Metal miktarı tayinlerinde, numunelere ilave edilen koruyucu asitlerin fazlasını uzaklaştırmak için, gerekirse numune kuruluğa kadar buharlaştırılmalıdır.

Numune alındıktan sonra yaklaşık 72 saat içinde analizine başlanmayacak ise, 1+1 lik HNO_3 çözeltisiyle pH değeri 2-3 e ayarlanarak daha uzun süre saklanabilir.

Numune alındıktan sonra yaklaşık 72 saat içinde analizine başlanmayacak ise, 1+1 lik HCl çözeltisiyle pH değeri 2-3 e ayarlanarak daha uzun süre saklanabilir.

3.3. Ekstraksiyon Yöntemi

Diyaliz, gaz difüzyonu gibi ekstraksiyonda ayırımı yapılacak maddenin sistem dışına taşınması temeline dayanan bir ayırım yöntemidir. Analiz elementinin sulu bir çözeltiden kendisi ile karışmayan organik bir çözücüye transferi ise likit – likit ekstraksiyonudur (SKOOG v.d. 1991).

3.3.1. Ekstraksiyon Sistemlerinin Sınıflandırılması

Ekstraksiyon sistemlerinin çeşitli sınıflandırmaları yapılmıştır. Belirli şartlar altında partiküller bir sistem birden fazla sınıflar altında gruplandırılabilir. En iyi sınıflandırma şekli kimyasal bileşikler oluşturulan atomların kimyasal yapılarına göre yapılanıdır. Bu sınıflandırma şekline göre;

a) Yüksüz Kovalent türleri

- Basit moleküller; I_2 , $HgCl_2$, RuO_4 , C_6H_5COOH
- Kelat kompleksler; Alüminyum Oksinat

b) Yüksek Elektrovalent türler (İyon Assosiyasyon Kompleksler)

- Hallometalik Asitler ; $HFeCl_4$
- Anyonik Amin Kompleks bileşikleri $R_3NH^+ . FCl_4^-$
- Metal asit ester kompleksleri; $(LaDEHP)_3$
- Solvate Asitler ve Tuzlar; $(HNO_3 . TBP, VO_2 (NO_3)_2 (TBP)_2$
- Solvate olmayan tuzlar; $(C_6H_5)_4As^+ . FeCl_4^-$

DEHP= Di- 2 Etil Hekzil Fosfat

TBP= Tri Bütül Fosfat

Analitik uygulamalar için ayırıcın cinsine göre sınıflandırmalar yapılmıştır. Sonuçları göz önüne sermenin çeşitli yolları vardır. Elementlerin sembollerine göre veya alfabetik sıraya göre düzenlenmesiyle ekstraksiyon sınıflaması basit tablolar halinde gösterilebilir. Hangi elementin tamamen veya kısmen ekstrakte edildiği periyodik tabloya dayanılarak diyagramlar ile gösterilebilir. Bazen bu diyagramlarda her bir element için pH' ya karşılık gelen E ile gösterilmiştir (HANDLEY, 1963).

Diyagramda gösterilen dağılımı pH eğrileri veya ikiside dikey bir düzenleme ile her element için belirtilmiştir. Böylece yapılan ayırımları anında görebiliriz (STARY ve HLADKY 1963).

3.3.2 Likit –likit ekstraksiyonu

Birbiri ile karışmayan iki likit karışımı ile çözelti oluşturmak üzere bir araya geldikleri zaman çözücü molekülleri denge kuruluncaya kadar bir likitten diğerine geçecektir. Karışım çalkalanır ve karıştırılırsa denge noktasına daha çabuk varılır. İki çözücüde çözünen maddenin konsantrasyonları oranı P (Partition Coefficient) Dağılım sabitini (Ayrım Katsayısı) verir. Anorganik türler iki likitte de farklı şekillerde varolabilir veya bir fazda birkaç şekilde bulunabilir. Örneğin iyonlar, kompleksler, assosiy olmuş türler vb.

Bu gibi durumlarda Dağılım oranı (D Distribution Coefficient) kullanılır. X ve Y gibi birbiri ile karışmayan iki likidi göz önüne alırsak

D= $\frac{\text{Çözünen türlerin X likidi içindeki toplam konsantrasyonu}}{\text{Çözünen maddenin Y likidi içindeki toplam konsantrasyonu}}$

(MARR ve ROCKET, 1972).

3.3.3 İyon - assosiyasyon ekstraksiyon sistemleri

İyon assosiyasyon sistemleri pek çok türdeki bileşiğin ekstraksiyonunun gerçekleştirildiği sistemlerdir.

- Çözünen koordinasyon tuzları
- Çözünmeyen koordinasyon tuzları
- Anyonik kompleksler (CN^- , SCN^- , Pseudö halinde iyonlar)

3.3.4 İyon assosiyasyon ekstraksiyon sistemlerini etkileyen faktörler

- Çözücünün çok bazik olması (Çözücü molekülünde donör atom bulunması ve çözücünün sterik olması ekstraksiyonun daha iyi olmasını sağlar.)

- Ekstraksiyonu etkileyen bir diğer faktör çözücü miktarıdır. Bu şekilde ekstrakte edilen türler çözücünün (organik fazın) doğasına bağlı olarak gerçekleşir (FEYİZOĞLU ve ALOSMAN, 1981).

- Çözücünün dielektrik sabitinin yüksek veya düşük olması da oluşan türler üzerinde etkilidir. Di elektrik sabitinin düşük olması trimer, tetramer şeklinde yığışmaya neden olur. Di elektrik sabiti ortalama bir değerde ise organik fazdaki baskın türler iyon çifti şeklindedir. Di elektrik sabiti yüksek ise kompleks iyonlar ve çözücüye ait hidrojen içine dissosiyasyon olurlar.

- Sistemdeki türlerin ekstrakte edilmesi uygun asidin fazla miktarlarda kullanılmasını gerektirir. Asit konsantrasyonu önemlidir (CRESSER, 1978).

3.4 Kullanılan Araçlar

1-pH metre

2-Termostat(Termometre)

3-Metalik su Damıtıcı

4-Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

3.4.1 -pH metre

pH Ölçümlerinde Önemli Hususlar

1-pH elektrodun ucu kuru bırakılmaz. Saklama sıvısında bekletilir.

- 2-Elektrodun refill'i dolan türden ise, hiçbir zaman refill'den daha derin bir sıvıya daldırılmaz. En az refill seviyesi; elektrod içindeki, refill'in içine 1 cm kadar girdiği seviyedir. Ölçüm esnasında, elektrodun refill deliği açık tutularak hava alması sağlanır.
- 3-Elektrodu temizlerken, yumuşak yüzeyli kağıt mendil veya kağıt peçete kullanılır. Elektrodun uç kısmına elle veya sert bir madde ile dokunulmaz.
- 4-Elektrodu şok türü sarsıntı ve darbelere karşı korumak gerekir.
- 5-Ölçümü yapılan sıvılarda veya sıvı ile ortam arasında 5 °C veya daha fazla sıcaklık farkı var ise sonuç daha geç okunur. (gösterge kararlı olunca)
- 6-Elektrod yaşlandıkça veya kirlendikçe daha geç ölçüm yapmaya başlar. Bu tür elektrodların bakımlarına dikkat edilmeli.
- 7-Sıcaklık ayarları hiçbir zaman unutulmamalı. Ölçümü yapılan sıvının sıcaklığına (eğer pt100 kullanılmıyor ise) mutlaka ayarlanmalı.
- 8-pH ayarlarında kullanılan buffer (tampon) solüsyonların değerleri sıcaklığa göre az da olsa değişir. Cihazın ayarlanması anında bu duruma dikkat edilir.
- 9-Ölçüm yapılmadığı zaman, elektrod cihazın soketinden çıkartılır.
- 10-Elektrodun, kirlenmelere karşı bakımı unutulmamalı. Bu bakımlarda özel sıvılar kullanılır (GÜNDÜZ, 1993).

3.4.2-Termostat (Termometre)

Alınan numunelerin istenilen sıcaklık değerlerinde kurutulması için kullanılan cihazdır.

3.4.3 Metalik su damıtıcılar

Laboratuar çalışmalarında, bazı araştırma ve standart işlemlerde ihtiyaç duyulan destile su temininde kullanılırlar.

3.5 Kullanılan Kimyasallar

Deneyleerde kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup, bu maddeler herhangi bir saflaştırma işlemeine tabi tutulmadan doğrudan doğruya kullanılmıştır.

Kullanılan kimyasal maddeler :

- . Nitrik Asit :HNO₃ (% 55-57, Akkimya)
- . Hidroklorik Asit : HCl (% 30, Akkimya)

3.6 Hazırlanan Çözeltiler

Çözeltilerin hazırlanması sırasında ultra destile su kullanıldı. Hazırlanan çözeltiler şunlardır.

- Hidroklorik Asit çözeltisi (0.1 M, pH:2)
- Hidroklorik Asit çözeltisi (2 M, pH : 1)

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1 Numune Alım Noktaları, Tarihleri Ve Türleri

1-) Ergene Nehri, Çorlu - Ulaş Numuneleri

1. NUMUNE: Alım Tarihi : 11 Kasım 2005

Numune türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.5 İkinci pH:4.2 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi : 11 Kasım 2005

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

2. NUMUNE: Alım Tarihi : 15 Aralık 2005

Numune türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.5 İkinci pH: 2.54 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi : 15 Aralık 2005

Numune Türü:Çamur (Nehir İçinden)

3. NUMUNE: Alım Tarihi: 20 Ocak 2006

Numune Türü : Nehir Suyu

İlk pH:6.4 İkinci pH: 3.2 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi : 20 Ocak 2006

Numune Türü : Çamur (Nehir içinden)

4. NUMUNE: Alım Tarihi: 25 Şubat 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 6.7 İkinci pH: 2.6 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi : 25 Şubat 2006

Numune Türü : Çamur (Nehir İçinden)

5. NUMUNE: Alım Tarihi: 26 Mart 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 6.58 İkinci pH: 2.62 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi : 26 Mart 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir içinden)



Şekil 4.1 Ergene Nehri, Çorlu-Ulaş Numune İstasyonu

2-)Ergene Nehri, Aşağı Sevindikli Köyü Numuneleri

1. NUMUNE : Alım Tarihi: 21 Ekim 2005

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 8.6 İkinci pH: 5.06

Alım Tarihi: 21 Ekim 2005

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

2. NUMUNE: Alım Tarihi: 26 Kasım 2005

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH:7.69 İkinci pH:4.52

Alım Tarihi: 26 Kasım 2005

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

3. NUMUNE: Alım Tarihi: 31 Aralık 2005

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.25 İkinci pH: 3.4 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 31 Aralık 2005

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

4. NUMUNE: Alım Tarihi: 1 Şubat 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.1 İkinci pH: 3.45 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 1 Şubat 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

5. NUMUNE: Alım Tarihi: 27 Şubat 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 6.44 İkinci pH: 3.05 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 27 Şubat 2006

Numune Türü:Çamur (Nehir içinden)

6. NUMUNE: Alım Tarihi: 27 Mart 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH:7.67 İkinci pH: 1.93 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 27 Mart 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir içinden)



Şekil 4.2 Ergene Nehri, Aşağı Sevindikli Köyü Numune İstasyonu

3-)Ergene Nehri, İnanlı Köyü Numuneleri

1. NUMUNE: Alım Tarihi: 1 Kasım 2005

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.5 İkinci pH: 4.4 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 1 Kasım 2005

Numune Türü: Çamur (Nehir içinden)

2. NUMUNE: Alım Tarihi: 5 Aralık 2005

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH:7.53 İkinci pH: 3.4 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 5 Aralık 2005

Numune Türü: Çamur (Nehir içinden)

3. NUMUNE: Alım Tarihi: 2 Ocak 2006

Numune Türü:Nehir Suyu

İlk pH:6.8 İkinci pH: 3.2 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 2 Ocak 2006

Numune Türü:Çamur (Nehir içinden)

4. NUMUNE: Alım Tarihi: 1 Şubat 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH:7.85 İkinci pH: 3.18

Alım Tarihi: 1 Şubat 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

5. NUMUNE: Alım Tarihi: 27 Şubat 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH:7.59 İkinci pH: 3.05 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 27 Şubat 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir içinden)

6. NUMUNE: Alım Tarihi: 27 Mart 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.05 İkinci pH: 2.4 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 27 Mart 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir içinden)



Şekil 4.3 Ergene Nehri, İnanlı Köyü Numune İstasyonu

4-)Ergene Nehri, Lüleburgaz Numuneleri

1. NUMUNE: Alım Tarihi: 21 Ocak 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

Alım Tarihi: 21 Ocak 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 6.9 İkinci pH: 3.4 (HCl ile ayarlı)

2. NUMUNE: Alım Tarihi: 25 Şubat 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 6.63 İkinci pH: 2.6 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 25 Şubat 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)

3. NUMUNE: Alım Tarihi: 26 Mart 2006

Numune Türü: Nehir Suyu

İlk pH: 7.11 İkinci pH: 2.38 (HCl ile ayarlı)

Alım Tarihi: 26 Mart 2006

Numune Türü: Çamur (Nehir İçinden)



Şekil 4.4 Ergene Lüleburgaz Numune İstasyonu

4.2. Ergene Nehri, Su'da Cu^{+2} ve Zn^{+2} tayini

4.2.1. Temel

Su' da Cu^{+2} ve Zn^{+2} tayini, su' da bulunan Cu^{+2} ve Zn^{+2} iyonlarının, asidik ortamda klorür bileşikleri haline dönüştürülmesi prensibine dayanır. UNICAM 929 AA spektrofotometreden okuma yapılır.

4.2.2. Reaktifler

- 0.1 M HCl çözeltisi :
1.05 ml, % 30'luk HCl çözeltisi, destile su ile 100 ml'ye tamamlanır.
- 2 M HCl çözeltisi :
21.15 ml, % 30'luk HCl çözeltisi, destile su ile 100 ml'ye tamamlanır.

4.2.3. Çalışma Yöntemi

İstasyonlardan alınan yaklaşık 100 ml su örnekleri, pH metre ile pH ölçümleri yapılarak, okunan pH değerleri kaydedilmiştir.

Daha sonra su örnekleri, bazik olduğu için ortamın asitlendirilmesi ve su örneklerinin daha uzun süre saklanabilmesi amacıyla 2 M HCl ve 0.1 M HCl ile ortam pH' ı 2-3' e getirilerek tekrar pH ölçümleri yapılmış ve kaydedilerek, yine yaklaşık 100 ml su örnekleri erlen içinde ağızları kapalı olarak bir gece süre ile dinlendirilmiştir (AUDRY ve SCHAFER, 2004).

Dinlendirilen su örnekleri, mavi bant süzgeç kağıdı ile süzülerek, polietilen kaplara konmuş. Ağızları kapalı şekilde, atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ölçümlerinin alınması amacıyla saklanmıştır.

Tüm istasyonlardan altı ay boyunca alınan su örnekleri ile aynı yöntemle yapılan çalışmalar sonucunda toplanan su örneklerinin, UNICAM 929 AA spektrofotometre ile Cu^{+2} ve Zn^{+2} miktarları ölçümleri yapılmıştır. İstasyonların aylara göre çinko ve bakır kütle değişimi gözlenmiştir

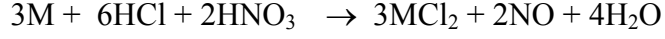
4.3 Ergene Nehri, Çamur'da, Cu^{+2} ve Zn^{+2} Tayini

4.3.1. Temel

Ergene Nehrinde, istasyonlardan alınan çamur örneklerinin kral suyu ile etkileştirilmesi ve çamurda bulunan Cu^{+2} ve Zn^{+2} iyonlarının klorür bileşikleri haline dönüştürülmesi prensibine dayanır.

Ortamın daha kuvvetli asidik ve çözücü durumuna gelmesi için kral suyu (3:1,HCl ve HNO_3) kullanılır. Çamurda bulunan ağır metallerin tamamını ayırmak, ancak bu yöntemle mümkündür.

Oluşan kimyasal reaksiyon, aşağıdaki gibi yürümektedir.



M: Cu, Zn

4.3.2 Reaktifler

- Nitrik Asit çözeltisi (%55- 57, HNO₃)
- Hidroklorik Asit çözeltisi (% 30, HCl)

4.3.3. Çalışma Yöntemi

Ergene nehrinin dört farklı istasyonunun nehir alt tabakasından alınan çamur örnekleri analizlerinin yapılması amacıyla ağızları kapatılarak polietilen kaplara alınmıştır.

Vakit geçirmeden porselen kapsüle yaklaşık 12 gr çamur örneği alınarak hassas terazide kütle ölçümü yapılarak, ölçümler kaydedilmiştir. Çamur örnekleri NÜVE marka termostatta 2-3 saat süre ile 110 °C' de tutularak çamur suyunun uçması sağlanmıştır (MARR ve ROCKET, 1972).

Suları uçurulan çamur örnekleri, tekrar hassas terazide 10 gr tartım örnekleri alınmıştır. Çamur örnekleri erlene konmuştur.

3:1 oranında %30' luk HCl ile % 55' lik HNO₃' ten hazırlanan 12 ml kral suyu hazırlanarak erlendeki çamur üzerine ilave edilerek, çamurun çözündürülmesi sağlanmıştır. Ortamın daha kuvvetli asidik ve çözücü durumuna gelmesi için kral suyu (3:1, HCl + HNO₃ karışımı) ilave edilir. Çamurda bulunan ağır metallerin tamamını ayırmak ancak bu yöntemle mümkündür. Bir gece süre ile bu karışım ağzı kapalı bir erlende dinlendirilmiştir. Dinlendirilen çamur + kral suyu karışımından, sıvı kısım mavi bant süzgeç kağıdından süzülerek ayrılmıştır. Alınan süzüntü 100 ml' ye seyreltilerek, atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ölçümlerinin alınması amacıyla etiketlenerek poli etilen kaplarda saklanmıştır (TOKALIOĞLU v.d. 1999).

Kral suyu ile ekstrakte edilen çamur örneklerinin, UNICAM 929 AA spektrofotometre ile Cu⁺² ve Zn⁺² miktar ölçümleri alınmıştır. Dört farklı istasyonunun Cu⁺² ve Zn⁺² miktarlarının aylara göre değişimleri gözlenmiştir.

5 DENEYSEL SONUÇLAR

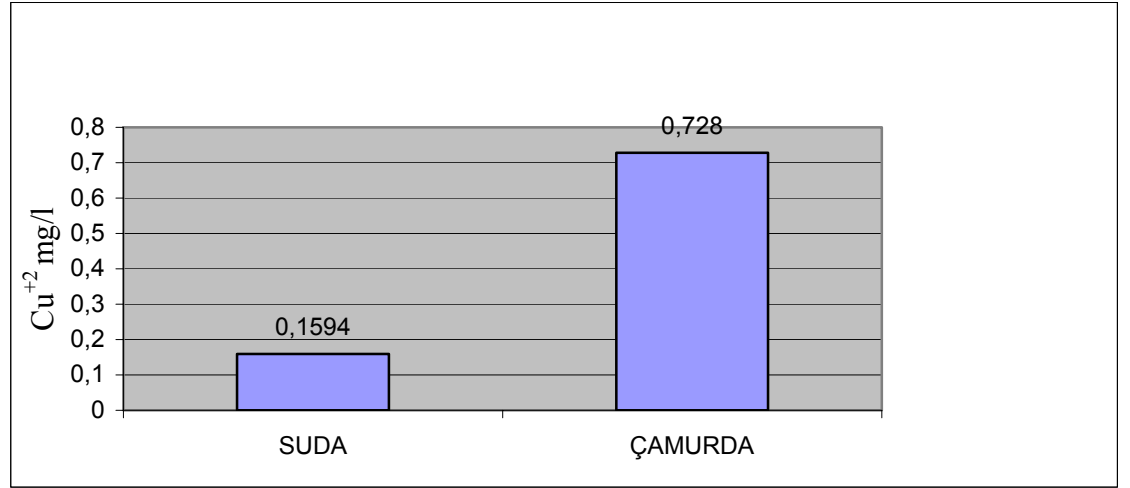
5.1 Çorlu – Ulaş Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 5.1. Ergene Nehri Çorlu- Ulaş İstasyonu Cu^{+2} Analiz Sonuçları

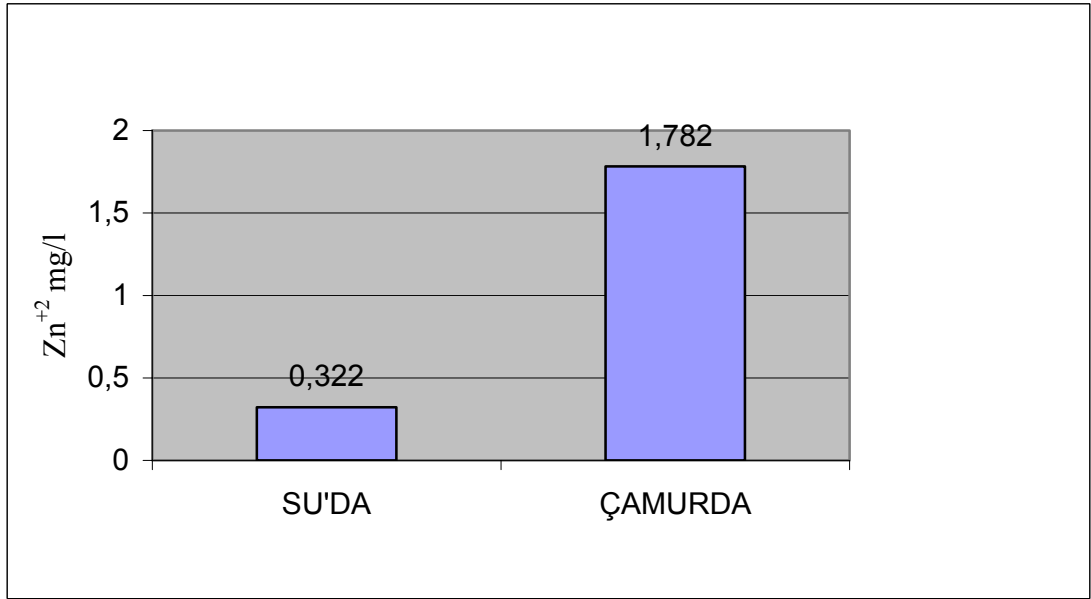
Numune alım tarihi	Cu^{+2} (Su'da mg/l)	Cu^{+2} (Çamur'da mg/l)
11.11.2005	0	0
15.12.2005	0	2.389
20.01.2006	0.797	0
25.02.2006	0	1.230
26.03.2006	0	0.021

Tablo 5.2 Ergene Nehri Çorlu- Ulaş İstasyonu Zn^{+2} Analiz Sonuçları

Numune alım tarihi	Zn^{+2} (Su'da mg/l)	Zn^{+2} (Çamur'da mg/l)
11.11.2005	0.143	2.057
15.12.2005	0.034	1.591
20.01.2006	0.440	0.780
25.02.2006	0.344	1.746
26.03.2006	0.648	2.738



Şekil 5.1 Ergene Nehri, Çorlu- Ulaş İstasyonu, ortalama Cu^{+2} miktarları



Şekil 5.2 Ergene Nehri Çorlu- Ulaş istasyonu ortalama Zn^{+2} miktarları

5.2 Aşağısevindikli Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

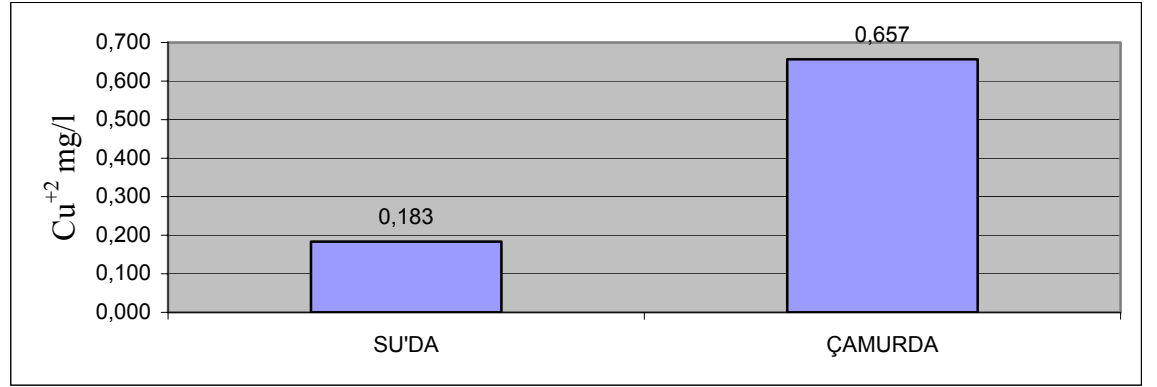
Ergene Nehri Aşağı Sevindikli Köyü Cu^{+2} Ve Zn^{+2} Analiz Sonuçları

Tablo 5.3 Ergene Nehri Aşağısevindikli Köyü Cu^{+2} Analiz Sonuçları

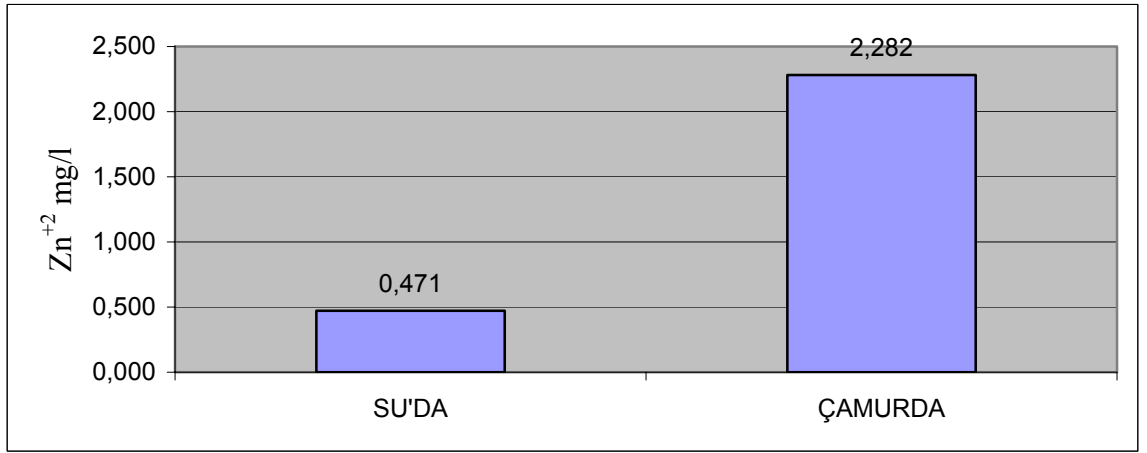
Numune Alım Tarihi	Cu^{+2} (Su' da mg/l)	Cu^{+2} (Çamurda mg/l)
21.10.2005	0	0
26.11.2005	0	1.202
31.12.2005	0	0.659
01.02.2006	0.453	2.078
27.02.2006	0.647	0
27.03.2006	0	0

Tablo 5.4 Ergene Nehri Aşağı Sevindikli Köyü Zn^{+2} Analiz Sonuçları

Numune Alım Tarihi	Zn^{+2} (Su'da mg/l)	Zn^{+2} (Çamurda mg/l)
21.10.2005	0.321	0.621
26.11.2005	0.289	3.629
31.12.2005	0.792	2.441
01.02.2006	0.456	3.134
27.02.2006	0.610	3.301
27.03.2006	0.360	0.565



Şekil 5.3 Ergene Nehri, Aşağısevindikli istasyonu, ortalama Cu^{+2} miktarları



Şekil 5.4 Ergene Nehri, Aşağısevindikli istasyonu, ortalama Zn^{+2} miktarları

5.3 İnanlı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

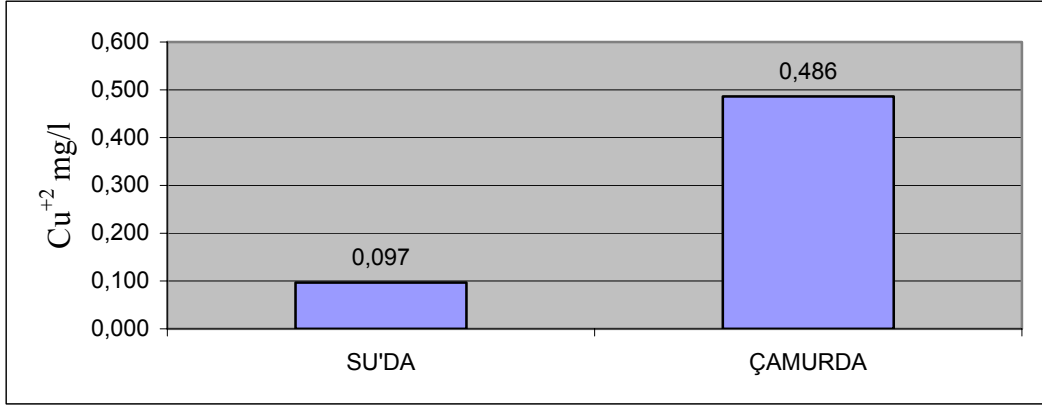
Ergene Nehri İnanlı Köyü Cu⁺² Ve Zn⁺² Analiz Sonuçları

Tablo 5.5 Ergene Nehri , İnanlı Köyü Cu⁺² Analiz Sonuçları

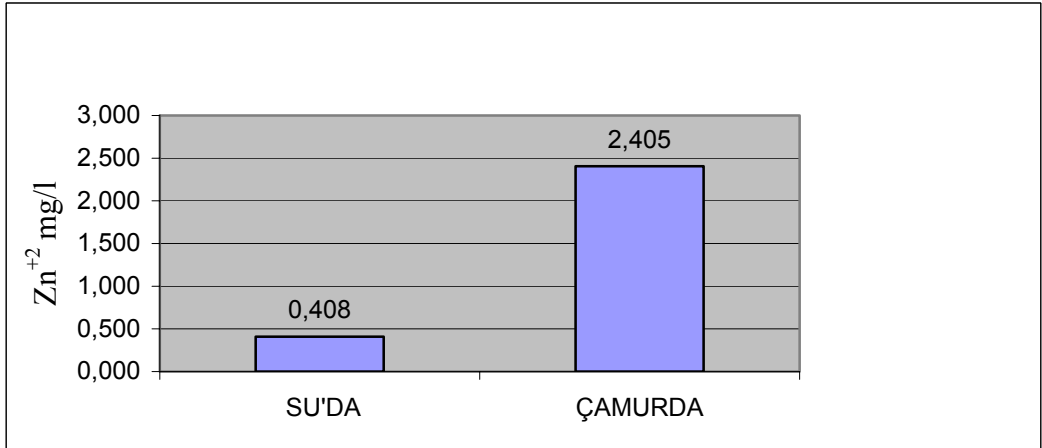
Numune Alım Tarihi	Cu ⁺² (Su' da mg/l)	Cu ⁺² (Çamur' da mg/l)
01.11.2005	0	0
05.12.2005	0	0.686
02.01.2006	0	0.803
01.02.2006	0.581	1.280
27.02.2006	0	0
27.03.2006	0	0.148

Tablo 5.6 Ergene Nehri , İnanlı Köyü Zn⁺² Analiz Sonuçları

Numune Alım Tarihi	Zn ⁺² (Su' da mg/l)	Zn ⁺² (Çamur' da mg/l)
01.11.2005	0.291	1.760
05.12.2005	0.336	2.621
02.01.2006	0.368	3.190
01.02.2006	0.532	1.980
27.02.2006	0.509	1.864
27.03.2006	0.414	3.015



Şekil 5.5 Ergene Nehri, İnanlı İstasyonu, Ortalama Cu^{+2} miktarları



Şekil 5.6 Ergene Nehri, İnanlı İstasyonu, Ortalama Zn^{+2} miktarları

5.4 Lüleburgaz Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

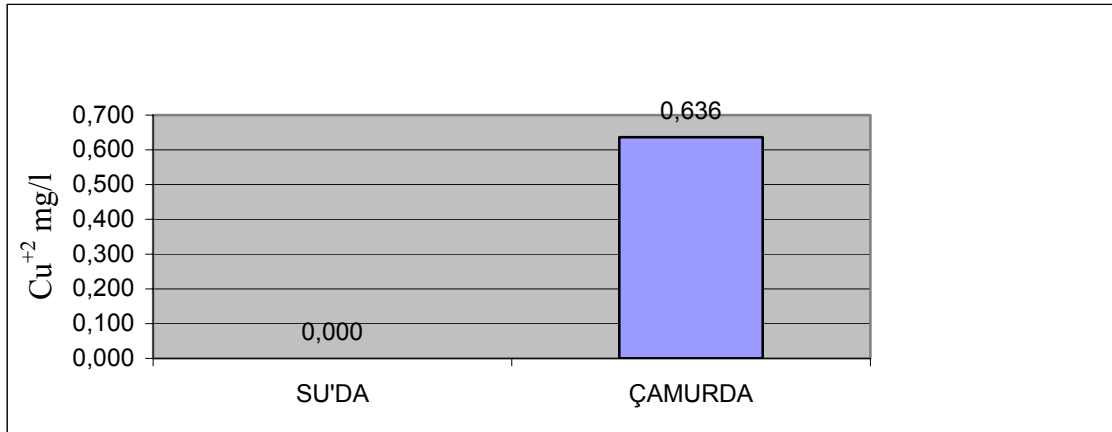
Ergene Nehri Lüleburgaz Cu^{+2} ve Zn^{+2} Analiz Sonuçları

Tablo 5.7 Ergene Nehri Lüleburgaz Cu^{+2} Analiz Sonuçları

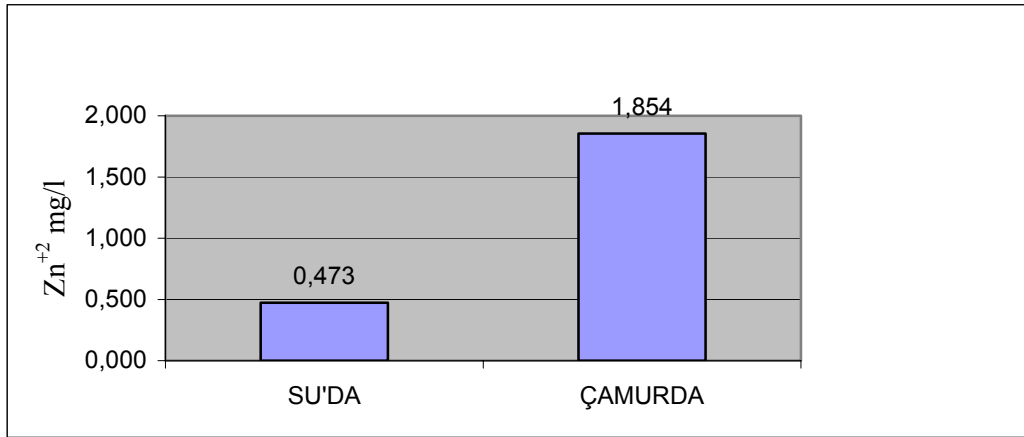
Numune Alım Tarihi	Cu^{+2} (Su' da mg/l)	Cu^{+2} (Çamur' da mg/ l)
21.01.2006	0	0.897
25.02.2006	0	0.403
26.03.2006	0	0.609

Tablo 5.8 Ergene Nehri Lüleburgaz Zn^{+2} Analiz Sonuçları

Numune Alım Tarihi	Zn^{+2} (Su' da mg/ l)	Zn^{+2} (Çamur' da mg/ l)
21.01.2006	0.460	1.848
125.02.2006	0.484	1.985
26.03.2006	0.475	1.730

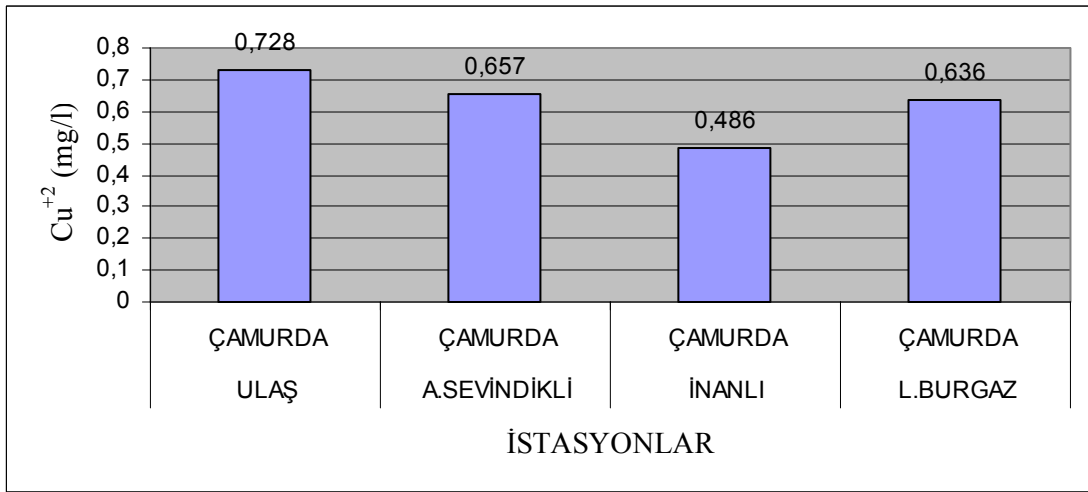


Şekil 5.7 Ergene Nehri, Lüleburgaz İstasyonu, ortalama Cu^{+2} miktarları



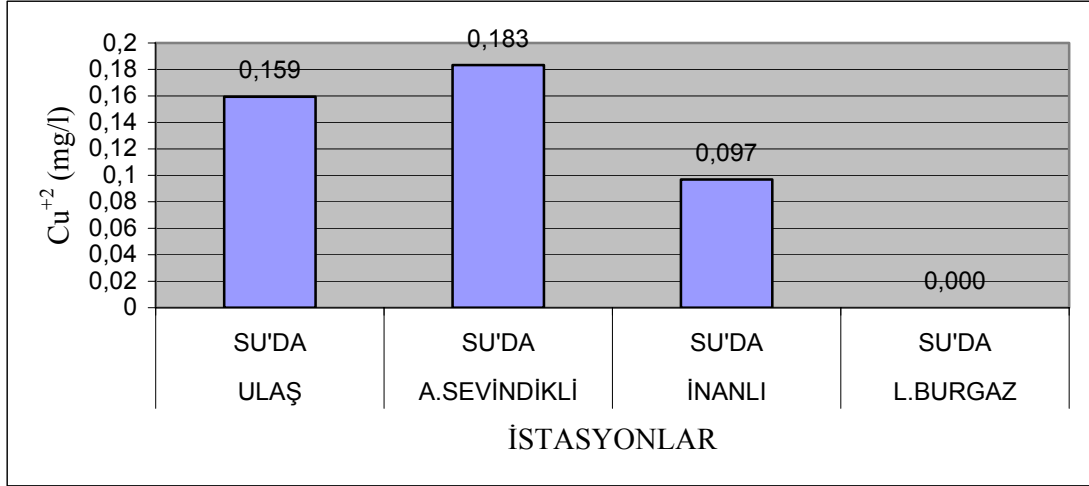
Şekil 5.8 Ergene Nehri, Lüleburgaz İstasyonu, ortalama Zn⁺² miktarları

5.5 İstasyonlara Göre Çamurdaki Ortalama Cu⁺² Değişimi



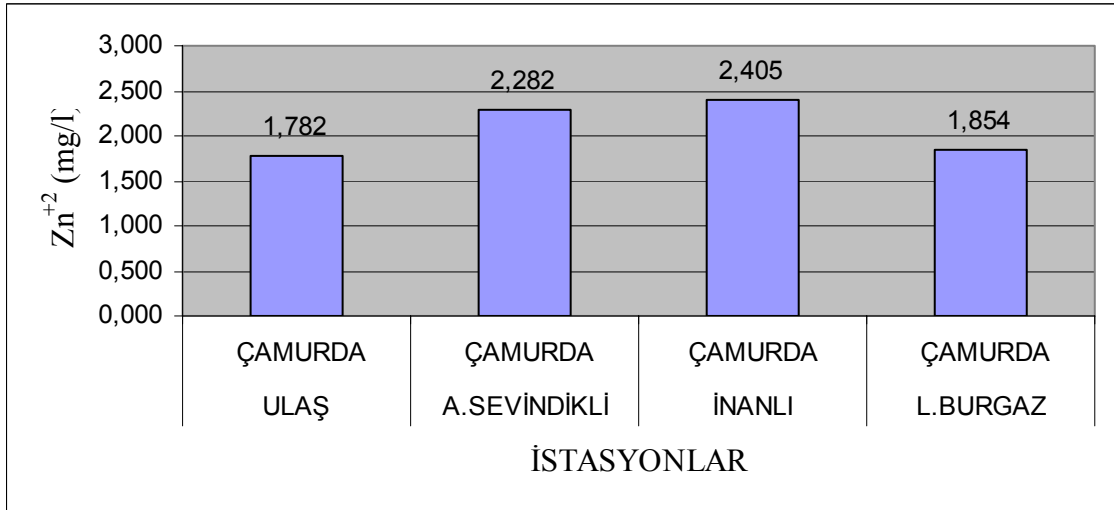
Şekil 5.9 Ergene Nehri, Tüm istasyonlardaki Cu⁺² miktarının çamurdaki ortalama miktarları

5.6 İstasyonlara Göre Sudaki Ortalama Cu^{+2} Değişimleri



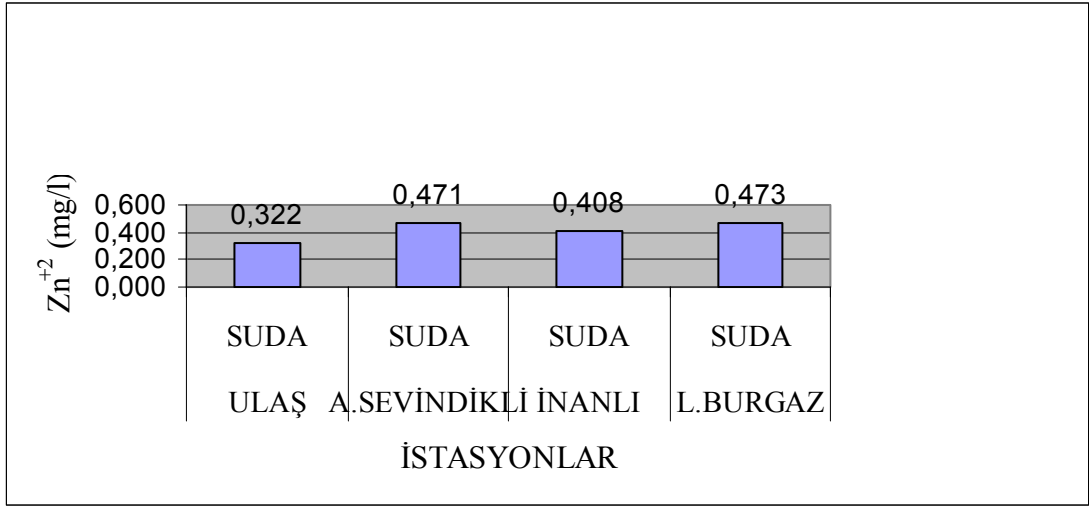
Şekil 5. 10 Ergene Nehri, Tüm istasyonlardaki Cu^{+2} miktarının Sudaki ortalama değişimi

5.7 İstasyonlara Göre Çamurdaki Ortalama Zn^{+2} Değişimleri



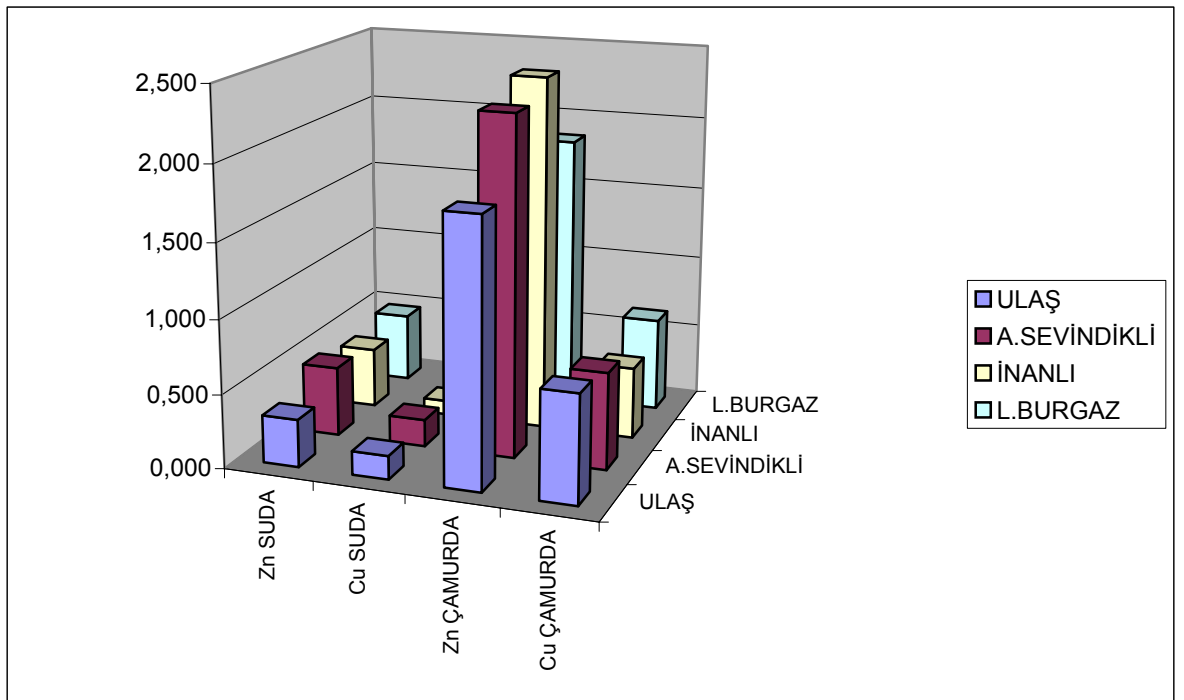
Şekil 5.11 Ergene Nehri, tüm istasyonlardaki Zn^{+2} miktarının çamurdaki ortalama değişimi

5.8 İstasyonlara Göre Sudaki Ortalama Zn^{+2} Değişimleri



Şekil 5.12 Ergene Nehri, tüm istasyonlardaki Zn^{+2} miktarının sudaki ortalama değişimi

5.9 Tüm İstasyonlara Göre Su ve Çamurdaki Ortalama Zn^{+2} ve Cu^{+2} Değişimleri



Şekil 5.13 Ergene Nehri, tüm istasyonlara göre su ve çamurdaki ortalama Zn^{+2} ve Cu^{+2} değişimleri

6 TARTIŞMA

Ekim- 2005 ve Mart- 2006 döneminde yapılan, Ergene Nehri çamur ve su numunelerinde ölçümleri yapılan Cu^{+2} ve Zn^{+2} ölçüm sonuçlarına bakıldığında; bu sonuçlarla bizim sonuçlar karıştırılmamalı.

6.1. Cu^{+2} Kirliliği

Edirne, DSİ XI. Bölge Müdürlüğünün, Lüleburgaz istasyonuna ait, Eylül-2000, Kasım-2000, Eylül-2001, Kasım-2001, Temmuz-2002, Eylül- 2002, Temmuz-2003, Eylül-2003, Temmuz-2004, Eylül-2004 aylarına ait ölçüm sonuçlarına baktığımızda suda Cu^{+2} iyonuna rastlanmamış, rastlanıldığı durumlarda eser miktarda olduğu gözlenmiştir. 2006 yılının ölçüm sonuçlarına baktığımızda Lüleburgaz istasyonunda suda Cu^{+2} iyonuna rastlanmadığı görülmektedir. O halde 2004 yılından günümüze, Lüleburgaz istasyonunun bakırca kirliliğinin artmadığı gözlemlenmektedir. Bizim sonuçlarımızla Edirne DSİ 11. Bölge Müdürlüğü'nün Lüleburgaz istasyonuna ait ölçüm sonuçları bir paralellik göstermektedir.

Tekirdağ, Çevre ve İl Müdürlüğünün 16.05.2001 tarihinde, İnanlı istasyonu ölçüm sonuçlarına göre, suda Cu^{+2} iyonuna rastlanmamış olup su, 1. kalite sınıfına girmektedir. 10.03.2003 tarihli ölçüm sonuçlarına göre 0.1 mg Cu^{+2} a rastlanmış olup , suyun 2. kalite su sınıfına girdiği gözlemlenmektedir. Bu da bize, İnanlı istasyonunun Cu^{+2} iyonu kirliliğinin gün geçtikçe arttığını göstermektedir. Ekim-2005 ve Mart-2006 ölçüm sonuçlarına baktığımızda ise yine İnanlı istasyonunun 2. kalite yani az kirli su kalite sınıfına girdiği görülmektedir. O halde, 2003 yılından bugüne, Ergene nehri İnanlı istasyonunun Cu^{+2} kirliliğinde büyük bir artış gözlemlenmemiştir.

Bizim ölçüm sonuçlarımızla Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'nün İnanlı istasyonuna ait ölçüm sonuçları yine paralellik göstermektedir.

Tekirdağ, Çevre ve İl Müdürlüğünün, Ulaş istasyonuna ait, geçmiş yıllarda yaptığı ölçüm sonuçlarına bakacak olursak, 16.05.2001 tarihinde suda Cu^{+2} iyonuna rastlanmamış olup, 10.03.2003 tarihinde, suda 0.5 mg Cu^{+2} iyonuna rastlanmıştır ve 4. kalite su sınıfına girdiği gözlenmiştir. Ve yine 19.12.2003 tarihli ölçüm sonucuna göre Ulaş istasyonunun Cu^{+2} iyonu kirliliğinin 4. kalite su sınıfına girdiğini göstermektedir. Bu sonuçlar bize, Ulaş istasyonunun kirliliğinin çok hızlı arttığını ve çok kirli su kalite sınıfına girdiğini göstermektedir. Ekim-2005 ve Mart-2006 ölçüm sonuçlarına baktığımızda bu kirliliğin devam ettiğini ve halen bu istasyonun 4. kalite su sınıfına girdiğini gözlemlemekteyiz. Bizim ölçüm sonuçlarımızla Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'nün Ulaş istasyonuna ait ölçüm sonuçlarına baktığımızda bir paralelliğin olduğunu görmekteyiz.

Edirne, Çevre ve İl Müdürlüğünün, Uzunköprü-Adasarhanlı istasyonunda geçmiş yıllardaki Cu^{+2} ölçüm sonuçlarını incelediğimizde 1996, 1998, 2000, 2001, 2003, 2004 ve 2005 yıllarındaki ölçüm sonuçlarına göre suyun 3. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. Bu da, Ergene Nehrinin Meriç Nehrine döküldüğü noktaya kadar kirli su sınıfına girdiğini göstermektedir.

6.2. Zn^{+2} Kirliliği

Edirne, D.S.İ. XI. Bölge Müdürlüğünün, Lüleburgaz İstasyonunda, Eylül- 2000, Kasım-2000, Eylül-2001, Kasım-2001, Temmuz-2002, Eylül-2002, Temmuz-2003, Eylül-2003 ve Temmuz-2004'te yapmış olduğu sudaki Zn^{+2} iyonu ölçüm sonuçlarına göre, 1. kalite su sınıfına girdiği görülmektedir. Eylül-2004 ölçüm sonucuna göre, suyun Zn^{+2} kirliliği yönünden 2. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. 2006'da Ocak, Şubat, Mart aylarına ait ölçüm sonuçlarına göre Lüleburgaz istasyonunun Zn^{+2} iyonu kirliliğince 2. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir.

O halde, Lüleburgaz istasyonunun Zn^{+2} iyonu kirliliğinin 2004'ten bu yana değişmediği gözlenmektedir. Bu ölçüm sonuçları geçmiş yıllarda temiz olan nehir suyunun ilerleyen yıllarda kirlendiğini ve Edirne DSİ 11. Bölge Müdürlüğü'nün ölçüm sonuçları ile bizdeki ölçüm sonuçlarının paralellik sağladığını görmekteyiz.

Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'nün, 16.05.2001 tarihinde, İnanlı İstasyonuna ait, Zn^{+2} iyon kirliliğine bakıldığında suyun, 1. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. 10.03.2003 tarihinde, yine aynı istasyonun ölçüm sonuçlarına baktığımızda ise Zn^{+2} iyon kirliliği yönünden suyun, 4. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. Aynı istasyonun Ekim-2005, Mart-2006 ölçüm sonuçlarına baktığımızda, Zn^{+2} iyon kirliliği yönünden 2. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. O halde, 10.03.2003'ten bu güne, İnanlı istasyonunun, Zn^{+2} iyon kirliliğinin azaldığını söyleyebiliriz. Kirliliğin bir miktar azalmasında, iklim (yağışların) koşullarının, endüstriyel arıtma tesislerinin kullanımının artmasının etkisi olduğu düşünülebilir. Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'nün ölçüm sonuçları ile bizim ölçüm sonuçlarımız bu noktada bir paralellik göstermemektedir. Aksine bir uyumsuzluk söz konusudur.

Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'nün, Ulaş istasyonuna ait , 16.05.2001 tarihli ölçüm sonuçlarına göre Zn^{+2} iyonu kirliliğince , suyun 1. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. 10.03.2003 tarihli ölçüm sonuçlarına göre, Zn^{+2} iyonu su kirliliğince 4. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. O halde, Ulaş istasyonunda, Zn^{+2} iyonu su kirliliğinin büyük oranda arttığı gözleniyor. Ekim-2005, Mart-2006 ölçüm sonuçlarına baktığımızda Ulaş istasyonunun, Zn^{+2} iyon kirliliğince 2. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir. O halde 2003'ten bugüne, kirliliğin azaldığı söylenebilir. Burada da yine etkenin, iklim koşullarının (yağışların), endüstriyel arıtma tesislerinin kullanımının artmasının etkisi olduğu düşünülebilir. Yada, bu bölgedeki sanayi kuruluşlarının, çinko bileşikleri kullanımının azaldığı düşünülebilir. Tekirdağ Çevre ve İl Müdürlüğü'nün ölçüm sonuçları ile bizim ölçüm sonuçlarımız yine bu noktada da birbiri ile uyum göstermemektedir. Bir zıtlık söz konusudur.

Edirne, Çevre ve İl müdürlüğü'nün, Ergene Nehrinin bitim noktası olan Uzunköprü- Adasarhanlı istasyonuna ait, geçmiş yıllardaki (1996-2005) Zn^{+2} iyonu ölçüm sonuçlarına baktığımızda, suyun 1. kalite su sınıfına girdiği gözlenmektedir.

O halde, bu noktada, suyun bir miktar kendini temizlediğini söyleyebiliriz. Bunda da yine iklim koşullarının (yağışların), o bölgedeki sanayi kuruluşlarının sayısının daha az oluşunun bir miktar etkisinin olduğu düşünülebilir.

6.3. Hukuki Mevzuatımıza Göre Ağır Metallerin Su Ve Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliklerindeki Sınır Değerleri

2872 sayılı Çevre Kanununa ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununa göre 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “ Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği” ve 31 Mayıs 2005 tarih ve 25831 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”nde yer alan ağır metallerin kirletici ögesi olarak sınır değerleri **EK-8** ve **EK-9**’de topluca sunulmuştur (T.S.E. , 1984).

6.4. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

4.09.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği’nde su ortamlarının kalite sınıfları aşağıdaki gibi belirlenmiştir (TOPAL, 2000).

SINIF 1: Yüksek Kaliteli Su

SINIF 2: Az Kirlenmiş Su

SINIF 3: Kirliliği su

SINIF 4: Çok kirlenmiş su

Bu sınıflara düşen suların kullanım alanları da şu şekildedir.

A-) SINIF 1: Yüksek Kaliteli Su

- a-) Yalnızca dezenfeksiyon ile içme suyu temini
- b-)Rekreasyonel amaçlar için (Yüzme vb.)
- c-)Alabalık üretimi
- d-) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı
- e-) Diğer amaçlar için kullanıma uygundur.

B-) SINIF 2: Az Kirlenmiş Su

- a-) İleri ve uygun bir arıtma ile içme suyu temini
- b-) Rekreasyonel amaçlar
- c-)Alabalık dışında balık üretimi
- d-) Teknik usuller tebliğinde verilecek olan sulama suyu kalitesi kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak
- e-) Sınıf 1 dışındaki tüm kullanımlar

C-) SINIF 3: KİRLİ SU

Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren endüstriler hariç olmak üzere uygun bir arıtmadan sonra endüstriyel su temininde kullanılabilir.

D-)SINIF 4: Çok Kirlenmiş Su

Yukarıda 1. , 2. , 3. Sınıfları için verilen kalite parametreleri bakımından daha düşük kalitedeki yüzey sularını ifade eder.

1988 yılında yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde Kıta İçi Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri verilmiştir. EK-8' de bu kriterler görülmektedir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

2872 sayılı Çevre Kanununa ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununa göre 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan " Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"nde yer alan ağır metallerin kirletici ögesi olan sınır değerlerine göre;

Çorlu –Ulaş Suyu; Cu^{+2} (Su) ve Cu^{+2} (Çamur) konsantrasyonlarına bakıldığında Çok Kirli Su (IV) kalite sınıfına girmektedir. Zn^{+2} (Su) ve Zn^{+2} (Çamur) konsantrasyonlarına bakıldığında ise suyun, az kirlenmiş su (II) kalite sınıfına girdiği, çamurda çinko konsantrasyonuna bakıldığında ise çok kirli su (IV) kalite sınıfına girdiği gözlenmektedir.

Aşağısevindikli istasyonu suyunda ölçülen değerler ise; Cu^{+2} (Su) ve Cu^{+2} (Çamur) konsantrasyonları değerlerine göre Çok Kirli Su (IV) kalite sınıfına girmektedir. Zn^{+2} (Su) ve Zn^{+2} (Çamur) konsantrasyonlarına bakıldığında ise, suyun Az Kirli Su (II), çamurun ise çok kirli su (IV) kalite sınıfına girdiği gözlenmektedir.

İnanlı istasyonu ölçüm değerlerine bakılırsa; Cu^{+2} (Su) ve Cu^{+2} (Çamur) konsantrasyonlarına göre çok kirli su (IV) kalite sınıfına girmektedir. Zn^{+2} (Su) ve Zn^{+2} (Çamur) konsantrasyonlarına göre, suyun az kirli su (II), çamurun ise çok kirli su (IV) kalite sınıfına girdiği gözlenmektedir.

Lüleburgaz istasyonu suyu analiz sonuçlarına göre, suda bakıra rastlanmamış olup, çamurdaki Cu^{+2} konsantrasyonu değerlerine göre Çok Kirli Su (IV) kalite sınıfına girdiği görülür. Zn^{+2} konsantrasyonu ise, suyun az kirli su (II), çamurda ise Kirli Su (III) kalite sınıfına girdiğini görmekteyiz.

Cu^{+2} ve Zn^{+2} kullanan endüstrilerin başında Kağıt, Ambalaj ve Basım Endüstrileri gelmektedir. Ayrıca Kimya ve Boya Endüstrileride çinko ve bakırda bol miktarda kullanmaktadır.

Numunelerin alındığı bölgeler, Çorlu- Çerkezköy ve Çorlu – Edirne endüstri bölgelerindeki birçok endüstri kuruluşlarının atık deposu haline gelmekte ve çok kirli su kalite sınıfına girdiği gözlenmektedir.

Ergene nehrinden tarım topraklarına yapılan sulamalar toprakların kirlenmesine neden olmakta ve bu kirlenmenin oluşturduğu zararlı etkiler topraklarda yetişen tarım ürünlerine geçmekte ve besin zinciri yoluyla insanlara ve diğer canlılara ulaşmaktadır. Özellikle su ve toprak yapısında bulunan ağır metaller, insanlar üzerinde kanserojen etkiler göstermektedirler. Çorlu ve çevresinde, kanser vakalarında artış olduğu görsel basından izlenmektedir.

Araştırma alanında ulaşım imkanının kolaylığı, sahip olduğu zengin yer altı su varlığı ve geniş düz arazi yapısı nedeniyle endüstri kuruluşları, bölgede sayıları ve kapladıkları alanlar bakımından giderek artan bir eğilim göstermektedir. Araştırma alanı içinde makro ölçekte bir planlama çalışmaması olmamasından dolayı, endüstri kuruluşları E-5 karayolu ve bu yola bağlantılı yollar boyunca dizilmiş bulunmaktadır. Bu şekildeki yerleşim, arıtma tesislerinin organize olarak ortak kullanma imkanlarını zorlaştırmaktadır. Endüstriyel alan kullanımları mutlaka Organize Sanayi Bölgeleri olarak planlanmalıdır. Çarpık endüstrileşmeyi önlemek için imar planlarında ayrılmış alanlar dışındaki bölgelere endüstri kuruluşu tesisine izin verilmemelidir. Endüstri kuruluşlarının iyi bir planlama ile tarım alanları ve yeşil alanları tehdit etmemesi sağlanmalıdır.

8- EKLER**EK. 1 Edirne DSİ 2000-2004 Yılı Ağır Metal Analiz Sonuçları**

Tarih	İstasyon adı	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)	Hg (mg/l)	Cd (mg/l)	Cu (mg/l)
Eyl.00	Ç.S. Çerkezköy girişi	0.012	0.025	0.0007		
Eyl.00	Ç.S. Çerkezköy Çıkışı	0.035	0.117	<0.0005		
Eyl.00	E.N.Uzunköprü	0.028	0.025	<0.0005		
Eyl.00	E.N. Lüleburgaz	0.042	0.067	<0.0005		
Kas.00	Ç.S. Çerkezköy girişi	<0.005	0.040	<0.0005	0.008	
Kas.00	Ç.S.Çerkezköy Çıkışı	0.012	0.164	<0.0005	0.008	
Kas.00	E.N. Uzunköprü	<0.005	0.035	<0.0005	<0.005	
Kas.00	E.N.Lüleburgaz	0.110	0.085	<0.0005	<0.005	
Eyl.01	Ç.S. Çerkezköy Girişi	0.005	0.022	<0.0005	<0.005	
Eyl.01	Ç.S. Çerkezköy Çıkışı	0.031	0.140	<0.0005	0.007	
Eyl.01	E.N. Uzunköprü	0.042	0.080	<0.0005	0.008	
Eyl.01	E.N. Lüleburgaz	0.165	0.070	<0.0005	0.008	
Kas.01	Ç.S.Çerkezköy Girişi	0.019	0.059	<0.0005	<0.005	
Kas.01	Ç.S. Çerkezköy Çıkışı	0.025	0.107	<0.0005	<0.005	
Kas.01	E.N. Uzunköprü	0.031	0.037	<0.0005	<0.005	
Kas.01	E.N. Lüleburgaz	0.073	0.071		<0.005	
Tem.02	Ç.S. Çerkezköy Girişi	0.008	0.049		<0.005	
Tem.02	Ç.S. Çerkezköy Çıkışı	0.027	0.104		<0.005	
Tem.02	E.N. Uzunköprü	<0.005	0.028		<0.005	
Tem.02	E.N. Lüleburgaz	0.041	0.043		<0.005	

Eyl.02	Ç.S.Çerkezköy Girişi	0.032	0.102		<0.005	
Eyl.02	Ç.S.Çerkezköy Çıkışı	0.121	0.169		<0.005	
Eyl.02	E.N. Uzunköprü	0.047	0.028		<0.005	
Eyl.02	E.N. Lüleburgaz	0.110	0.046		<0.005	
Tem.03	Ç.S. Çerkezköy Girişi		0.014	<0.0005	<0.005	0.007
Tem.03	Ç.S.Çerkezköy Çıkışı		0.160	<0.0005	<0.005	0.062
Tem.03	E.N. Uzunköprü		0.022	<0.0005	<0.005	0.010
Tem.03	E.N. Lüleburgaz		0.038	<0.0005	<0.005	0.016
Eyl.03	Ç.S. Çerkezköy Girişi	0.006	0.020	<0.0005	<0.005	
Eyl.03	Ç.S. Çerkezköy Çıkışı	0.022	0.197	<0.0005	<0.005	
Eyl.03	E.N. Uzunköprü	0.026	0.030	<0.0005	<0.005	
Eyl.03	E.N. Lüleburgaz	0.087	0.044	<0.0005	<0.005	
Tem.04	Ç.S. Çerkezköy Girişi	0.016	0.020	<0.0005	<0.005	
Tem.04	Ç.S.Çerkezköy Çıkışı	0.056	0.106	<0.0005	<0.005	
Tem.04	E.N. Uzunköprü	0.040	0.022	<0.0005	<0.005	
Tem.04	E.N. Lüleburgaz	0.058	0.069	<0.0005	<0.005	
Eyl.04	Ç.S.Çerkezköy Girişi	0.0649	0.0899	<0.0005	0.0135	
Eyl.04	Ç.S. Çerkezköy Çıkışı	0.0441	0.0867	<0.0005	0.0134	
Eyl.04	E.N. Uzunköprü	0.0040	0.0225	<0.0005	0.0127	
Eyl.04	E.N. Lüleburgaz	0.0243	0.5460	<0.0005	0.0160	

EK- 2 Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması

Su Kalite Parametreleri	1.SINIF SU	2. SINIF SU	3, SINIF SU	4. SINIF SU
A)FİZİKSEL VE İNORGANİK KİMYASAL PARAMETRELER				
1-Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
2-pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3-Çözünmüş Oksijen (mg O ₂ /l)	8	6	3	<3
4-Oksijen Doygunluğu (%)	90	70	40	<40
5-Klorür İyonu	25	200	400	>400
6-Sülfat İyonu	200	200	400	>400
7-Amonyum Azotu(mg NH ₄ ⁺ -N/l)	0.2c	1	2	>2
8-Nitrit Azotu	0.002	0.01	0.05	>0.05
9-Nitrat Azotu (mgNO ₃ -N/l)	5	10	20	>20
10-Toplam Fosfor (mg PO ₄ -P/l)	0.02	0.16	0.65	>0.65
11-Toplam Çözünmüş Madde	500	1500	5000	5000
12-Renk Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
13-Sodyum (mg Na/l)	125	125	250	>250
B)ORGANİK PARAMETRELER				
1-KOİ (mg/l)	25	50	70	>70

2-BOİ (mg/l)	4	8	20	>20
3-Organik Karbon	5	8	12	>12
4-Toplam Kjeldahl – Azotu (mg/l)	0.5	1.5	5	>5
5-Emülsifiye Yağ ve Gres (mg/l)	0.02	0.3	0.5	>0.5
6-Metilen Mavisi Aktif Maddeleri (MBAS) (mg/l)	0.05	0.2	1	>1.5
7-Fenolik Maddeler (Uçucu) (mg/l)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8-Mineral Yağlar ve Türevleri (mg/l)	0.02	0.1	0.1	>0.1
9-Toplam Pestisid (mg/l)	0.001	0.01	0.5	>0.1
C)İNORGANİK KİRLLENME PARAMETRELERİ			0.1	
1-Civa ($\mu\text{g Hg/l}$)	0.1	0.5	2	>2
2-Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/l}$)	3	5	10	>10
3-Kurşun ($\mu\text{g Pb/l}$)	10	20	50	>50
4-Arsenik ($\mu\text{g As/l}$)	20	50	100	>100
5-Bakır ($\mu\text{g Cu/l}$)	20	50	200	>200
6-Krom (Toplam) ($\mu\text{g Cr/l}$)	20	50	200	>200
7-Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{l}$)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	>50
8-Kobalt ($\mu\text{gCo/l}$)	10	20	200	>200

9-Nikel ($\mu\text{gNi/l}$)	20	50	200	>200
10-Çinko ($\mu\text{gZn/l}$)	200	500	2000	>2000
11-Siyanür (Toplam) ($\mu\text{g CN/l}$)	10	50	100	>100
12-Fluorür ($\mu\text{g F/l}$)	1000	1500	2000	>2000
13-Serbest Klor ($\mu\text{g Cl}_2/\text{l}$)	10	10	50	>50
14-Sülfür ($\mu\text{g S/l}$)	2	2	10	>10
15-Demir ($\mu\text{g Fe/l}$)	300	1000	5000	>5000
16-Mangan ($\mu\text{g Mn/l}$)	100	500	3000	>3000
17-Bor ($\mu\text{g B/l}$)	1000e	1000e	1000e	>1000e
18-Selenyum ($\mu\text{g Se/l}$)	10	10	20	>20
19-Baryum ($\mu\text{g Ba/l}$)	1000	2000	2000	>2000
20-Alüminyum ($\mu\text{g Al/l}$)	0.3	0.3	1	>1
21-Radyoaktivite (pCi/l)				
Alfa aktivitesi	1	10	10	>10
Beta aktivitesi	10	100	100	>100
D)Bakteriyolojik Parametreler				
1-Fekal Koliform (EMS/100ml)	10	200	2000	>2000
2-Toplam Koliform (EMS/100ml)	100	20000	100000	>100000

- a- Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.
- b- Klorüre karşı hassas bitkilerin sulanmasında bu konsantrasyon limitini düşürmek gerekebilir.
- c- pH değerine bağlı olarak serbest amonyak azotu konsantrasyonu 0,02 mg NH₃-N/l değerini geçmemelidir.
- d- Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.
- e- Bora karşı hassa bitkilerin sulamasında kriteri 300 µg/l'ye düşürmek gerekebilir.

Kaynak: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (04. 09. 1988)

EK- 3 Edirne Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü

Numune alın tarihi: 30. 03. 2005

Numunenin alındığı yer: Ergene nehri Muhacırcadı İlimize Giriş

Numune analiz tarihi: 05. 04. 2005

Parametre	Kimyasal formül	Birimi	Analiz sonucu	Kalite sınıfı
Sıcaklık			14	1.
pH			6.49	2.
Çözülmüş oksijen	O ₂	mg /lt	8.7	1.
Sülfat	SO ₄ ⁻²	mg/ lt	190	1.
Amonyum Azotu	NH ₄ ⁺ -N	mg/lt	6.65	4.
Nitrit Azotu	NO ₂ ⁻ -N	mg/lt	0.011	1.
Nitrat Azotu	NO ₃ ⁻ -N	mg/lt	0.6	1.
Toplam Fosfor	PO ₄ ⁻³ _P	mg/lt	0.19	3.
Sodyum	Na ⁺	mg/lt	41.22	1.
COD		mg/lt	90	4.
BOD		mg/lt		
Kurşun	Pb ⁺²	mg/lt	95	4.
Bakır	Cu ⁺²	mg/lt	0.10	3.
Krom	Cr	mg/lt	0.03	3.
Kobalt	Co	mg/lt	0.32	4.
Nikel	Ni	mg/lt	0.143	4.
Çinko	Zn	mg/lt	0.01	1.
Demir	Fe	mg/lt	0.18	1.
Mangan	Mn	mg/lt	0.504	3.
Alüminyum	Al	mg/lt	0	1.
Askıda Madde	Katı AKM	mg/lt		

EK. 4 Edirne Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü

Numunenin alındığı yer: Ergene nehri Çiftlikköy

Numunenin alındığı tarih: 30. 03. 2005

Numune analiz tarihi: 05. 04. 2005

Parametre	Kimyasal Formül	Birimi	Analiz Sonucu	Kalite Sınıfı
Sıcaklık			14	1.
pH			7.74	2.
Çözünmüş Oksijen	O ₂	mg/lt	6.4	2.
Sülfat	SO ₄ ⁻²	mg/lt	195	1.
Amonyum Azotu	NH ₄ ⁺ _N	mg/lt	6	4.
Nitrit Azotu	NO ₂ ⁻ _N	mg/lt	0.031	3.
Nitrat Azotu	NO ₃ ⁻ _N	mg/lt	1.1	1.
Toplam Fosfor	PO ₄ ⁻³ _P	mg/lt	0.019	3.
Sodyum	Na ⁺	mg/lt	22	1.
COD		mg/lt	80	4.
BOD		mg/lt		
Kurşun	Pb ⁺²	mg/lt	9	1.
Bakır	Cu ⁺²	mg/lt	0.11	3.
Krom	Cr	mg/lt	0.01	1.
Kobalt	Co	mg/lt	0.29	4.
Nikel	Ni	mg/lt	153	4.
Çinko	Zn	mg/lt	0	1.
Demir	Fe	mg/lt	0.16	1.
Mangan	Mn	mg/lt	0.469	2.
Alüminyum	Al	mg/lt	0	1.
Askıda Madde	Katı AKM	mg/lt		

EK- 5 Edirne Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
Numunenin alındığı yer: Ergene nehri Adasarhanlı Köyü
Numunenin alındığı tarih: 30. 03. 2005
Numunenin analiz tarihi: 05. 04. 2005

Parametre	Kimyasal Formül	Birimi	Analiz Sonucu	Kalite Sınıfı
Sıcaklık			14	1.
pH			7.9	2.
Çözülmüş Oksijen	O ₂	mg/lt	6.8	2.
Sülfat	SO ₄ ⁻²	mg/lt	200	2.
Amonyum Azotu	NH ₄ ⁺ _N	mg/lt	6.3	4.
Nitrit Azotu	NO ₂ ⁻ _N	mg/lt	0.010	3.
Nitrat Azotu	NO ₃ ⁻ _N	mg/lt	0,5	1.
Toplam Fosfor	PO ₄ ⁻³ _P	mg/lt	0,21	3.
Sodyum	Na ⁺	mg/lt	44	1.
COD		mg/lt	71	4.
BOD		mg/lt		
Kurşun	Pb ⁺²	mg/lt	12	2.
Bakır	Cu ⁺²	mg/lt	0,09	3.
Krom	Cr	mg/lt	0,02	3.
Kobalt	Co	mg/lt	0,31	4.
Nikel	Ni	mg/lt	150	4.
Çinko	Zn	mg/lt	0	1.
Demir	Fe	mg/lt	0,23	1.
Mangan	Mn	mg/lt	0,693	3.
Alüminyum	Al	mg/lt	0	1.
Askıda Madde	Katı AKM	mg/lt		

EK-6 2004 yılı Ergene Nehri Kirlilik Durumu

Parametreler ve Birimleri	Kimyasal Formül	Ergene nehri Muhacırkadı Köyü 02. 08. 04	Sınıf	Ergene Nehri Çiftlikköy 02. 08. 04	Sınıf	Ergene Nehri Adasarhanlı Köyü 02. 08. 04	Sınıf
Sıcaklık °C		21	1.	20	1.	21	1.
Ph Birimsiz		7.84	1.	7.46	1.	7.54	1.
Diğerleri							
mg/lt							
Çözünmüş Oksijen	O ₂	4.7	3.	4.19	3.	8.0	1.
Sülfat	SO ₄ ⁻²	155	2.	175	2.	47	1.
Amonyum Azotu	NH ₄ ⁺ _N	-		-		-	
Nitrit Azotu	NO ₂ ⁻ _N	0.001	1.	0.003	2.	0.002	2.
Nitrat Azotu	NO ₃ ⁻ _N	6.7	2.	0.2	1.	0.3	1.
Toplam Fosfor	PO ₄ ⁻³ _P	0.31	3.	0.36	3.	0.55	2.
Sodyum	Na ⁺	62.05	1.	44.69	1.	49.03	1.
COD		98	4.	90	4.	66	3.
BOD		-		-		-	
Kurşun	Pb	-		-		-	
Bakır	Cu	0,03	2.	0,01	1.	0,13	3.
Krom	Cr	0,03	4.	0,07	4.	0,08	4.
Kobalt	Co	0,32	4.	0,34	2.	0,63	4.
Nikel	Ni	0,117	3.	0,136	4.	0,095	3.
Çinko	Zn	0,00	1.	0,00	1.	0,00	1.
Demir	Fe	0.09	1.	0.15	1.	0.20	1.
Mangan	Mn	0.878	3.	0.552	3.	0.442	4.
Alüminyum	Al	0.03	1.	0.01	1.	0	1.

EK-7 Tekirdağ Çevre İl Müdürlüğü, Ergene Nehri Suyu Analizi 10.03.2003 TARİHLİ

ERGENE NEHRİ-SARAY(1)	ÖLÇÜLEN DEĞER	SINIR DEĞER
pH	7	6-9
SICAKLIK	5,7	25(1. SINIF)
KOİ	<27,1	160
AMONYUM AZOTU	0,8	1(2. SINIF)T.1
AKM	22	200
KROM (6)	<0,03	0,5
KLOR	<0,02	10(1. SINIF)T.1
BAKIR	<0,01	3
ÇİNKO	4,2	5
YAĞ-GRES	ESER	20
KURŞUN	0,03	0,5
SİYANÜR	>0,6	2
DEMİR	<0,2	10
KADMİYUM	0,1	0,1
FLORÜR	0,65	15
SÜLFÜR	<0,005	2 (1. SINIF) T. 1

10. 03 .2003 tarihinde Gözlem noktalarından alınan analiz sonuçlarına göre dere suyunun kalitesi 4. sınıftır.

.EK-8. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Ağır Metallerin ,Kalite Kriterlerine Etkileme Sınır Değerleri

Ağır Metal Parametreleri	1.Yüksek kaliteli su	2. Az kirlenmiş su	3. Kirli su	4. Çok kirli su	Deniz suyunun genel kalite kriteri
Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/l}$)	3	5	10	>10	0.01
Kurşun ($\mu\text{g Pb/l}$)	10	20	50	>50	0.1
Civa ($\mu\text{g Hg/l}$)	0,1	0,5	2	>2	0.004
Arsenik ($\mu\text{g As/l}$)	20	50	100	>100	0.1
Bakır ($\mu\text{g Cu/l}$)	20	50	200	>200	0.01
Krom (toplam)($\mu\text{gCr/l}$)	20	50	200	>200	0.1
Krom ($\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{l}$)	Eseri	20	50	>50	-
Kobalt ($\mu\text{g Co/l}$)	10	20	200	>200	-
Nikel ($\mu\text{g Ni/l}$)	20	50	200	>200	0.1
Çinko ($\mu\text{g Zn/l}$)	200	500	2000	>2000	0.1
Demir ($\mu\text{g Fe/l}$)	300	1000	5000	>5000	-
Mangan ($\mu\text{g Mn/l}$)	100	500	3000	>3000	-
Alüminyum ($\mu\text{gAl/l}$)	0.3	0.3	1	>1	-

EK- 9 Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne Göre Ağır Metallerin, Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerleri ile Arıtma Çamurunda İzin Verilen Değerler

Ağır Metal(Toplam)	pH 5-6 mg/kg Fırın Kuru Toprak	pH>6 mg/kg Fırın Kuru Toprak
Kurşun	50**	300**
Krom	100**	3**
Bakır*	50**	140**
Nikel*	30**	75**
Çinko*	150**	300**
Civa	1**	1.5**
Kadmiyum	1**	3**

*pH değeri 7' den büyük ise çevre ve insan sağlığına özellikle yer altı suyuna zararlı olmadığı durumlarda, 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. (CANGİR ve BOYRAZ, 2005)

EK-10 Toprakta Kullanılabilecek Stabilize Arıtma Çamurunda İzin Verilen Maksimum Ağır Metal Kapsamları

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Değerler (mg/kg Fırın Kuru Materyal)
Kurşun	1200
Kadmiyum	40
Krom	1200
Bakır	1750
Nikel	400
Civa	25

EK-11 Toprakta On Yıllık Ortalama Esas Alınarak Bir Yılda Verilmesine İzin Verilecek Ağır Metal Yüğü Değerleri

Ağır Metal (Toplam)	Sınır Yüğü Değeri (g/da/yıl, Kuru maddede)*
Kurşun	1500
Kadmiyum	15
Krom	1500
Bakır	1200
Nikel	300
Çinko	3000
Civa	10

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

EK-12 Kıtaçi Yüzeysel Suların Sınıflandırılması

Su Kalite Parametreleri	1.SINIF SU	2. SINIF SU	3. SINIF SU	4. SINIF SU
A)FİZİKSEL VE İNORGANİK KİMYASAL PARAMETRELER				
1-Sıcaklık(°C)	25	25	30	>30
2-pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3-Çözünmüş Oksijen (mg O ₂ /l) a	8	6	3	<3
4-Oksijen Doygunluğu (%)	90	70	40	<40
5-Klorür İyonu	25	200	400b	>400
6-Sülfat İyonu	200	200	400	>400
7-Amonyum Azotu(mg NH ₄ ⁺ -N/l)	0.2c	1c	2c	>2
8-Nitrit Azotu	0.002	0.01	0.05	>0.05
9-Nitrat Azotu (mgNO ₃ -N/l)	5	10	20	>20
10-Toplam Fosfor (mg PO ₄ -P/l)	0.02	0.16	0.65	>0.65
11-Toplam Çözünmüş Madde	500	1500	5000	5000
12-Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
13-Sodyum (mgNa/l)	125	125	250	>250
B)ORGANİK PARAMETRELER				

1-KOİ (mg/l)	25	50	70	>70
2-BOİ (mg/l)	4	8	20	>20
3-Organik Karbon	5	8	12	>12
4-Toplam Kjeldahl –Azotu (mg/l)	0,5	1,5	5	>5
5-Emülsifiye Yağ ve Gres (mg/l)	0,02	0,3	0,5	>0,5
6-Metilen Mavisi Aktif Maddeleri (MBAS) (mg/l)	0,05	0,2	1	>1,5
7-Fenolik Maddeler (Uçucu) (mg/l)	0,002	0,01	0,1	>0,1
8-Mineral Yağlar ve Türevleri (mg/l)	0,02	0,1	0,1	>0,1
9-Toplam Pestisid (mg/l)	0,001	0,01	0,5	>0,1
C)İNORGANİK KİRLENME PARAMETRELERİd			0,1	
1-Civa ($\mu\text{g Hg/l}$)	0,1	0,5	2	>2
2-Kadmiyum ($\mu\text{g Cd/l}$)	3	5	10	>10
3-Kurşun ($\mu\text{g Pb/l}$)	10	20	50	>50

9. KAYNAKLAR

1. Akçay, H., Oğuz, A., Karapire, C., 2003, "Study of heavy metal pollution and speciation in Buyuk Menderes and Gediz river sediments." *Water Research*, 37, 813-822
2. Apak, S., Süzen, S., 2005, "Trakya'da çevre sorunları ve AB'ye uyum sürecinde yapılması gerekenler. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 4, Bildiri Kitabı" sf. 89-102, Edirne, 1999.
3. Audry, S., Schafer, J., Blanc, G., Jouanneau, J.M., 2004 "Fifty-year sedimentary record of heavy metal pollution (Cd, Cu, Zn, Pb) in the Lot River reservoirs (France)" *Environmental Pollution*, 132, 413-426
4. Baykut, F., Aydın, A., Baykut, S., "Çevre Sorunları Ve Korunma", Güryay Matbaacılık Tic. Ltd. Şti., sf. 119-150, İstanbul, 1987
5. Bergin, F., Küçüksezgin, F., Uluturhan, E., Barut, I.F., Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., 2006, "The response of benthic foraminifera and ostracoda to heavy metal pollution in Gulf of Izmir.Eastern Aegean Sea" *Estuarine, Coastal and Shelf science*, 66, 368-386
6. Candeğer, O., "Ergene Havzası Revize Çalışmaları. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 3, Bildiriler Kitabı" sf. 341-342, Edirne, 1999.
7. Cangir, C., Boyraz, D., "Trakya da yer alan bazı toprak çeşitlerinin ağır metallere karşı davranışları ve yaratabileceği çevresel sorunlara karşı bir yaklaşım. Trakya'da sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 4, Bildiriler Kitabı" sf. 175-188, Edirne, 2005.
8. Castro Dantas, T.N., Dantas Neto, A.A., Moura, M. C. P. A. , Barros Neto, E.L., Forte, K.R., Leite, R.H.L., 2003," Heavy metals extraction by microemulsions" *Water Research*, 37, 2709-2717
9. Ciszewski, D., MALIK, İ., 2004 "The use of heavy metal concentrations and dendrochronology in the reconstruction of sediment accumulation, Mala Panew River Valley, southern Poland." *Geomorphology*, 58, 161-17
10. Cresser, M.S., 1978, "Solvent Extraction in Flame Spectroscopic Analysis Ion Association Extraction Systems Butter Worths" 147, 148, 150
11. Dalgıç, G., Canitez, I.S., Canitez T., 2005, "Trakya Bölgesi Özelinde Çevre Politikalarının sürdürülebilir kalkınma bağlamında değerlendirilmesi. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 4"
12. Diagonanolin, V., Farhang, M., Ghazi-Khansori, M., Jafarzadeh, N., 2004, "Heavy metals (Ni, Cr, Cu) in the Karon waterway river, Iran." *Toxicology Letters*, 151, 63-68

13. Feyizoğlu, A., Alosman, M..S., 1981, "Ekstraksiyon metodu ile fosforik asitin elde edilmesinin yeni yöntemi" , Patent No: 912635, Moskova
14. Gündüz, T., "İnstrümental Analiz" , Bilge Yayıncılık, sf. 317-329, Ankara, 1993
15. Handley, T.H., 1963, "Analytical Chemistry, Acta" 35, 991
16. Kalebaşı, Y., Meriç Nehri' nin Kimyasal Kirliliğinin İncelenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 5-12, Edirne, 1994.
17. Kubaş, A., Hurma, H., "Trakya Bölgesinde Sanayileşme Kaynaklı Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 4, Bildiriler Kitabı" sf. 143-149, Edirne, 2005.
18. Marcovecchio, J.E., 2004 "The use of *Micropogonias furnieri* and *Mugil liza* as bioindicators of heavy metals pollution in La plata river estuary, Arjantin" *Science of the Environment*, 323, 219-226
19. Marr, G., Rocket, B.W., 1972, " Practical inorganic Chemistry Department of Physical Selences Wolherhampton Polytenic Reinhold Company" 54
20. Okonkwo, J.O., Mothibo, M., 2005 " Physico-chemical characterics and pollution levels of heavy metals in the rivers in Thohoyandou, South Africa" *Journal of Hydrology*, 308, 122-127
21. Pagnanelli, F., Moscardini, E., Giuliano, V., Toro, L., 2003 "Sequential extraction of heavy metals in river sediments of an abandoned pyrite mining area pollution detection and affinity series" *Environmental Pollution*, 132, 189-201
22. Pueyo, M., . Lopez-Sanchez, J.F., Rauret, G., 2003 " Assesment of CaCl_2 , NaNO_3 and NH_4NO_3 extraction procedures for thestudy of Cd, Cu, Pb and Zn extractability in contaminated soils" *Analytica Chimica Acta*, 504, 217-226
23. Ramos e Silva, C. A., Silva, A. P., Oliveira, S. R., 2005 " Con Centration, stock and transport rate of heavy metals in a tropical red mangrove, Natal, Brazil" *Marine Chemistry*.
24. Renner, R. M., 1995 "Endmember analysis of heavy metal pollution in surficial sediments from the Gulf of Gdansk and the souther Baltic Sea off Poland" *Pergamon*, 97, 313-317
25. Resende, P. C., Barrado, F. S., Martins, A. H., 1999 "Sulfuric activation of a Brazilian manganese are for heavy metals" *Hydrometallurgy*, 51, 325-333

26. Sasstre, J., Sahuquillo, A., Vidal, M., Rauret, G., 2002 "Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples, microwave- assisted total digestion versus aqua regia and nitric acid extraction." *Analytica Chimica Acta*, 462, 59-72
27. Siska, J., 2005 "Extraction of heavy metals and ammonium from waters by unsaturated fatty acids and their soaps" *Hydrometallurgy*, 76, 155-172
28. Skoog, A.D., West, M.D., Holler, F.J., 1991 "Fundamentals of Analytical Chemistry, Seventh Edition," 592.
29. Stary, J., Hladky, E., 1963 "Analytical Chemistry, Acta" 28, 227
30. Tokaloğlu, Ş., Kartal, Ş., Elçi, L., 2000 "Determination of heavy metal ad tehir specation in lake sediments by flame atomic absorbaton spectrometry after a four-stage sequential procedure" *Analytica Chimica Acta*, 413, 33-40
31. Topal, O., Ergene Nehri' nin Kirlilik Durumunun İncelenmesi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, sf. 32-47, Haziran, 2000.
32. T.S.E., "İçme Suları" , T.S. 266, sf. 6-10, 1984, Ankara.
33. Turgut, C., 2003 "The contamination with organochlorine pesticides and heavy metals in surface water in surface water in Küçük Menderes River in Turkey" *Environment International*, 29, 29-32
34. Yıldız, G., Çelik, S.Ö., "Çorlu ilçesi Katı atıklarının Mevcut Durunu, Sorunlar ve Alternatif Çözüm Önerileri Trakyada Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 3, Bildiriler Kitabı" sf. 279-290, Edirne, 1999
35. Yılmaz, R., Tohumluk, D., "Bazı Endüstriyel Alan Kullanımlarının Çevreye Olan Etkileri ; Tekirdağ ili E-5 Karayolu Çevresi Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu 4, Bildiriler Kitabı" sf. 115-129, Edirne, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

YEŞİM GÖKDEMİR, 1975' te Edirne' de doğdu.

İlk, orta ve lise eğitimini Edirne'de tamamladı. 1996 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünden mezun oldu. 1997 yılında Osmaneli / Bilecik'te kimya öğretmenliği görevine başladı.

Halen Muratlı/Tekirdağ METEM'de kimya öğretmeni olarak görevini sürdürmektedir.

Yabancı dili İngilizce'dir.