T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATIK SULARDA BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

AYLİN TAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ANORGANİK KİMYA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN:Prof. Dr. ADİLHAN FEYİZOĞLU

EDİRNE, 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET viii

SUMMARY ix

1.GİRİŞ 1

2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI 2

2.1.SU KİRLİLİĞİ 2

2.1.1.Su Kaynaklarının Kirliliği 3

2.1.1.1.Akarsu Kirliliği 3

2.2.DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜNE GÖRE SULARDA KİRLETİCİ ETKİ YAPABİLECEK UNSURLAR 6

2.2.1.Organik Kirleticiler 7

2.2.2.Salgın Hastalıklara Neden Olan Kirleticiler 9

2.2.3.Bitkilerin Anormal Büyümesine Neden Olan Kirleticiler 9

2.2.4.Zirai Mücadele İlaçları 10

2.2.5.Sentetik Organik Kirleticiler 10

2.2.6.İnorganik Kirleticiler 11

2.2.7.Sediment Kökenli Kirleticiler 15

2.2.8.Radyoaktif Kirleticiler 16

2.2.9.Atık Isının Meydana Getirdiği Kirlilik 17

2.3.SU KİRLİLİĞNİN KAYNAKLARI 17

2.3.1.TARIMSAL ÇALIŞMALARIN SEBEP OLDUĞU KİRLİLİK 17

2.3.1.1.Toprak Erozyonundan Gelen Kirlilik 18

2.3.1.2.Bitki Besin Maddelerinin Yarattığı Kirlilik 18

2.3.1.3.Hayvansal Atıkların Yarattığı Kirlilik 19

2.3.1.4.Tarımsal Mücadele İlaçlarının Yarattığı Kirlilik 19

2.3.2.ENDÜSTRİNİN SEBEP OLDUĞU KİRLİLİK 20
2.3.2.1.Kimyasal Kirlilik 20
2.3.2.2.Fiziksel Kirlilik 20
2.3.2.3.Fizyolojik Kirlilik 21
2.3.2.4.Biyolojik Kirlilik 21
2.3.2.5.Radyoaktif Kirlilik 22
2.3.3.YERLEŞİM ALANLARINDAKİ ATIKLARIN SEBEP OLDUĞU KİRLİLİK 22
3.ATIK SULAR 23
3.1.ATIK SULARIN SINIFLANDIRILMASI..... 24
3.1.1.Evsel Atıklar 25
3.1.2.Endüstri Atık Suları 25
3.2.ATIK SU PARAMETRELERİ..... 27
3.2.1.Fiziksel Parametreler..... 27
3.2.2.Kimyasal Parametreler 28
3.2.3.Biyolojik Parametreler 28
3.3.ATIK SULARDA BULUNAN ZARARLI BAZI ORGANİK MADDELERİN ENDÜSTRİYEL KAYNAKLAR 29
3.3.1.Fenoller Ve Türevleri 29
3.3.2.Pestisitler 29
3.3.3.Deterjanlar 30
3.3.4.Uçucu Organik Bileşikler 30
3.3.5.Endüstriyel Çözücüler 32
3.3.6.Polisiklik Aromatikler 32
3.3.7.Dezenfeksiyon Sonucu Oluşan Maddeler..... 33
3.4.ATIK SULARDAKİ ORGANİK MADDELERİN ARITIMI 34
3.5.SU KİRLETİCİLERİN SAĞLIĞA ETKİLERİ 36

4.SU ANALİZİ 38
4.1.FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZDE KULLANILAN TEKNİKLER ... 38
4.1.1.Gravimetrik Yöntem 38
4.1.2.Titrasyon 38
4.1.3.Elektrokimyasal Teknikler 38
4.1.4.Spektrofotometrik Ve Kalorimetrik Teknikler 39
4.1.5.Kromatografi 40
4.1.6.Kütle Spektrometresi 41
4.1.7.İmmünolojik Teknikler 42
5.MATERYAL VE METOD 43
5.1.ÇORLU DERESİNİN COĞRAFİ KONUMU 43
5.2.SU NUMENESİNİN ALINMASI 44
5.3.KULLANILAN ANALİZ YÖNTEMLERİ 45
5.3.1.Spektrofotometrik Ve Kalorimetrik Yöntem 45
5.3.2.Gravimetrik Yöntem 46
5.4.ANALİZLERDE KULLANILAN KİMYASAL MADDELER 46
5.5.DENEYSEL ÇALIŞMALARDA KULLANILAN ALETLER 47
6.DENEYSEL ÇALIŞMALAR 48
6.1.Kimyasal Oksijen İhtiyaç Tayini 48
6.2.Fenol Tayini 49
6.3.Amonyum Azotu Tayini 51
6.4.Sülfür Tayini 52
6.5.Toplam Fosfat Tayini 53
6.6.Yağ Ve Gress Tayini 54
6.7.Ph Tayini 54
7.ARAŞTIRMA BULGULARI 56
7.1.Kimyasal Oksijen İhtiyaç Tayin Sonuçlar 56

7.2.Fenol Tayin Sonuçları 60
7.3.Amonyum Azotu Tayin Sonuçları 64
7.4.Sülfür Tayin Sonuçları 69
7.5.Toplam Fosfat Tayin Sonuçları 73
7.6.Yağ Ve Gress Tayin Sonuçları 77
7.7.pH Tayin Sonuçları 77
8.SONUÇLAR VE ÖNERİLER 82
9.EKLER 87
Ek-1.26/04/2005 Tarihli Örneklerin analiz Sonuçları 87
Ek-2.23/05/2005 Tarihli Örneklerin Analiz Sonuçları 87
Ek-3.20/06/2005 Tarihli Örneklerin Analiz Sonuçları 88
Ek-4.03/10/2005 Tarihli Örneklerin Analiz Sonuçları 88
Ek -5.Numune Alınan İstasyonlar 89
10.KAYNAKLAR 90
TEŞEKKÜR 92
ÖZGEÇMİŞ 93

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri 4

Tablo 3.1. Evsel Atık Sularda Bulunan Fiziksel Kimyasal ve
Biyolojik Bileşenler 23

Tablo 3.2. Evsel Atık Sulardaki Kirlilikler İçin Ortalama Değerler
ve Konsantrasyonun Ortalaması 24

Tablo 3.3. Uçucu Organik Bileşikler (UOB) Grupların
ve Bu Grupların Örnekleri… 30

Tablo 3.4. Sularda Referans Bileşik Olarak Tanımlanan Polisiklik Aromatik
Hidrokarbonlar (PAH).....32

Tablo 3.5. İçme Sularında Bulunan Başlıca Dezenfeksiyon Yan Ürünleri 32

Tablo 3.6. Endüstriyel Atık Suların Arıtımında Kullanılan Başlıca
Arıtım Yöntemleri.. 34

Tablo 3.7. Su Kirleticilerinin Sağlığa Etkileri 36

Tablo 7.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayin Sonuçları 54

Tablo 7.2. Fenol Tayin Sonuçları 57

Tablo 7.3. Amonyum Azotu Tayin Sonuçları 60

Tablo 7.4. Sülfür Tayin Sonuçları 63

Tablo 7.5. Fosfat Tayin Sonuçları 66

Tablo 7.6. Yağ ve Gres Tayin Sonuçları 69

Tablo 7.7. pH Tayini Sonuçları 70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Endüstriyel Sistem ve Atıklar 25

Şekil 5.1. Çorlu Deresi Coğrafi Konumu ve Numune Alınan İstasyonların Yeri 42

Şekil 7.1. I. İstasyon Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 54

Şekil 7.2. II. İstasyon Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 55

Şekil 7.3. III. İstasyon Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 55

Şekil 7.4. IV. İstasyon Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 55

Şekil 7.5. V. İstasyon Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 56

Şekil 7.6. VI. İstasyon Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 56

Şekil 7.7. Çorlu Deresi Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri 56

Şekil 7.8. I. İstasyon Fenol Değerleri 57

Şekil 7.9. II. İstasyon Fenol Değerleri 58

Şekil 7.10. III. İstasyon Fenol Değerleri 58

Şekil 7.11. IV. İstasyon Fenol Değerleri 58

Şekil 7.12. V. İstasyon Fenol Değerleri 59

Şekil 7.13. VI. İstasyon Fenol Değerleri 59

Şekil 7.14 Çorlu Deresi Fenol Değerleri 59

Şekil 7.15. I. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri 60

Şekil 7.16. II. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri 61

Şekil 7.17. III. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri 61

Şekil 7.18. IV. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri 61

Şekil 7.19. V. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri 62

Şekil 7.20. VI. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri 62

Şekil 7.21. Çorlu Deresi Amonyum Azotu Değerleri 62

Şekil 7.22. I. İstasyon Sülfür Değerleri 63

Şekil 7.23. II. İstasyon Sülfür Değerleri 64

Şekil 7.24. III. İstasyon Sülfür Değerleri 64

Şekil 7.25. IV. İstasyon Sülfür Değerleri 64

Şekil 7.26. V. İstasyon Sülfür Değerleri 65

Şekil 7.27. VI. İstasyon Sülfür Değerleri 65

Şekil 7.28. Çorlu Deresi Sülfür Değerleri 65

Şekil 7.29. I. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri 66

Şekil 7.30. II. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri 67

Şekil 7.31. III. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri 67

Şekil 7.32. IV. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri 67

Şekil 7.33. V. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri 68

Şekil 7.34. VI. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri 68

Şekil 7.35. Çorlu Deresi Toplam Fosfat Değerleri 68

Şekil 7.36. I. İstasyon pH Değerleri 70

Şekil 7.37. II. İstasyon pH Değerleri 71

Şekil 7.38. III. İstasyon pH Değerleri 71

Şekil 7.39. IV. İstasyon pH Değerleri 71

Şekil 7.40. V. İstasyon pH Değerleri 72

Şekil 7.41. VI. İstasyon pH Değerleri 72

Şekil 7.42. Çorlu Deresi pH Değerleri 72

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ATIK SULARDA
BAZI KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FENBİLİMLERİ ENSDTİTÜSÜ
ANORGANİK KİMYA ANABİLİM DALI

Bu tez çalışmasında, atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. İncelenecek atık suların, son zamanlarda çevre halkının da oldukça rahatsız ve şikayetçi olduğu Trakya'nın önemli akarsularından olan Çorlu Deresinden alınmasının uygun olduğu düşünülmüştür.

26/04/2005 tarihinden itibaren ayda bir olmak üzere dört ay süre ile Çorlu deresinin altı farklı yerinden su örnekleri alınarak kimyasal analizleri yapılmıştır.

Kimyasal kirliliği belirleyen Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI), Fenol, Amonyum Azotu, Sülfür, Toplam Fosfat, pH, Yağ ve Gres gibi önemli parametreler uygun metotlarla ölçülmüştür.

Yapılan ölçümlerde Çorlu Deresinin kimyasal kirliliğinin limit değerlerin üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Çerkezköy çevresinde sanayileşmenin gün geçtikçe artması kimyasal kirliliğin üst düzeylerde çıkmasına sebep olmakta ve çevresindeki yaşamı tehdit etmektedir.

Çorlu Deresinin renginin koyulaşması ve çevreye verdiği kötü koku oldukça rahatsız edici durumdadır. Trakya'da tarım önemlidir ve sulama için Çorlu Deresi suyu kullanılmaktadır.

Bu çalışmadaki sonuçlara göre Çorlu Deresinin oldukça kirli olduğu ve tarımsal faaliyetlerde –sulamada- kullanılmasının sakıncalı olduğu görülmüştür.

EDİRNE -2006

Anahtar Kelimeler: Atık su, Çorlu Deresi, kirlilik parametreleri, KOİ, fenol, amonyum azotu, sülfür,

SUMMARY

MASTER THESIS

EXAMINING SOME POLLUTING PARAMETERS IN WASTEWATER

TRAKYA UNIVERSITY

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCINCES

DEPARTMENT OF INORGANIC CHEMISTRY

The aim of the study is to examine some polluting parameters in wastewater. It has been thought that it will be appropriate for the wastewater which will be examined to be taken from Çorlu stream that is one of the most important streams in Thrace and that people have complained about, recently.

The samples from Çorlu stream have been taken periodically once in a month for four times, starting from 24/06/2005 and the chemical analysis have been made.

The parameters for chemical pollution such as chemical oxygen demand (COD), phenol, amonnium nitrate (NH_4^+-N) sulfur (S^{-2}), total phosphate, oil and grease, pH have been measured by appropriate methods.

According to these analysis, chemical pollution in Çorlu stream due to industrial and domestic wastes have been increasing gradually.

It's rather disturbing that the odor and the colour of Çorlu Stream becoming dark. For the Thracian agriculture is important and they use the streams for irrigation.

As a result, it has been seen that, the chemical pollution in Çorlu stream has over the limit values and also drambacks for irrigation.

EDİRNE-2006

Key Words: Wastewater, Çorlu Stream, polluting parameters, COD, Phenol, Sulfur, Amonnium nitrate,

1.GİRİŞ

Çorlu nehri Çerkezköy'ün doğusunda Istıranca Dağlarından doğan, Paşa Deresi gibi birçok küçük dereyi olarak, kuzeydoğu güneybatı yönünde akan, Muratlı ilçesinin kuzeyinde Ergene nehrine karışan önemli bir akarsudur.

Çorlu nehri verimli toprakların arasından yoluna devam ederken, Çerkezköy bölgesinde sanayileşmenin yoğun olması ve bu sanayi atıklarının dereye deşarj edilmesi ile kimyasal kirlilik yükü oldukça artmıştır.

Verimli toprakların sulanmasında kullanılan Çorlu Deresi suyu artık büyük bir sorun yaratmaktadır. Gerek kamuoyunda gerekse basında Çorlu Deresi kirliliği ve çevreye verdiği zararlarla ilgili bir çok haber çıkmıştır.

Yapılan çalışmada Çorlu Deresinin kimyasal kirlilik yükü belirlenmiştir. Kimyasal kirliliğin limit değerlerin üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum başta Çorlu Belediyesi olmak üzere ilgili kuruluşların zaman geçirmeden önlem alması gerektiğini göstermektedir.

2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Su Kirliliği

Dünyada nüfusun artması ve endüstrinin gelişmesi ile suyun yerküre üzerindeki doğal yapısı istenilmeyen yönde bozulmaktadır. Su kirliliği, kaynak suyu veya herhangi bir doğal suyun fiziksel kimyasal biyolojik veya radyoaktif katkılarla etkilenmesinden doğar, suyun kalitesini kötüleştirebilecek miktar yada konsantrasyonlarda suya ,kanalizasyon suyunun, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıkların, diğer zararlı ve istenmeyen maddelerin ilave edilmesiyle su kirlenir. İnsan ve hayvan sağlığını, bitki büyümesini tehdit edici olarak suyun özelliği bozulur. Canlıların yaşamasını zorlaştıracak, ekosistem dengesini bozacak her şey doğrudan veya dolaylı su kirliliği olarak karşımıza çıkar.

Su ortamına, insanlar tarafından madde veya enerji aktarımıyla su kirlenir. Yani enerji ve madde değişimi kirlenmeye neden olur. İnsan faaliyetleri ile su devamlı olarak kirletilir. İnsan ve hayvan atıkları suyu biyolojik olarak kirletir.

Su içerisine karışan atık maddelerdeki organik maddeler bazı bakterilerin yardımı ile biyooksidasyona uğrar ve zararsız duruma dönüştürülür, bu durumun olabilmesi için bazı bakteri gruplarının ve fazla miktarda çözünmüş oksijenin suda bulunması gerekir, akarsulara göllere ve denizlere boşaltılan anorganik , organik ve toksik maddelerin oldukça fazla olması durumunda , sudaki oksijen azalmaktadır, oksijen azalmasıyla bulunması gereken bakteriler ölmekte ve su kaynakları kirlenmektedir(Tür.Çev.Sor Vakfı,1986).

Suyun kirlenmesinde en önemli etken suyun çözücü özelliğidir. Suyun çözücü özelliği maddenin yapısına bağlıdır. Su çoğu iyonik maddeleri, şeker, üre, alkol gibi organik maddeleri çok çözerken yağları, hidrokarbonları ve bazı tuzlan çözmez. Su çevrimi sırasında da suyun özelliği değişir. Örneğin yağmur suyu atmosferdeki gazlardan başka havadaki toz ve diğer maddeleri çözmesi sonucu Na^{+}, K^{+}, Mg^{+2} gibi katyonların yanı sıra Cl^{-} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} anyonları da içerir. Yer altı ve kaynak suları ise geçtiği jeolojik ve kimyasal yapıya göre bu katyon ve anyonlara ek olarak daha birçok madde içerebilir(Doğan ve Saylak,2000).

Su her kullanım alanı için o amaca uygun olmalıdır. Örnek olarak içme suyu toksik elementler, mikroorganizmalar ve mikroplar içermemeli içerisinde fenol, organik klor bileşikleri gibi maddeler , nitrit, nitrat, amonyum , sülfür gibi anyonlar bulunmamalıdır, buna karşılık içinde çözünmüş oksijen , alkali ve toprak alkali elementleri iyonlarından az miktarda bulunmalıdır. Her bir kullanım alanı için sularda aranan özellikler o kullanım alanı için su kriteri olarak belirlenmiştir.

2.1.1Su Kaynaklarının Kirliliği

2.1.1.1Akarsu Kirliliği

Sağlıklı bir akarsuda bitki ve hayvan yaşamı ile ilgili olarak ekolojik bir denge bulunduğu bilinen bir gerçektir. Kirlenmeye neden olan etkenler bu dengenin değişmesine neden olur. Akarsuya verilen kirleticilerin seyreltilmesi ve taşınımı üzerinde sonuç açısından önemli bir etken, akarsuyun debisidir. Akarsu ortamına atık su girdisi olması durumunda, su ortamında, özelliklerini kirlenmeden önceki kalitesine doğru götüren bir doğal arıtım işlemi başlar. Bu süreç akarsuyun özellikleri ve iklim koşulları ile yakından ilgilidir. Yavaş akan ve havuzlanma özelliği gösteren akarsuların havalanma hızı, yavaş olduğundan doğal arıtım olayı uzun sürmektedir. Sığ ve dik akarsu yatakları iyi bir havalanma sağlar. Normal olarak atık asimilasyonu için ülkemiz koşullarında en kritik durum, düşük akım koşulları ve yüksek su sıcaklığının olduğu yaz ve sonbahar mevsimlerinde oluşmaktadır(Doğan ve Saylak,2000).

Zararlı kimyasal atıkların bu doğal arıtmayla temizlenmesi tümüyle akarsu akışına bağlıdır. Akarsu boyunca ilerlerken drenaj alanının, dolayısıyla su miktarının artışıyla derişim düşer, pek çok kimyasal madde, reaktif özellikte olduğundan absorpsiyon, reaksiyon ve biyolojik ayrışma gibi olaylarla uzaklaşmaktadır. Evsel atık suda bol miktarda bulunan bakteriler akarsu ortamında, koşulların elverişli olmaması nedeniyle hızla yok olur. Besin maddelerinin azalması, sıcaklık, başta canlılar tarafından yenilme gibi olaylar, mikroorganizmaların yok olmasını etkileyen önemli unsurlardır. Akarsuların ana bileşen iyon ve eser bileşen

içerikleri ve diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi günümüzde büyük önem taşımaktadır. Ülkemiz için belirlenen Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki değerler Tablo.2.1 de verilmiştir(Doğan ve Saylak,2000).

	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal 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 (%)[a]	90	70	40	<40
5) Klorür iyonu (mg Cl^-/L)	25	200	400[b]	>400
6) Sülfat iyonu (mg SO_4^{-2}/L)	200	200	400	>400
7) Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	0.2°	1[c]	2[C]	>2
8) Nitrit azotu (mg NO_2^--N/L)	0.002	0.01	0.05	>0.05
9) Nitrat azotu (mg NO_3^-N/L)	5	10	20	>20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	>0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/lt)	500	1500	5000	>5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	>300
13) Sodyum (mgNa^+/lt)	125	125	250	>250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOÎ) (mg/lt)	25	50	70	>70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/lt)	4	8	20	>20
3) Toplam organik karbon (mg/lt)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/lt)	0.5	1.5	5	>5
5) Yağ ve gres (mg/lt)	0.02	0.3	0.5	>0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddelen (MBAS) (mg/lt)	0.05	0.2	1	>1.5

7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/lt)	0.002	0.01	0.1	>0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/lt)	0.02	0.1	0.5	>0.5
9) Toplam pestisid (mg/lt)	0.001	0.01	0.1	>0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri[d]	* *			
l)Civa(µg Hg/lt)	0.1	0.5	2	>2
2) Kadmiyum (µg Cd/lt)	3	5	10	>10
3) Kurşun (µg Pb/lt)	10	20	50	>50
4) Arsenik (µg As/lt)	20	50	100	>100
5) Bakır (µg Cu/lt)	20	50	200	>200
6) Krom (toplam) (µg Cr/lt)	20	50	200	>200
7) Krom (µg Cr^{+6}/lt)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	>50
8) Kobalt (µg Co/lt)	10	20	200	>200
9)Nikel(µg Ni/lt)	20	50	200	>200
10) Çinko (µg Zn/lt)	200	500	2000	>2000
11) Siyanür (toplam) (µg CN/lt)	10	50	100	> 100
12)Florür(µg F^-/ lt)	1000	1500	2000	>2000
13) Serbest klor (µg $C1_2$/lt)	10	10	50	>50
14) Sülfür (µg S^{-2} /lt)	2	2	10	>10
15) Demir (µg Fe/lt)	300	1000	5000	>5000
16) Manaan (µg, Mn/lt)	100	500	3000	>3000
17) Bor (µg B/lt)	1000[e]	1000[e]	1000[e]	>1000
18) Selenyum (µg Se/lt)	10	10	20	>20
19) Baryum (µg Ba/lt)	1000	2000	2000	>2000
20) Alüminyum (µg Al/lt)	0.3	0.3	1	>1
21) Radyoaktivite (pCi/lt)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	>10
beta-aktivitesi	10	100	100	>100

Tablo 2.1. Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

(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 NH_3~N/L değerini geçmemelidir.

(d)Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir

(e) Bora karşı hassas bitkilerin sulanmasında kriteri 300 µg/L'ye kadar düşürmek gerekebilir.

2.2.Dünya Sağlık Örgütüne Göre Sularda Kirletici Etki Yapabilecek Unsurlar

Sularda kirletici etki gösterebilecek unsurlar Dünya Sağlık Örgütünün (WHO) sınıflandırmaları göz önünde tutularak 9 kategoride incelenebilir.

-Organik Kirleticiler

-Salgın hastalıklara neden olan kirleticiler (mikroorganizmalar)

-Bitkilerin Anormal büyümesine neden olan kirleticiler

-Zirai mücadele ilaçları

-Sentetik organik kirleticiler

-İnorganik kirleticiler

-Sediment kökenli kirleticiler

-Radyoaktif kirleticiler

-Atık ısının meydana getirdiği kirlenmeler

2.2.1.Organik Kirleticiler

Sularda çözünmüş olan oksijeni tüketerek kirlenmeye sebep olan maddelerdir Böyle maddeler antropojenik faaliyetler (ev atıkları, hayvan atıkları, gıda fabrikaları atıkları, kağıt fabrikası atıkları, mezbaha atıkları, dericilik atıkları vb.) sonucu

sulara karışırlar. Karıştıkları sular durgunsa bunlar suyun dibinde toplanırlar. Buna sedimentasyon denir. Sedimentasyonla çöken organik maddeler içinde inorganik maddelerde bulunur. Organik ve inorganik maddelerin bir karışımı olan sedimentler bakteriler ve diğer organizmalar için iyi bir ortamdır. Böyle bir ortamda mikro organizmalar suda çözünmüş oksijeni kullanarak sedimentteki organik maddeleri parçalarlar. Bunlarda su, CO_2, NO_3, SO_4, ve PO_4 meydana getirirler. Bu şekilde sedimentte bulunan organik maddelerin suda çözünmüş halde bulunan oksijen yanında mikroorganizmalar tarafından parçalanmasına aerobik parçalanma denir. Aerobik parçalanma çözünmüş oksijen kullanılmasıyla olduğundan suda çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Bu azalma havadan oksijen absorplanarak telafi edilmeye çalışılır. Ancak sudaki sedimentte organik madde çok ise birim hacimde üreyen bakteri sayısı çok olur. Havadan absorplanan oksijen bakteriler tarafından kullanılan oksijeni karşılayamaz hale gelir. Bu durumda aerobik bakteriler ölür. Onların yerini bu defa anaerobik bakteriler alır. Bunlarda sedimentteki organik maddeleri parçalamaya devam ederler. Ancak bunların organik maddeleri parçalamaları aerobik bakterilerin parçalamalarından farklıdır. Bunların parçalama reaksiyonları aerobik bakterilerin tersine indirgenme reaksiyonları üzerinden yürür. Her iki şekilde parçalanan organik madde parçalanma ürünü birbirinden farklı olur. Bu farklılıktan birkaç tanesi aşağıdaki gibidir(Doğan ve Saylak,2000).

Anaerobik parçalanmaların olduğu yerlerde çürük yumurta kokusu gelir. Bu kokunun kaynağı aminler kükürtlü bileşikler ve fosfındır.

Aerobik (Yükseltgen)	Anaerobik (indirgenme)
$C \rightarrow CO_2$	$C \rightarrow CH_4$
$N \rightarrow NH_3 + HNO_3$	$N \rightarrow NH_3 + R\text{-}NH_2$
$S \rightarrow H_2SO_4$	$S \rightarrow H_2S + R\text{-}SH$
$P \rightarrow H_3PO_4$	$P \rightarrow PH_3$

Organik maddelerin aerobik ve anaerobik parçalanmaları sonucu meydana gelen maddeler.

Aerobik ortamda dönüşüm tamamen olur. Anaerobik ortamda ise bazı yan ürünler olur.Aquatik bitki ve hayvanların yaşayabilmesi için sudaki oksijen konsantrasyonunun belirli bir düzeyde olması gerekir. Oksijen konsantrasyonu düşüklüğünden en çok omurgalılar(balıklar) ondan sonra omurgasızlar etkilenir. En

azda bakteriler etkilenir. Sıcak sularda canlıların özelliklede halikların yaşayabilmeleri için suyun litresinde en az 5 mg, soğuk sular için ise en az 6 mg çözünmüş oksijene ihtiyaç vardır. Sudaki doymuş oksijen konsantrasyonu sıcaklığa ve basınca göre değişir. Deniz seviyesinde 20°C de oksijenin suda çözünürlüğü 9,1 mg/lt aynı sıcaklıkta 1000 m yükseklikte 8,2 mg/lt, 2000 m yükseklikte 7,4 mg/lt'dir. Buna karşın 0°C 'de 14,6 18°Cde 9,5 30°Cde 7,6 mg/lt çözünürlüğe sahiptir.(www.kimyaevi.org,2005)

Bir su bitki ve hayvanların yaşamasına yetecek konsantrasyonda oksijen ihtiva etmiyorsa bu suya kirli su denir. Yani bir suyun yeterince oksijen ihtiva etmemesi o suyun kirli olduğunun bir ölçüsüdür. Kirlenmeye neden olan maddelerin büyük bir çoğunluğu yapılarında karbon ihtiva ederler. Karbon bakterilerinde yardımıyla oksijenle yükseltgenerek CO_2 oluşturur. 3mg karbon için çözünmüş halde 9mg oksijen gereklidir. Çok küçük bir damla yağı yükseltgemek için oksijenle doymuş yaklaşık 5lt suya(40-45mg oksijene) ihtiyaç vardır. Bu da organik atıkların parçalanabilmesi için ne kadar çok oksijene ihtiyaç olduğunu açıkça ortaya koyar.

Bir su numunesinin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) litrede mg (ppm) olarak verilir. İyi bir içme suyunun BOD mg/lt dir. Bir suyun litresinin oksijen ihtiyacı 3ppm olursa oldukça saf 5 ppm olursa saflığı şüpheli hiç işlem görmemiş atık sular (BOD) değeri 100 ile 400 ppm arasında değişir. Gıda endüstrisinden gelen atık suların BOD değerleri 10000 mg/lt'ye kadar yükselebilir.

2.2.2.Salgın Hastalıklara Neden Olan Kirleticiler (Mikroorganizmalar)

Su patojenik (hastalık yapan) mikroorganizmalar için iyi bir taşıyıcıdır. Tifo, paratifo, kolera, dizanteri, çocuk felci (Palio) ve sarılık(hepatit) gibi salgın hastalıkların mikroplan su ile taşınır ve yayılırlar. Bundan dolayı kullanılan suların kalitesini bakteriyolojik yönden sık sık kontrol edilmesi gerekir. Herhangi bir yerden şehir suyuna karışan lağım suları kısa zamanda dağılır ve salgın hastalıkların meydana gelmesine neden olur. Bu nedenle şehir sularında patojen kontrolü yapılır. Bu çok zor bir iş değildir. Çünkü böyle kontrollerde yukarıda sayılan salgın hastalıklara neden olan her patojen ayrı ayrı aranmaz. Onların yerine varlığını gösteren indikatör bir bakteri olan koli bakterisi(koli basili) aranır. Koli bakterisinin

tespiti oldukça kolay ve kesindir. Diğer bakterilerin aranması en az 24 saat sürer. Bu süre içerisinde de bakteriler büyük ölçüde yayılmış olurlar. Koli bakterileri insan sindirim sisteminde yaşar. Bunların hastalık yapma özellikleri yoktur. Daima insan dışkılarında bulunurlar. Her gün insanlardan milyarlarca koli bakterisi lağım sularına karışır. Dolayısıyla bir suda koli basilinin bulunması o suyun lağım sularıyla kirlendiğini gösterir. Koli basillerinin doğal sularda yaşama ve çoğalma şansları , hiç yoktur. Bunların tespiti lağım sularının şehir sularına ne zaman karıştığı hakkında da kaba bir fikir verir. Lağım sularındaki organik maddeleri parçalayan her bakteri sağlığa zararlı değildir. Bunlar insan ve hayvan sindirim sistemlerinde yaşayamazlar(www.kimyaevi.org,2005).

2.2.3. Bitkilerin Anormal Büyümesine Neden Olan Kirleticiler

Su bitkileri de dahil bitkilerin gelişmeleri için çeşitli elementlere ihtiyaç vardır. Bu elementlerin sayısı 15-20 kadardır.Bunlar C,N,P,K,S ve bazı eser elementlerdir. Su bitkileri bu elementleri sudan ve havadan alır. Bu elementlerce zengin sularda su bitkileri çok iyi yetişir. Buna ötrofıkasyon yani bitkilerin anormal çoğalması denir. Başka bir anlatımla ötrofıkasyon biyoelementlerin zenginleştirilmesi anlamına da gelir. Ötrofikasyon ötrof kelimesinden türetilmiştir. Ötrof ise besin maddesi yüksek maddelerdir. Ötrof terimi iki anlamda kullanılır.

1) Su veya toprağın mineral besin maddelerine karşı yüksek derecede isteği olan bitkiler.

2) Mineral besin maddeleri ve organik maddeler bakımından zengin göl ırmak ve topraklar(www.cevre.org.tr).

Ötrofıkasyon normal olarak kirlenmiş doğal sularda görülen bir olaydır. Antropojenik aktiviteler sulara başlangıçta bol miktarda girmesine sebep olur. Bunun sonucu bitkiler (aquatik ekosistem) daha iyi gelişir. Ancak bu gelişme bir yerden sonra zararlı olmaya başlar. Çünkü sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu *azalır.* Bu da hayvanların ölmesine sebep olur. Bununla da kalmaz etrafa istenmeyen kokular yayılır. Fosforun yıkanarak sularda birikmesi sonunda bazı yosun türleri artar.Buda yüksek respirasyon ve oksijen tüketimine yol açarak bitki

ve hayvan türlerinin azalmasına neden olur. Besin maddeleri verimini ve fotosentez ürünlerini artırma konusunda etkili olan gübreleme su ekonomisinin iyileştirme süreçleri gibi bütün süreçlere de ötrofikasyon adı verilir.

2.2.4.Zirai Mücadele İlaçları

Birçok yapay organik maddeler, zararlı böcek, bitki ve mantarlara karşı mücadelede kullanılmaktadır. Uygulamada genellikle insanlara zararlı olmayacak derecede düşük dozlarda verilmelerine rağmen, uzun süreler boyunca bu maddelere maruz kalındığında, zararlı etkileri zaman içinde ortaya çıkar. Pestisitlerin doğal çevredeki biyokimyasal süreçlerle indirgenmesi çok yavaş olmaktadır. Bunların besin zincirine girmesi ve zincir boyunca biyokümülasyona uğraması ekosistemde önemli sorunlar yaratır(Doğan ve saylak,2000).

2.2.5.Sentetik Organik Kirleticiler

Miktarları her yıl bir önceki yıla nazaran artan sentetik organik maddeler çevreyi büyük ölçüde kirletirler.Bu tip kimyasallar çevrede kolay parçalanamadıklarından sadece sularda değil genel olarak çevrede ciddi birer sorun haline gelmiştir. Sentetik organik maddeler denince akla başlıca petrol kökenli yakıtlar, plastikler, plastikleştiriciler, ilaçlar, deterjanlar, elyaflar, elastromerler, pestisitler, besin katkı maddeleri, çözücüler ve yağlı boyalar gibi maddeler gelir.

Bunlardan özellikle deterjan ve pestisit kirlenmeleri üzerinde daha çok durulacaktır. Ancak diğer maddelerin yarattığı kirlilikler veya çevre sorunları kadar önemlidir. Bunların bazıları şöyledir.

1) Doğal sularda bulunan su bakterileri tarafından biyolojik olarak parçalanamadıkları gibi atık madde işleme proseslerinde de parçalanamazlar. Bundan dolayı da sularda uzun süre kaldıklarında konsantrasyonlarında artış gözlenir, örneğin pestisitler plastikler gibi...

2) Bazıları suya kötü renk koku ve tat verirler. Bu durumda o suda yaşayan

balık türlerini olumsuz yönde büyük ölçüde etkiler. Bunlardan bazıları petrol atıkları Ve pestisitler gibi düşük konsantrasyonlarda bile aquatik hayat için zararlıdır.

2.2.6.Anorganik Kirleticiler

İnorganik madde atıkları da su sistemlerini önemli ölçüde kirletirler. Bunlar tuzlar, metaller, mineral asitler ve minerallerdir. Bunların sudaki etkileri başlıca üç gruba ayrılır.

1) Asitliğin artması
2) Tuzluluğun artması
3) Toksikliğin artması

A)Asitliğin artması:

Sularda asitliğin artması başlıca iki şekilde olur.

a) Yağmur sularıyla
b) Madencilik drenajlarıyla

Yağmur sularının etkisiyle sulardaki asitliğin artması son zamanlarda fark edilen bir olaydır. Madencilik drenajlarıyla sudaki asitliğin artması ise çok eskiden bilinen bir olay olup buna demir, kuşun, bakır, çinko gibi metal sülfürleri atıkları sebep olurlar. Demir sülfür sulara genelde kömür yıkamaları sonucu karışır. Sulan da en çok bu kirletir. Söz konusu demir sülfür prittir. Prit FeS_2 bileşiminde olup sülfür değil bir polisülfürdür. Bu madde kömür yataklarında ayrı bir kütle halinde bulunur. Kömürün yıkanması esnasında büyük oranda ayrılır. Prit bazı cins bakterilerle aşağıdaki reaksiyona göre yükseltgenir.

$$2FeS_2 + 2H_20 + 7O_2 \rightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$$

Bakterilerin bu reaksiyonda rolleri iyice bilinmemektedir. Reaksiyon bununla da kalmayıp daha ileri giderek daha çok H_2SO_4 meydana getirir.

$4FeSO_4 + 0_2 + 10H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 4H_2SO_4$

Bu reaksiyonda meydana gelen $Fe(OH)_3$ bir çamur halinde suyun dibinde toplanır.

Yukarıda verilen reaksiyonlar sonucu meydana gelen H_2SO_4 sularda çözünmüş halde veya süspansiyon halinde bulunan karbonatlarla reaksiyona girer.

$MCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MSO_4 + CO_2 + H_2O$

Bunun sonucu suların asitliği azalır. Ancak setliği artar.Çünkü reaksiyon sonucu meydana gelen $CaSO_4$, $MgSO_4$ gibi metal sülfatları suda karbonatlarından daha çok çözünürler.

Sülfürik asit suda bulunan diğer bileşikleri de çözdüğünden suların toksik özellikleri daha da artar. Kirlenmemiş doğal sular karbonat ve bikarbonat içerdiklerinden bunların tampon etkisi dolayısıyla pH değerleri içerisinde çözünen asit ve bazlardan fazla etkilenmez. Suda denge halinde bulunan bu iyonlar ayrıca aquatik bitkilerin karbon ihtiyacı için büyük bir kaynaktır. Bu dengenin bozulmaması ve kaynağın kirletilmemesi için gerekir. Bazı sularda bitkilerin tükettiği kadar karbon havadan alınamaz ve bitkilerin büyümesi durur. Yalnız bu olayı insanoğlu herhangi bir şekilde kontrol edemez. Sulara kuvvetli asit karıştığı zaman suda CO_2'in çözünürlüğü azalacağından bitkilerin karbon ihtiyacı daha da kritik bir hal alır. Bunun sonucu olarak ta,

a) Aquatik hayat tahrip olur

b) Korozyon artar

c) Tarım ürünleri zarar görür

pH=4 ve altında aquatik hayat hemen hemen durur. Bu pH'taki sularda omurgalı ve omurgasız canlılarla mikroorganizmalar tahrip olur. Ancak birkaç cins bakteri ve algler yaşar. Suları bu derece asitlendiren kaynakların başında kükürtlü maden drenaj suları gelir. Yağışlı mevsimlerde bazı suların pH'ı 2,5'e kadar düşer.

pH'ın 4,5'in altına düşmesi sonucu topraktaki demir, alüminyum, magnezyum gibi element iyonlarının konsantrasyonları artar. Bu artan konsantrasyondaki

iyonlar da bitkiler için toksik etki gösterdiğinden verim düşer. Asidik suların aquatik hayata zararlı olmasının nedeni öyle sulardaki CO_2, CO_3 , ve HCO_3 dengesinin bozulmasıdır. Bu dengenin bozulması sonucu CO_3^{-2} ve HCO_3^- konsantrasyonlan düşerken CO_2 konsantrasyonu yükselir.

$$CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$$

$$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$$

Bu fazla CO_2 aquatik canlıların solunum dengesini bozar. Bilindiği gibi metabolik aktiviteler sonucu hayvan hücrelerinden meydana gelen CO_2 kan ile solungaçlara nakledilir, (solunum organları kanı suya geçirmediği halde CO_2'i geçirir) Solunum sistemlerinde CO_2 difüzlenerek suya geçer. Ancak sudaki CO_2 konsantrasyonu yükselince bu geçiş zorlaşır. Hatta durabilir. Dolayısıyla kanda CO_2 çoğalır. Oksijen taşınması *azalır.* Kanın PH'sı düşer. Sonunda da canlı oksijensizlikten boğularak ölür(www.kimyaevi.org,2005).

B)Tuzluluğun Artması

Sularda tuzluluğun artması çok sık rastlanan bir olaydır. Dünyadaki suların %97'sini oluşturan deniz suları da hep tuzludur. Buna göre dünyadaki sulardan ancak %3 kullanılabilir durumdadır. Fakat bu %3'ünü oluşturan kısımda da çeşitli tuzlar bulunur. Bu tuzlar aşağıdaki kaynaklardan gelir.

1) Suda çözünen minerallerden
2) Endüstriyel atıklardan
3) Sulamalardan
4) Okyanus sularından
5) Kış aylarında buz eritmek için kullanılan tuzlardan

Doğal sulardaki tuzluluk geçtiği yerlerdeki az da olsa çözünen maddelerden gelir. Özellikle madencilik atık sularından ve endüstriyel atıklardan ileri gelir.Yeraltı sularındaki tuzluluk sulama sularında bazı mineralleri çözüp yeraltına inip bunları da sürüklemesi olabilir.

Sulardaki tuz konsantrasyonunun artması sadece içme suları yönünden değil sulama işleri ve aquatik hayat yönünden de çok yararlıdır. Tuzların aquatik hayata zararlı olması daha çok osmotik olayla olur. Genellikle aquatik canlıların hücrelerindeki tuz konsantrasyonu canlı için maksimum seviyededir. Bu durumda canlı hücresindeki çözelti ile denge kurulur. Herhangi bir nedenle canlının içinde yaşadığı tuzlu sudaki tuz konsantrasyonu artarsa bu denge bozulur. Canlı hücresindeki su osmoz olayı nedeniyle dışarıya çıkar. Canlı hücresindeki su azalır. Bunun sonucu canlı önemli oranda su kaybeder ve ölür. Bundan dolayı bir çok tatlı su balığı içinde yaşadıkları sular tuzlanınca yok olur. Bunlara ilave olarak tuzlu sularda ayrıca toksik metal konsantrasyonları da artar. Bunlar ayrıca aquatik hayatın yıkılmasına sebep olur. Tuzlu suların sebep olduğu bir başka etki ise uzun zaman sonra görülen toprak tuzlanmasıdır. Bu durum daha çok bilinçsizce sulanan topraklarda görülür.İyi kalitedeki içme sularındaki tuz litrede 200 mg'ın altında olmalıdır. Fakat çoğu kez litrede 500 mg konsantrasyona kadar sular içilebilir. Bitkiler içerisinde çözünmüş toplam tuza en dayanıklısı şeker pancarı ve ıspanaktır. En az dayanıklısı ise havuç, fasulye ve sarımsaktır. Patates, domates, mısır gibi bitkilerde tuza dayanıklı bitkiler arasında yer alır. Bitkileri suda çözünen iyonun cinside çok etkiler. Örneğin Ca^{2+} iyonlarının yerini Na^{+} iyonlarının alması toprağı ve dolayısıyla bitkiyi büyük ölçüde etkiler. Verim azalır. Böyle durumlara Endüstriyel bölge yakınlarındaki sularda oldukça çok rastlanılır. Fabrikadaki sert sular yumuşatılır. Ancak yumuşatma sonunda sert sulardaki Ca^{2+} ve Mg^{+2} gibi iyonların yerini Na^{+} alır. Bu sular kullanıldıktan sonra atık su olarak tekrar alındığı ortama verilir. Böylece göldeki suyun Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının konsantrasyonu düşerken Na^{+} iyonu konsantrasyonu artar. Na^{+} iyonu yüksek olan sularda sulanan topraklar yarılır. Suyu çekmez hale gelir. Bu da verimin düşmesine neden olur. Bitkilerin büyümesi için Ca^{2+} iyonu gereklidir. Ancak bu iyonun bitki kökünün etrafındaki konsantrasyonu artarsa osmoz olayı nedeniyle bitkilerin su alması güçleşir ve büyüyemez hale gelir. Hatta konsantrasyonuna bağlı olarak bitkiler kurur. Tuzlu sular bitkilerin yapraklarına zararlı olur. Ayrıca son çevre araştırmalarına göre ağır metal kirliliğinin artması ortamda bulunan organik kirleticilerin tek başına gösterdikleri etkilerden daha fazla etkiye sebep olduğu tespit edilmiştir.

C) Toksikliğin artması

Hg, Pb, Cd, Cr, Ni gibi bazı ağır metal katyonları canlı vücudunda birikerek toksik etki gösterirler.

2.2.7.Sediment Kökenli Kirleticiler

Yeryüzü sularını en çok kirleten olaylardan biriside sedimantasyondur. Sedimantasyon yoluyla yeryüzü sularına ulaşan katı kirleticilerin (süspansiyonların) kütlesi atık sularla ulaşanlardan en az 700 kat daha fazladır. Katı kirleticiler veya süspansiyonlar genellikle yağmur, kar, sel ve rüzgar gibi doğal olaylarla meydana gelirler. Ancak antropojenik kaynaklardan da örneğin tarımsal faaliyetlerden ve açık madencilikten büyük miktarlarda süspansiyon oluşur. Yağmur sularıyla toprağın erozyonu ve dolayısıyla sedimantasyon toprağın üzerindeki bitki örtüsüne bağlıdır. Dolayısıyla erozyonun azlığı sedimantasyonun da azlığı anlamına gelir. Sedimantasyonun meydana getirdiği zararlar şöyle özetlenebilir(Thinkquest, 2005).

1) Sulama kanallarını ve barajları ve limanları doldurur. Kullanımlarını güçleştirir. Bunu bertaraf edebilmek için çok pahalı olan temizleme işlemleri gerekir.

2) Aquatik canlıları tahrip eder. Çünkü suların dibine çöken sedimentler balık yuvalarını doldurur ve balık yumurtalarını kapatır.

3) Güneş ışınlarını suyun derinliklerine kadar inmesini engeller. Bu da bitkiler için gerekli olan fotosentez olayını yavaşlatır.Bunun sonucu sudaki hayvanlar için gerekli oksijen konsantrasyonu azalır ve normal hayat çevrimi bozulur.

4) Su bulanır. Dolayısıyla musluk suyu olarak kullanılmasını güçleştirdiği gibi fabrikalarda tribünlere büyük zarar verir. Özelliklede tribünleri korozyona uğratır.

2.2.8.Radyoaktif Kirleticiler

Bazı sedimentlerde oldukça kuvvetli radyoaktif çekirdekler bulunabilir. Bu radyoaktif çekirdeklerin yaydığı ışınlar canlılar için çok zararlı hatta bazen öldürücüde olabilir. Çünkü sediment içindeki bu çekirdekler sindirim ve solunum sistemine geçer. Orada oldukça uzun süre kalır ve ışın yaymaya devam eder. Zararın derecesi radyoaktif çekirdeğin cinsine, miktarına, vücutta kalma süresine ve kana karışıp karışmadığına bağlı olarak yayılan ışınlar canlı dokularına büyük zararlar verirler. Her radyoaktif çekirdeğin kendine özgü bir ışın yayma hızı vardır. Bu hız genellikle çekirdeğin yarılanma ömrü ile ifade edilir. Bu yanlanma ömrü birkaç saniye olabildiği gibi birkaç yıl da olabilir. Yanlanma ömrü çok uzun olan çekirdekler çevrelerine çok fazla zarar vermezler. Fakat yanlanma ömrü orta uzunlukta olanlar (20-30 yıl gibi) çevreleri için çok zararlıdırlar. Yanlanma Ömrü çok kısa olan çekirdeklerin zararı da yanlanma ömrü orta uzunlukta olanlara oranla azdır.

Bazı radyoaktif çekirdekler yer kabuğunda doğal olarak bulunurlar. Bazıları da yapaydır. Bugün üzerinde en çok durulan ve yer kabuğunda bulunan radyoaktif madde uranyumdur. Bunun sebebi uranyum eldesinin zor olması ve değişik yerlerde kullanılmasıdır.

2.2.9.Atık Isının Meydana Getirdiği Kirlilik

Endüstriyel atıkların sıcaklığının yüksek olması atılan bölgenin kimyasal biyolojik ve fiziksel yapısını değiştirmektedir. Atık ısı döküldüğü yerde sıcaklığın yükselmesine neden olacağından, aquatik yaşamı olumsuz etkilemektedir. Sıcaklıkla oksijen gazının çözünürlüğü azalacağından canlılar tehdit altında kalmaktadır. KOİ miktarında artış gözlenmektedir. Bazı kimyasal reaksiyonların da hızını arttırıcı neden olmaktadır(Doğan ve Saylak,2000).

2.3.Su Kirliliğinin Kaynakları

Başlıca dokuz grup halinde verilen ve kirletici unsurların toplam üç kaynaktan oluştuğu kabul edilmektedir.

Bu yaklaşımla su kirliliğinin kaynakları;

- Tarımsal faaliyetler,
- Endüstriyel işlem ve atıklar
- Evsel Atıklar

şeklinde sınıflandırılır.

2.3.1.Tarımsal Çalışmaların Sebep Olduğu Kirlilik

Tarımsal çalışmaların gereği olarak bitki hastalıkları ile mücadele amacıyla uygulanan Pestisitlerin, verimin artması için toprağa verilen kimyasal gübrelerin ve otlaklardan oluşan yüzey akışı, erozyon ve toprağın sürülmesi sonucu oluşan toz toprak hayvan gübresi, hayvan ve bitki atığı ve saman dahil olmak üzere her türlü tarımsal çalışma sonucu meydana gelen katı ve sıvı atıkların sebep olduğu kirlilik Tarımsal Kirlilik olarak tanımlanmaktadır(Uluçam,1997).Tarımsal kirliliği başlıca dört ana grup altında, toplamak mümkündür.

2.3.1.1.Toprak Erozyonundan Gelen Kirlilik

Bu kirlilik tamamen tarımsal çalışmalar sonucunda oluşmaz. Herhangi bir akarsuyun yatak ve sedeflerinden, şehirler arası karayollarının inşaası sırasındaki kazı ve dolgulardan, şehir genişletme çalışmalarından, şehir içi yol ve binaların inşaat çalışmaları nedeniyle ortaya çıkan kazı ve dolgulardan da meydana gelebilmektedir.

Toprak erozyonunun çeşitli zararları görülmektedir. İlk akla gelen zarar, erozyona uğrayan bir tarım toprağının en verimli olan üst tabakasının kaybolması nedeniyle verimin azalmasıdır. Bunun yanında baraj veya gölet gibi su depolama

yapıları, toprak erozyonunun neden olduğu sedimantasyon olayı sonucu kullanılamaz hale gelmektedir. Diğer bir deyişle toprak erozyonu böyle yapıların kullanma ömürlerini oldukça kısaltmaktadır.

Su kirliliği yönünden toprak erozyonunun en önemli ve en büyük etkisi tarım arazilerinden fosforu sedimentlerle akarsulara ve göllere taşıyarak ötrofikasyon olayına neden olmasıdır. Bilindiği gibi fosfor, toprağa verilen önemli bitki besin maddelerinden birisini oluşturmaktadır. Bitki besin maddesi olarak toprağa verilen fosforun ince toprak zerreleri tarafından absorbe edildiği ve fazla miktarda erimediği de bilinmektedir. Bu biçimde sedimentlerle akarsu ve göllere taşınan fosfor ve diğer besin maddeleri, göllerde veya akarsularda mevcut bazı yosun türlerinin artmasına neden olmaktadır. Akarsularda olacak yüksek respirasyon ve büyük çapta oksijen tüketimi ise sularda yaşayan bitki ve hayvan türlerinin azalmasına neden olmaktadır ki, bu olay ötrofikasyon olarak bilinmektedir. Daha kısa tarif edilecek olursa, akarsularda mevcut olan doğal denge bozulmuş olmaktadır.

2.3.1.2.Bitki Besin Maddelerinin Yarattığı Kirlilik

Tarımsal çalışmalarda daha fazla ürün elde etmek amacı ile arazilere uygulanan kimyasal gübrelerin neden olduğu kirlilikler vardır. En önemlileri azot ve fosforun doğal düzen içindeki dönüşümleri sonucunda kirlilik meydana gelmesidir.

Yıldan yıla, özellikle ülkemizde büyük bir hızla artan nüfusun, gıda maddeleri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için başvurulan çeşitli kültürel tedbirlerden birisi, toprağın gübrelenmesidir.

Kimyasal gübrelerin arazilere uygulanması ile verimde bir artış olması doğaldır. Ancak bu gübrelemenin suların kirliliğine hangi oranda etkili olduğunun da tespiti gerekir. Su kirliliğine neden olan bitki besin maddelerinden azot ve fosfor, tüm canlı varlıklar için belirli miktarda gerekli ise de, fazla miktarının çeşitli sakıncaları bulunmaktadır. Belli başlı etkileri akarsular ve göllerdeki ötrofikasyon olayına neden olmalarıdır.

2.3.1.3.Hayvansal Atıkların Yarattığı Kirlilik

Hayvansal atıkların yarattığı kirlilik, tarımsal çalışmalar içerisinde bulunan hayvancılık ile ilgili olarak, ahır ve ağıllardan yağışlarla yıkanan hayvan idrar ve dışkı atıklarının temizleme sularına, oradan da yüzey sularına karışmasıdır. Veya hayvan gübresinin tarlalara serilmesinden sonra yağışlarla yıkanarak yüzey sularına karışması suretiyle oluşan bir kirlilik şeklidir. Hayvansal sıvı ve katı atıkların toprak verimliliğini artıran çok yararlı bir unsur olduğu bilinen bir gerçektir. Ancak özellikle besi hayvancılığı ve tavukçuluğunun geniş çapta yapıldığı tarım işletmelerinde ve yörelerde zamanla hayvan atıklarının dışarı atılması büyük bir sorun olabilmekte ve su kaynaklarının kirliliğinde bir etken olarak ortaya çıkmaktadır.

2.3.1.4.Tarımsal Mücadele İlaçlarının Yarattığı Kirlilik

Tarımsal ürünlerin uygun kalite ve yüksek verimde olmasını sağlamak için kültür bitkileri yetiştirilen arazilerde ot ve böceklerle mücadele amacıyla kullanılan pestisitlerin yıkanarak su kaynaklarına karışması ile oluşan kirliliktir.

Tarımsal mücadelede kullanılan kimyasal maddeler çevreye çeşitli yollar ile etki etmektedir. Örneğin hava, su, toprak kirliliklerine yol açmakta ve çevre sorunlarında önemli bir etken olmaktadır.Dünyadaki gıda maddesi üretimi artışında payı olan faktörlerden birisi de pestisitlerdir. Pestisitlerden en önemlisi DDT dır. Bit, DDT uygulanmasından uzun bir zaman sonra dahi, gerek toprakta gerekse bitkilerde kalır. Bu nedenle tekrarlanan dozajlar hayvanlara geçebilmektedir. Aynı zamanda DDT nin birikici bir özelliği de vardır. Hayvan yağ dokularında bunu depo etmekte ve DDT zaman ile birikerek zehirli olabilecek yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir. Kısaca DDT, hem kalıcı hem de birikici bir özelliği sahip olmaktadır(Uluçam,1997).

DDT akarsular, deşarjlar ve atmosfer aracılığı ile karalardan denizlere ve okyanuslara devamlı taşınmaktadır. Yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara göre DDT üretiminin beklenilenden daha az bir kısmının su ortamına ulaştığı anlaşılmıştır. Ancak suda yaşıyan organizmaların bünyelerinde biriktiği

konsantrasyon değeri çevredeki mevcut DDT konsantrasyonu değerine göre 10^6 defa fazla olabilmektedir.(Epa,1999)

2.3.2.Endüstrinin Sebep Olduğu Kirlilik

2.3.2.1.Kimyasal Kirlilik

Endüstrinin sebep olduğu kirlilik, sularda organik ve anorganik maddelerin bulunmasıyla meydana gelen kirliliktir. En çok karşılaşılan tipi ise proteinler, yağlar, gıda maddeleri ve karbonhidratlar nedeni ile oluşur (Organik kirlilik). Zamk ve jelatin imal eden fabrikaların atıklarında, mezbahaların atık sularında oldukça fazla protein bulunmakta, kağıt ve tekstil fabrikalarının atıklarında ise fazla miktarda karbonhidrat bulunmaktadır.

Sentetik deterjanlar da kimyasal kirliliğe sebep olan maddeler arasındadır. Az miktarda bulunmaları halinde dahi sularda köpük meydana getirdiklerinden suyun havalanmasını önler, arıtma sistemlerinin randımanını düşürürler.

2.3.2.2.Fiziksel Kirlilik

Bu kirlilik suyun rengi, bulanıklılığı, sıcaklığı gibi özelliklere etki eden kirlilik tipidir.

Termal kirlenme ise, fiziksel kirlenmenin diğer bir tipi olup, son senelerde daha yaygın bir duruma gelme özelliğini göstermektedir. Bilindiği gibi termal enerji üreten istasyonlar, oldukça fazla miktarda soğutma suyuna ihtiyaç duyarlar. Bu istasyondan çıkan sular, göllerin ve akarsuların sıcaklıklarını yükseltmekte, çevre koşullarını değiştirmektedir. Bunun sonucu olarak da su, bitki ve hayvan hayatını etkilemektedir(Uluçam,1997).

2.3.2.3.Fizyolojik Kirlilik

Suyun tadını ve kokusunu etkileyen bir kirlilik tipidir. Gıda sanayi atıkları ve şehir kullanma suyu atıkları, azotlu maddelerle zengin olduğundan son derece kötü kokuya sahip olabilmektedirler. Endüstri atık suları demir, mangan, fenoller vb. kimyasal maddeler ihtiva edenleri suya, özel hoş olmayan bir koku ve tat verirler. Normal olarak bir içme suyunun kokusuz ve tatsız olması gerekliliği standartlar ile belirtilmektedir.

2.3.2.4.Biyolojik Kirlilik

Bu kirlilik, sularda patojenik bakteri, mantar, alg, patojenik protozoa vb. bulunması ile meydana gelen kirlilik tipidir. Diğer bir deyişle suların tifo, kolera, amipli dizanteri vb. çeşitli hastalıklar yapan organizmalarla kirlenmesidir.

Endüstri atık maddelerinin ye kanalizasyon sularının herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan plajlara dökülmesi -nedeniyle hastalık yapan bakteriler çoğalmakta ve denize giren insanlarda kulak-burun-boğaz yanmaları, sinüzit, bağırsak hastalıkları, karaciğer hastalıkları ve tifoya neden olmaktadır.

Biyolojik kirliliğin neden olduğu sularla geçen hastalıklar, başlıca dört gruba ayrılmaktadır. Birinci grup hastalıklarda suların önemli bir taşıma vasıtası olduğu kesinlikle bilinmekte olup başlıcaları tifo, kolera, schıstosomiasis, virütik sarılık, leptospirosis hastalıklarıdır. İkinci gruptaki hastalıkların sudan geçtiğine dair kuvvetli kanıt olmamakla birlikte büyük şüphe bulunmaktadır. Bunlar arasında çocuk felci, amipli dizanteri ve basilli dizanteri sayılabilmektedir.

Üçüncü gruptaki hastalıkların sudan geçtiğine ilişkin bir kanıt olmayıp, ancak suyun önemli bir taşıma vasıtası olduğuna dair bir düşünce bulunmaktadır. Tenya, paratifo ve tularemi bunlar arasındadır. Dördüncü gruptaki hastalıkların taşınmasında su, dolaylı olarak rol oynamakta olup bunlar arasında sıtma, sarı humma, dang, fil hastalığı, ensefalit, bulunmaktadır.

2.3.2.5.Radyoaktif Kirlilik

Atmosferdeki atom patlamalarının ve nükleer enerji santrallerinin sebep olduğu kirliliktir.

Atmosferdeki radyoaktif maddeler, yağışlar ile yeryüzüne düşmekte, akarsulara karışmakta, bitkiler tarafından absorbe edilmekte, buradan da ot yiyenlere, oradan da et yiyenlere geçerek gıda zincirinin üst halkasını teşkil eden insanlara ulaşmaktadır.

Nükleer santrallerin atık maddeleri, oldukça önemli çevre kirleticileri olup günümüzde atıklar ya toprağa gömülmekte ya da deniz dibine depo edilmektedir. Depo edilen bu nükleer atıklardan sızıntı meydana geldiği de görülmektedir.

Radyoaktif kirliliğin diğer bir biçimi ise nükleer santrallerden meydana gelen sızmalar olmaktadır.

2.3.3.Yerleşim Alanlarındaki Atıkların Sebep Olduğu Kirlilik

Bu kirliliğin iki önemli kaynağı kanalizasyon atıkları ve çöplerdir. Bulaşıcı hastalık tehlikesi şehirleri, kapalı kanalizasyon sistemine zorlarken yine şehirdeki su sistemleri ile kanalizasyon arasında bir bağlantı göze çarpmaktadır.

Kanalizasyon sistemine verilen pis suların boşaltılmaları genellikle akarsulara, göllere denizlere yapıldığından şehir atık suları önemli bir kirlilik sebebi olmaktadır.

3.ATIK SULAR

3.1.Atık Suların Sınıflandırılması

3.1.1.Evsel Atıklar

Evlerde çeşitli amaçla kullandığımız atık sular, evsel atık sulardır. Bulaşık makinelerinden, çamaşır makinelerinden, su yumuşatıcılarından, yemek atıklarından, mutfak lavabolarından, tuvaletlerden, çamaşırhanelerden akıtılan sular da, evsel atık suları oluşturmaktadır(Doğan ve Saylak,2000).

FİZİKSEL	KİMYASAL	BİYOLOJİK
Katılar	ORGANİKLER	Bitkiler
Sıcaklıklar	Proteinler	Hayvanlar
Renk	Karbonhidratlar Yağlar	Virüsler
Koku	ANORGANİKLER	
	pH	
	Klor	
	Alkalinite	
	Azot	
	Fosfor	
	Ağır metaller	
	GAZLAR	
	Hidrojen sülfit	
	Metan	

Tablo3.1. Evsel Atık Sularda Bulunan Fiziksel Kimyasal ve Biyolojik Bileşenler (Uluçam, 1997)

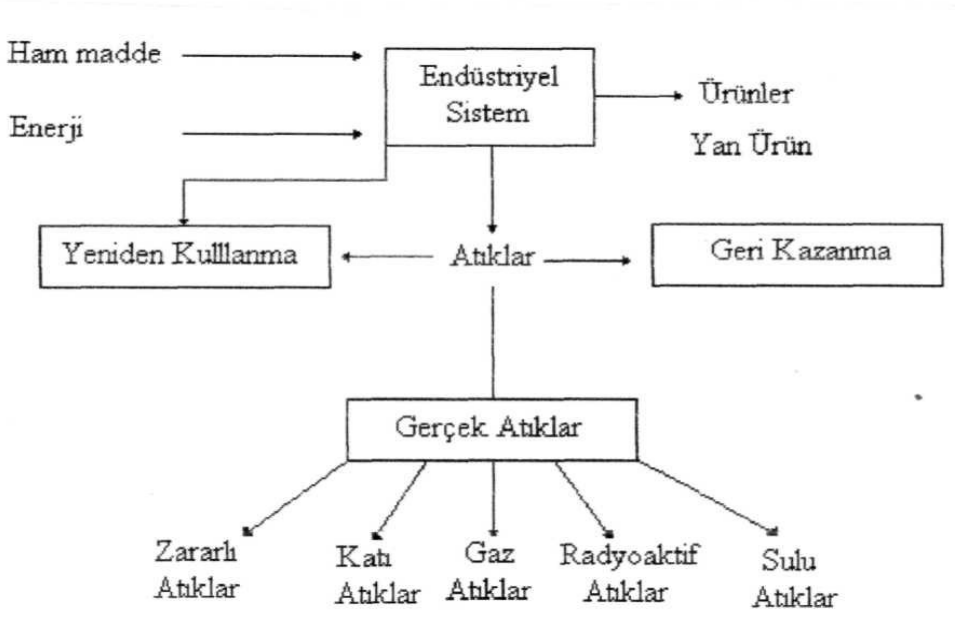
KİRLİLİK	(mg/lt)	ORTALAMA (mg/lt)
Toplam katılar	350-1200	720
Toplam çözünmüşler	250-850	500
Sabitler	145-525	300
Uçucular	105-325	200
Askıda katılar	100-350	220
Çökmüş katılar	5-20	10
B.O.l	110-400	220
Toplam organik karbon	80-290	160
K.O.I.	250-1000	500
Azot	20-85	15
Organik madde	8-35	25
Serbest amonyak	12-50	25
Nitrit	0	0
Nitrat	0	0
Fosfor	4-15	8
Klor	30-100	50
Alkalinite ($CaCO_3$)	50-200	100
Yağ ve gres	50-150	100

Tablo 3.2.Evsel Atık Sulardaki Kirlilikler Için Ortalama Değerler ve Konsantrasyonun Ortalaması (Uluçam,1997)

3.1.2.Endüstri Atık Suları

Tekdüze bir sanayi atık suyundan söz edilemez. Her bir sanayi türüne göre atık suyun kirlilik durumu ve içeri çok değişiklik gösterir. Bir demir çelik işletmesiyle, tekstil, mobilya, kağıt bakır sanayilerinin atık suları farklı olur. Maden işletmeciliğinde de metaller zenginleştirilir, arıtılır(Doğan ve Saylak,2000).

Endüstriyel sistem ve bu sistemden en genel halde kaynaklanan atık türleri Şekil3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1.- Endüstriyel Sistem ve Atıklar

Atık sular, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç tür kirlilik gösteriler. Suyun fiziksel özelliklerinin değişmesi (renk, koku, tat, bulanıklık, sıcaklık, pH v.s) fiziksel kirliliğine neden olur. Sıcaklık ve pH, nehirler ve göllerdeki bitkisel ve biyolojik hayatı etkileyen önemli parametrelerdendir. Yüksek sıcaklıkta çevreye bırakılan atık su, karıştığı nehir suyunun sıcaklığının doğal olarak arttıracaktır. Oksijenin yüksek sıcaklıkta, sudaki çözünürlüğü azalacağından, nehir suyundaki biyolojik oksijen, biyolojik hayat için yetersiz kalacaktır. Zamanla suda birikime sebep olan kurşun, civa gibi ağır metaller, biyolojik yolla parçalanabilen organik maddeler ve inorganik atıklar atık suda kimyasal kirlilik yapar. Kimyasal kirlilik, genellikle sanayi atıklarının arıtımsız olarak sulara verilmesi sonucunda oluşur. Bazı endüstriyel atık sulardaki dayanıklı kirleticiler, alıcı su ortamında birikme, canlıların dokularında yoğunlaşma ve belli sınırlar üstünde canlılar üzerinde doğrudan toksik etki etme özelliklerine sahiptirler. Ayrıca endüstriyel atık suların sebep olduğu kirlenmelerde ekolojik denge bozulmasına daha çok rastlanmakta ve bu bozunma çoğunlukla geri dönüşü olmayan bir nitelik taşımaktadır.

3.2.Atık Su Parametreleri

Atık su özellikleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak gruplandırılabilirler. Bu özellikleri gösteren parametreler şunlardır.

3.2.1.Fiziksel Parametreler

Atık suda bulunan katı maddelerin derişimi, suyun sıcaklığı, pH değeri, kokusu, rengi ve bulanıklığı atık suyun en önemli fiziksel parametrelerini oluşturur. Atık suda bulunan toplam katı madde, çökebilen katıları, askıda katılan ve çözünmüş katıları içerir. Askıda katılar kaba kirleticilerin göstergesi olup basit fiziksel arıtım yöntemleri ile arıtılabilirler. Çökebilen katılar, yer çekimi etkisi ile çöker ve atık suyun membran filtrelerden süzülmesi esnasında filtre üzerinde tutunurlar. Çözünmüş maddeler ise atık suların membran filtreden geçirilmesinden sonra atık sularda kalan maddelerdir.

Sıcaklık ve pH nehirlerde ve göllerdeki bitkisel ve biyolojik hayatı etkileyen önemli parametrelerdir. Bu iki parametre, çözünmüş oksijen ve biyolojik oksijen ihtiyacı gibi birçok kalite parametresinin değerini belirleyici rol oynar.

Koku ölçümü insanın koku alma hassasiyetine bağlı bir parametredir. Taze kullanılmış sular hoş olmayan küf kokuludur. Başka kokular endüstri atıklarının veya septik ev atıklarının suya karıştığının göstergesidir.

Suyun bulanıklık derecesi (türbiditesi), çok güvenilir olmakla beraber suyun içerdiği katı maddenin derişimi hakkında bilgi verebilir. Bulanıklık derecesi,sudaki katıların belli şiddetteki ışığı absorbe etme derecesi veya ışığı dağıtma derecesi cinsinden ifade edilir. Suyun içindeki askıda kolloidal katıların suya verdiği renge "zahiri renk" denir ve bu renk genellikle gridir. Atık sularda görülen diğer renkler suya endüstriyel atıkların katıldığının göstergesidir.

3.2.2.Kimyasal Parametreler

Atık suyun kimyasal özelliklerini, içerdiği çözünmüş organik maddeler, toksik madde azotlu ve fosforlu maddeler belirler. Atık sularda biyolojik olarak bozunabilen organik maddeler üç grupta toplanırlar:

- Proteinler (yüksek molekül ağırlıklı aminoasitler)
- Karbonhidratlar (şeker, nişasta, selüloz)
- Lipitler (sıvı ve katı yağlar)

Tipik bir evsel atık suyun organik kısmı, %40-60 protein, %25-30 karbonhidrat ve % lipid içerir. Atık suyun içerdiği organik maddeler BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı), KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı), TOİ (Toplam Oksijen İhtiyacı), TOK (Toplam Organik Karbon) gibi kimyasal parametreler cinsinden ifade edilir. Atık suların içerdiği inorganik bileşikleri: toksik olmayıp, ancak çok yüksek dozlarda kirletici olarak düşünülebilirler. Kum, çakıl ve mineral tuzlar inorganik katılar arasında sayılırlar.

Fenol ve türevleri önemli kirleticilerdendir. Zehirleyici etkiye sahip olmaları nedeni ile biyolojik bozunmayı kısıtlandırmaktadırlar. Ayrıca sularda kötü tat ve kokmaya neden olurlar. Ayrıca atık sularda çeşitli derişimlerde çözünmüş gazlar da bulunur. Oksijen yüzey havalanma sonucu suya geçer ve atık su arıtımında çözünmüş oksijen miktarı önemli bir kimyasal parametredir.

3.2.3.Biyolojik Parametreler

İçme ve kullanma suyunun güvenilir olup olmadığını ve kalite kriterini sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için bakteriyolojik testler yapılır. Sularda bulunabilecek tek hücreli veya çok hücreli patojenik organizmaların miktarı bu testlerle belirlenir. En çok rastlanan patojen türleri koli basili ve streptokoktur. Sağlığa zarar vermeden suyun kullanılabilmesi açısından bu ölçümler büyük bir önem taşır.

3.3. Atık Sularda Bulunan Zararlı Bazı Organik Maddelerin Endüstriyel Kaynakları

3.3.1. Fenoller ve Türevleri

Fenol ve türevleri bilinen en toksik ve tehlikeli organik kirleticilerdendir. Fenol ve türevleri toksik özellikleri nedeniyle atık sularda bu bileşiklerin miktarlarına sınırlandırmalar getirilmiştir. Endüstriyel atık akımlarında sıkça fenol ve türevlerine rastlanmaktadır. Özellikle kömür işletmelerinin kömür destilasyon, petrokimyasallar petrol arıtım ve organik sentezlerin atık akımları bol miktarda fenol kirliliği içerir. Fenolik bileşenler ayrıca kağıt hamuru ve kağıt ağartma tesisleri, reçine, pestisid endüstrileri atık sularında ve doğal olarak insan ve hayvan idrarında da ölçülebilir miktarda yer almaktadır. Ayrıca soğutucu, yangın söndürücü, boya, çözücü, pestisid ve insektisid endüstrileri atık sularında da bol miktarda haloaromatik kirleticiler bulunmaktadır. Fenollü suların içilmesi şiddetli ağrılara, böbrek bozukluklarına, ağır sarsıntılara ve hatta ölümlere neden olabilir(Hasegama,1989). Fenol içeren atık suların arıtılması için çeşitli kimyasal ve fiziksel yöntemler uygulanmaktadır. Bunlar sıvı membran ile ekstraksiyon, aktif karbon ile adsorpsiyon, reçine ile organokiller, yaş hava oksidasyonu, reaktifler ile kimyasal bozunma ve elektro kimyasal yöntemlerdir. Petrokimya endüstrisinin atık sularında yüksek oranlarda bulunan fenolün arıtımı için yaş hava oksidasyonu tavsiye edilmektedir. Bu yöntem atık sulardaki fenolik bileşiklerin hızlı bozunmasını sağlar ve küçük moleküllü organik bileşikler oluşur. Bu küçük moleküllü bileşikler yaş hava oksidasyonu yöntemiyle kolaylıkla atık sulardan uzaklaştırılabilir.

3.3.2.Pestisitler

Günümüzde dünya nüfusu hızla artmakta, artan nüfus sayısı da yiyecek talebindeki hızlı artışı beraberinde getirmektedir. Artan yiyecek ihtiyacının karşılanmasının yolu tarımda birim alandan daha fazla verim alınmasını sağlamaktan vazgeçmektedir. Ancak tarım arazilerinde yüksek verim alınmasını etkileyen pest denilen doğal zararlılar (böcekler, mantarlar, kemirgenler, nematadlar

ve akarlar vb.) mevcuttur. Böceklerden mantarlara zararlı böcekler ve kemirgenlere, akarlar ve nematadlar gibi canlılara kadar değişen canlı grupları, tarımda yüksek verim alınmasını etkilemekte bir anlamda da insanların yiyeceklerine ortak olmaktadır. İşte bu durumun önlenmesi ve insanlarla hayvanlara zararlı olan çeşitli hastalıkların engellenmesi amacıyla pestisit adı verilen kimyasal maddeler kullanılmaktadır

Çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan suni organik kimyasal maddeler alanlarında kullanılan pestisit ve herbisitler, suda doğal olarak güç parçalanan bileşiklerdir. Bu tür bileşiklerin bir kısmı canlı bünyelerinde birikime ve toksik etkilere neden olur. Diğer bir kısmı ise canlı bünyede mutojen ve kanserojen etkiler yapar(EPA, 1999).

3.3.3.Deterjanlar

Sentetik deterjanların içerdikleri fosfor nedeni ile alıcı ortamlarda ötrofikasyona neden olduklarının yanısıra ayrıca deterjanların sulara neden olduğu köpük,estetik bir sorun olarak ortaya çıkar. Bunun ötesinde deterjanlar kimyasal yapılarına bağlı olarak alıcı su ortamlarında çeşitli düzeylerde kirliliğe neden olabilirler.Deterjanların ham maddesi olan alkilbenzen sülfanatlar (ABS) alıcı ortamlarda parçalanması çok güçtür. Bu nedenle pek çok ülkede deterjan üreten endüstriler ABS üretimini durdurmuş ve onun yerine lineer Alkil Sülfanat (LAS) üretimine başlamışlardır. LAS'lar aerobik koşullarda biyolojik olarak kolay ayrışabilmekte ve deterjanlarla kirlenme problemi azalmaktadır.Bir diğer önemli kirletici maddede deterjanlarda katkı maddesi olarak kullanılan ve yüzey aktif maddelerin etkinliğini artırmada özelliği olan Sodyum Tripolifosfat (STPP) olup, kullanımında da çeşitli kısıtlamalar ve yasaklamalar söz konusudur. Katkı maddelerinin birinci görevi suyu yumuşatmaktır. Bunların birçok avantajları yanı sıra fosfor içermesi nedeni ile önemli çevre problemlerine yol açmaktadır. Çünkü STPP içerdiği yüksek düzeydeki P (fosfor) nedeni ile sularda alg çoğalmasının artmasına ve dolayısıyla oksijen azaltımına neden olmaktadır. Bu durumda su canlıları yok olup, Ötrofikasyon ortaya çıkmaktadır.

3. 3.4.Uçucu Organik Bileşikler (UOB)

Atık sularda bulunan organik bileşiklerin çoğu uçucu organik bileşiklerdir. Bunların buhar basıncı yüksek olduğundan arıtma tesislerinde ve alıcı ortamlarda emisyona koku ve toksik kirlenmeye sebep olurlar. Atık sulardan yayılabilecek muhtemel UOBler şöyle sınıflandırılabilirler; Aromatik hidrokarbonlar (HK), klorlu HK, oksijenli HK ve alifatik HK. Endüstri ve ticari aktiviteler kentsel atık sudaki UOBlerin en büyük kaynaklarıdır. UOB'ler için başlıca endüstriyel kaynaklar kimya ve petrokimya üretimleri, elektronik üretimi (örn, Devre üretimi sırasında oluşan atıklar) ve petrol rafinerileridir. UOB'lerin ticari kökeni başlıca kaynakları ise araç ve makine tamirhaneleri, kuru temizleyiciler, hastaneler, boyahaneler, petrol ve kimyevi madde dağıtımıdır. UOB'ler bulundurdukları bileşenlere göre çeşitli gruplara ayrılırlar. Bu gruplar ve örnekler Tablo 3.3'de verilmiştir.

Evsel, endüstriyel ve ticari kökenli kaynakların yanısıra UOB'ler arıtma tesislerinden de oluşurlar. Su dezenfeksiyonu sırasında trihalometanlar (THM'ler) oluşup ve UOB kaynağı oluşturabilirler. Bununla beraber atık su arıtma tesisinde dezenfeksiyon ve koku kontrolü için yapılan klorlamada UOB kaynağı olarak ortaya çıkar. Ayrıca biyokimyasal dönüşümler sırasında da UOB'ler oluşabilir.

Bileşen Sınıfı	Örnekler
Alifatikler	Alkanlar, Hidrokarbonlar
Aromatikler	Benzen, Etilbenzen, Toluen Ksilen
Halojenli Türler	Trikloroeten, Trikloroetan Vinil klorür, Metil klorür Trikloroetilen, 1.1.1. Trikloroetan Tetrakloroetilen, Kloroform Karbontetraklorür
Oksijen İçeren Türler	Formaldehit, Aseton, Çeşitli Alkoler Eterler Aminler

Tablo 3.3.UOB Grupların ve Bu Grupların Örnekleri(www.kimyaevi.org)

UOB'ler normal atmosferik koşullar altında (25°C) yüksek buhar basıncına (> 0.01 kPa) ve düşük kaynama noktasına sahiptirler.

3.3.5. Endüstriyel Çözücüler

Sayıları her geçen gün artan ve pek çok endüstriyel aktivitede kullanılan bu grup bileşiklerin kanserojen oldukları bilinmekte ve bu nedenle bu bileşiklerin derişimleri içme sularında sınırlandırılmaktadır. Bu bileşiklerin en yaygın olarak kullanılan ilk altısı, boya, metal işleri, eczacılık, asetat film yapımında kullanılan di-klorometan (DCM); floro-karbon sentezi ve eczacılıkta kullanılan kloroform (TCM), metal ve plastik temizlemede kullanılan metil kloroform (TCA); yine floro-karbon sentezi ve yangın söndürücülerde kullanılan karbon tetra klorür (CTC), metal temizleme ve kuru temizlemede kullanılan tri-kloroetilen (TCE) ve perkloro-etilen (PCE) olarak sıralanmaktadır. Bu bileşiklerden TCE, PCE, TCA ve DCM içme sularında sık sık rastlanan endüstriyel çözücüler olarak tanımlanmaktadır. Sulara karışan diğer bir kısım ise, ultraviyole ışınlarının tesiri ile oksitlenmekte ve zehirli olmayan son ürünlere dönüşmektedirler. Genel olarak bu bileşiklerin atmosferik yan ömrü, üç ay olarak tanımlanırken; bazı bileşikler için (örneğin TCA) bu süre beş yıl gibi bir düzeye ulaşabilmektedir. Diğer taraftan, buharlaşma yoluyla atmosfere karışan bileşikler, atmosferde oldukça yoğun düzeylere erişebilmekte ve yağmurla tekrar yüzey sularına dönebilmektedirler.

3.3.6. Polisiklik Aromatikler (PAH)

Temel olarak organik maddelerin tam yanmaması sonucu ortaya çıkan bu bileşikler, egzoz emisyonları, yakıt kullanımı ve kısmen de, bakteri ve bitki faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, egzoz emisyonları, yakıt kullanımı başlıca kaynaklar olarak ortaya çıkmaktadır. Sindirim sistemi kanserlerine yol açtığı bilinen bu bileşikler, çözünürlükleri çok yüksek olmamakla beraber, partiküler maddelerin üzerinde kolayca absorblanabilmeleri nedeniyle, askıda katı maddenin yüksek olduğu sularda yüksek derişimlere erişebilmektedirler. Demir boruların yüzeyinde kullanılan bitüm kaplamanın, suya PAH'ların geçmesine

yol açtığı bilinmektedir. En yüksek çözünürlüğe sahip PAH bileşiği olan fluorantan (240 mg/lt) bu yolla suya geçmekte ve derişimi, tanımlanmış sınır değerleri aşabilmektedir.Sularda referans bileşik olarak tanımlanan PAH lar Tablo 3.4 de verilmiştir.

Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Teşkilatı, söz konusu altı bileşiğin toplam derişimi için, içme sularında 0.0002 mg/1t sınır değerini önermektedir.

3.3.7. Dezenfeksiyon Sonucu Oluşan Organik Maddeler

Klorun, sularda bulunan doğal organikler olan hümik ve fulvık asitler ile reaksiyona girmesi sonucu oluşan klorlu organik bileşikler, sularda bulunan başlıca dezenfeksiyon yan ürünleri yada THM'ler olarak tanımlanırken, sularda doğal olarak bulunan bromür de, THM oluşumuna yol açmaktadır(www.fao.org, 2005).

WHO	Avrupa Birliği
Fluorantane	Fluorantane
3,4 – benzofluranten	Benzo 3,4 – fluranten
11,12 – benzofluranten	Benzo 11,12- bfluranten
3,4 – benzopiren	Benzo 3,4 – piren
Indeno - (1,2,3 - cd) piren	Indeno - (1,2,3 - cd) piren

Tablo 3.4. Sularda Referans Bileşik Olarak Tanımlanan PAH'lar

Triholometanlar (THM ler)	Siyanürlü halojenler
Kloroform	Siyanür klorür
Bromodiklorometan	Siyanür brömür
Bromoform	
Aldehitler	Klorofenoller
Formaldehitler	2-klorofenol
Asetaldehit	2,4-diklorofenol
Trikloroasetaldehit	2,4,6-triklorofenol

Tablo 3.5. İçme Sularında Bulunan Başlıca Dezenfeksiyon Yan Ürünleri

Literatürde, uygulanan klor miktarının, suda bulunan organik madde miktarına oranının, oluşan yan ürünlerin türlerini belirleyen en önemli faktör olduğu belirtilmektedir. Tablo 3.5'de içme sularında bulunan dezenfeksiyon yan ürünleri verilmiştir. Örneğin, düşük klor dozlarında, fenol suya tat veren klorofenole çevrilirken yüksek dozlarda tatsız klorlu kinonlara çevrilmektedir.

3.4. Atıksulardaki Organik Maddelerin Arıtımı

Atık sulardan organik bileşiklerin gideriminde çeşitli fiziksel,kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Arıtım için kullanılacak yöntem organik bileşiklerin derşimine bağlı olarak saptanır.

Tablo 3.6'de endüstriyel atık suların arıtımında kullanılan başlıca arıtım yöntemleri gösterilmektedir(Doğan ve Saylak,2000).

KONVANSİYONEL YÖNTEMLER		
FİZİKSEL	**KİMYASAL**	**BİYOLOJİK**
Debi ölçümleri Izgaralar Öğütücüler Dengeleme Karıştırma Yumaklaştırma Çökeltme Yüzdürme Mikroelekler Gaz transferi Uçurma ve gaz ile sıyırma	Kimyasal çöktürme Adsorpsiyon Dezenfeksiyon Klor ile giderme Klor ile dezenfeksiyon Klordioksitle dezenfeksiyon Brom klorür ile dezenfeksiyon Ozon ile dezenfeksiyon	AEROBİK PROSESLER •Askıda büyüyen prosesler •Yüzeyde büyüyen proses •Birleşik-askıda ve yüzey büyüyen prosesler ANOKSİK PROSESLER •Askıda büyüyen prosesle •Yüzeyde büyüyen proses ANAEROBİK PROSES •Askıda büyüyen prosesle •Yüzeyde büyüyen proses BİRLEŞİK AEROBİK ANOKSİK VE ANAEROBİK PROSESLER •Askıda büyüyen prosesle •Birleşik askıda ve yüze büyüyen prosesler STABÎLİZASYON HAVUZLARI
İLERİ YÖNTEMLER		
Mikroelekler Gaz transferi Uçurma ve gaz ile sıyırma Filtrasyon Hava ile sıyırma Ultraflltrasyon Ters osmoz Elektrodiyaliz İyon değiştirme Karbon adsorpsiyonu	Kimyasal oksidasyon Ultraviyole ışığı ile kimyasal oksidasyon Kırılma noktası klorlaması Metal tuzlan ile kimyasal çöktürme Kireç ile kimyasal çöktürme	Biyolojik nitrifikasyon Biyolojik nitrifıkasyon/denitrifikasyo Biyolojik denitrifıkasyon Biyolojik fosfor giderme Aktif çamur-toz aktif karbon

Tablo 3.6. Endüstriyel Atık Suların Arıtımında Kullanılan Başlıca Arıtım Yöntemleri

3.5.Su Kirleticilerin Sağlığa Etkileri

Su kirleticileri, belirlenen standartların üzerinde olduğu zaman insan yaşamını tehdit ediyorlar. Suyun kalite standartları suda bulunmasında sakınca olmayan kirlilik çeşidi ve miktarına göre belirleniyor. EPA (çevresel koruma Ajansı) tüm dünyada toplam 80 çeşit kirletici belirlemiş durumda.

Sularda kirlenmeye sebep olan su kirleticilerinden bazılarının insan sağlığı üzerindeki etkileri Tablo 3.7.'de özet olarak verilmiştir(Doğan ve Saylak,2000).

Kirletici	**Kesin Etkileri**	**Muhtemel Etkileri**
Bakteriler	Mide Bağırsak Enfeksiyonları (kolera, tifüs vs.)	Kötü beslenme, sudaki
Virüsler	Epidemi, hepatit (Bulaşıcı sarılık Viral Enfeksiyonlar	Yüzde göz ve deri iltihapları
Protozoa ve metoaza (omurgasız hayvanlar)	Parazital enfeksiyonlar	
Metaller	Pb- Zehirlenmesi Hg-Zehirlenmesi (Besin zincirinden oluşur) Cd-Zehirlenmesi As-" " Cr-" "	Tuz dengesinde bozulmalar tat bozukluğu Epidemik nefrit
Nitratlar	Bakterilerle etkileşim Sulardaki bitkilerin anormal büyümesi, oksijen tüketimi sonucu canlıların ölümü	Kalp ve damar hastalıklarında artış
Fosfatlar Sülfatlar	Mide, bağırsak hipermobilite bitkilerin anormal büyümesi (O_2 tüketimi)	
F^-, I^-	Aşırı flor nedeniyle dişlerde kırılmalar, sisfloro	
Kanalizasyon	Tenya, kurtlar, bağırsak parazitleri ve diğer enfeksiyonlar	enfeksiyonların taşınmasıyla çeşitli bulaşıcı hastalıklar

Tablo 3.7. Su Kirleticilerinin Sağlığa Etkileri

4.SU ANALİZİ

4.1.Fiziksel ve Kimyasal Analizde Kullanılan Teknikler

4.1.1.Gravimetrik Yöntem

Basit olarak ağırlığa dayalı analizler olarak adlandırılabilir. Genelde hassas teraziler kullanılarak yapılır. Ve hassasiyetleri mg'ın onda birine kadar inebilir. Askıda katı madde ve sudaki toplam katı analizleri ile suyun özgül ağırlığının ölçümü gravimetrik analizler grubuna girer. Özellikle çevresel su örneklerinin, içme suyu ve atık suların arıtım aşamalarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır.

4.1.2.Titrasyon

İyi tanımlanmış kimyasal bir reaksiyonun kullanılan örnekteki belirli miktar madde ile reaksiyona girerek standart solüsyon miktarının belirlenmesi esasına dayanır. 100 ml gibi belirli bir miktardaki numune bir behere veya kaba konur. Büret adı verilen ve kullanılan sıvı miktarını ölçmeye yarayacak dereceli bir tüpe konulan standart solüsyon örnek sıvının üzerine damlatılır.Analizin sonlandırılacağı durum genellikle incelenen sıvının renginde bilinen bir değişimin meydana gelmesidir.

Sonlandırma elektrokimyasal tekniklerle de belirlenebilir. Kullanılan standart solüsyon miktarı bilindiğinde örnek içerisindeki madde miktarı da hesaplanır.

4.1.3.Elektrokimyasal Teknikler

Tüm atomların ve moleküllerin dış kısımları elektron tabakalarından oluşmuştur ve kimyasal reaksiyonlar bu elektronlarla ilişki içerisinde meydana gelir. Dolayısı ile gerçekleştirilecek bazı elektriksel ölçümler atom veya moleküllerin kimyasal özellikleri hakkında bilgi verebilir. İncelenecek kimyasal

maddeye göre özel olarak dizayn edilmiş olan elektrodların yardımıyla sudaki elektriksel potansiyel (voltaj, milivolt) veya akım (miliamper) ölçülerek belirli bir kimyasal maddenin miktarı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Elektrodlar kullanım amaçlarına göre altın, gümüş, platinyum veya bakır gibi metal parçacıklarından üretilirler veya pH elektrodları gibi yarı geçirgen zarlar, dahili elektrodlar ve dolgu sıvıları kullanılarak dizayn edilirler. Doğrudan ölçüm yapmaları büyük bir avantaj sağlamakla birlikte sık olarak kalibrasyona ihtiyaç duymaları dikkat edilmesi gereken hususlardandır(Oğur ve Tekbaş, 2005).

4.2.4.Spektrofotometrik Ve Kolorimetrik Teknikler

Bir solüsyonun renk yoğunluğunu ölçerek elde edilen değeri belirli bir maddenin yoğunluğu ile ilişkilendirme prensibine dayanır. Analiz edilecek bazı maddelerin kendileri renkli olmakla birlikte birçok maddenin bu tekniklerle analiz edilebilmesi için ortama bazı kimyasalların ilave edilmesi ve sonuçta ölçüme olanak verecek renkli kimyasal bileşiklerin oluşturulması gerekir. Var/yok şeklinde sonuç veren kimyasal analizlerin bir çoğu incelenecek maddelerin kimyasal reaktiflerle renk oluşturma prensibine dayanmaktadır.Bu prensipten yola çıkılarak geliştirilen kolorimetreler ve bu kolorimetrelere uygun olarak geliştirilen kimyasal reaktifler kimyasal su analizini son derece pratik hale getirmiş yine bilgisayar sektöründeki gelişmelerin kolorimetrelere uyarlanması ile standart solüsyonlara ihtiyaç duyulmadan örneğinizdeki ilk kimyasalın tam değeri çok kısa sürede ve herhangi bir hesaplamaya ihtiyaç duyulmadan belirlenebilmektedir. Ancak sonuçta kalorimetre denilen cihaz görünebilen renkler üzerinde ölçüm yapan bir yapıya sahiptir ve solüsyonda kimyasal reaktiflerinizin oluşturacağı renkle interferans verecek bir madde bulunuyorsa sonuçlar güvenilir olmayacaktır. Daha güvenilir sonuçlar elde etmek için spektrofotometre kullanılabilir. Spektrofotometreler tıpkı kolorimetreler gibi renk yoğunluğunu ölçmekte ancak ışık kaynağı ölçüm yapılacak sıvıya ulaşmadan önce spektrumlarına (gökkuşağının renklerine) ayrılarak renkler arası etkileşim ortadan kaldırılmaktadır.

Kimyasal analizlerin bir çoğu görülebilir ışık kullanılarak yapılmakla birlikte ultraviyole veya infrared ışık gerektiren analizler için daha geniş dalga boyuna

sahip spektrofotometreler gerekmektedir. Bu tür analizler genel olarak eser elementlerin saptanması için kullanılır. Genelde ısıtılarak gaz haline getirilmiş olan örneğin içinden geçirilen belirli özelliğe sahip ışıl absorbans değeri verir ve elde edilen sonuç sıvı örnekteki eser elementin miktarını yansıtır: bu yönteme atomik absorbsiyon spektrofotometresi (AAS) adı verilir. Ancak günümüzde en popüler, pratik ve doğru ölçüm veren yöntem olarak inductively couple plasma spectrometry (ICP) kullanılmaktadır. ICP atomik emisyon temeline dayanır. Bu teknikte incelenecek örnek etrafı radyo dalga yayan bobinlerle çevrili olan argon gazı içerisine aktarılır ve burada radyo dalgaları aracılığı ile çok yüksek bir ısı elde edilerek örnek iyonize hale geçirilir. Bu yöntemin en büyük avantajı aynı anda ve lamba değiştirmeye gerek kalmadan çok sayıda elementin analiz edilebilmesidir.

4.1.5.Kromatografi

Renk grafiği veya renk resmi anlamına gelen kromatografi ilk olarak bir kağıt parçasındaki bir nokta üzerindeki farklı renklere ait pigmentleri tespit etmek için kullanılmıştır. Alkol gibi bir çözücü kağıdın üzerinden çok yavaş bir şekilde yürütülür ve pigmentlerin farklı bileşenleri farklı hızlarda hareket eder, çünkü pigmentlerin kağıdı tutuş yetenekleri (stationary phase) ve çözücü içinde çözünme miktarları (mobile phase) farklıdır. Bu temel prensipler halen organik kimyasalların veya inorganik iyonların ayrıştırmasında kullanılmaktadır. Karışımın içindeki maddelerin tanımlanmasında kullanılan temel yaklaşım bileşiklerin kolon içerisinden geçerken meydana getirdikleri tutulma/gecikme süreleridir.

Gaz kromatografıde (GC) incelenecek karışım ince, halka şeklindeki kolonun içine enjekte edilir, GC kolonları cam, slika veya paslanmaz çelik gibi inert maddelerden yapılır. GC ölçümleri öncesinde örnek sıvı organik bir çözücü içerisinde ekstrakte edilir ve buharlaştırma yoluyla yoğunlaştırılır. İncelenecek örneğin içindeki maddelerin tutunabilmesi için kolonun iç yüzeyi yağla kaplı toz mineralle doldurulabilir, bu stationary phase olarak kullanılır ve kullanılan mineraller doğrudan kolon duvarına yapışır. Kolonlar genellikle bir programlanabilir fırın içerisinde bulunur ve kontrollü bir şekilde kolon sıcaklığının yükseltilmesini sağlar. Bu ısıtma işlemi son derece önemlidir ve oda sıcaklığında

gaz haline geçirilemeyen pestisit gibi çok sayıdaki çözücü ve toksik maddenin analiz edilmesine olanak verir. Örneğin kolon içerisinde ilerlemesi dışarıdan sürekli olarak verilen argon, helyum veya nitrojen gibi inert bir gazla sağlanır. Kolon içerisindeki karışım kolonun çıkışında alev, ultraviyole ışık veya radyoaktivite ile iyon hale dönüştürülür ve maddeler kolondan çıkarken elektrik yüklü plakalar tarafından tutularak analizleri yapılır. Dedektörden elde edilen veriler zamana karşı piklerden oluşan bir grafik (kromatogram) haline dönüştürülür. Bu pikler maddelerin tutulma zamanları ve karışım içindeki yoğunlukları hakkında bilgi verir. Tutulm zamanı maddeyi tanımlamaya yararken eğrinin altındaki alan veya eğrinin yüksekliği maddenin miktarı hakkında bilgi verir. Ancak daha kesin sonuçlar için dedektör olarak kütle spektrometresi kullanılmalıdır.

Kaynama noktası yüksek olduğundan kolayca az haline getirilemeyen veya yüksek sıcaklıklarda yapısı bozulan maddeler için sıvı kromatografiler kullanılır Bu tür kromatografilerin en yaygın örneği High pressure or high performance liquid chromatography (HPLC)'dir. Bu teknikte de mobil faz olarak organik çözcüler kullanılır ve tespit için genellikle ultraviyole ışığın absobpsiyon miktarı kullanılır. Herbisitlerin ve farmasötik maddelerin tespiti bu yöntemin başlıca kullanım alanlarıdır.

Sıvı kromatografilerin diğer bir türü iyon kromatografilerdir. Bu teknikte inorganik veya organik maddeler yüklü hale getirilerek analizleri gerçekleştirilir. Mobil faz su-bazlı bir çözeltidir ve stationary faz iyon-exchange reçineden oluşur Dedektörler genelde elektriksel iletkenliği ölçmekle birlikte ultraviyole ışığın absorpsiyonuna dayanan sistemler de bulunmaktadır. Bu yöntemin en öneli avantajlarından birisi karışımın içinde bulunan çok sayıda inorganik iyonu aynı anda ölçebilmesidir.

4.1.6.Kütle Spektrometresi

Kütle spektrometresinde (MS) iyonize hale getirilmiş buhar manyetik veya radyo frekans özellikteki bobinler arasından geçirilerek karışım içindeki iyonlar kütlerine göre (esas olarak elektriksel yük/kütle oranlarına göre) ayrıma tabi tutulurlar. Sonuçta her madde kendine özgü karakteristik bir patern oluşturur ve bu

patern cihazın bilgisayarındaki kütüphanedeki verilerle karşılaştırılarak tanımlanır. Cihaz tek olarak temin edilebilmekle birlikte çevresel örneklerin analizi için mutlaka gaz veya sıvı kromatografi ile birlikte ve bu cihazların dedektörü olarak kullanılmalıdır. Yine ICP ile birlikte kullanıldığında son derece hassas sonuçlar elde edilebilir.

4.1.7.İmmünolojik Teknikler

İmmünolojik yöntemler arasında en yaygın olarak kullanılanı enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) tekniğidir. Kullanıcının yüksek teknik kapasitesine gereksinim duymayan, göreceli olarak ucuz ve duyarlılığı yüksek olan bu yöntemin temel prensibi araştırılacak maddenin daha önceden hazırlanmış standart ortam ile reaksiyona girip renk oluşturmasıdır. Bu yöntem su analizinden daha çok tehlikeli atıkların kontaminasyonunu incelemek için kullanılmaktadır(Oğur ve Tekbaş,2005).

5.MATERYAL VE METOD

5.1. Çorlu Deresi Coğrafi Konumu

Çorlu Deresi Çerkezköy'ün doğusunda Istıranca Dağlarından doğar. Paşa deresi gibi birçok küçük dereyi alarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde akar. Çorlu Deresi Çorlu İlçe merkezinin 5 km. kuzeyinde geçtikten sonra, Marmaracık ve Kütüklü Derelerini alır. Muratlı ilçesinin kuzeyinde Ergene Nehri'ne karışır.

Sanayinin yoğun olduğu Çerkezköy'de 200'den fazla fabrikanın % 65'ini oluşturan tekstil fabrikalarının boya atıkları Kayak Dereye oradan da Çorlu Deresi ile birleşerek Ergene Nehrine ulaşır. Ergene Nehri ise İpsala yakınlarında Meriç Nehri ile birleşerek Saroz körfezinden Ege Denizine akmaktadır. Ergene havzasında büyük tarım bölgeleri bulunmaktadır.



Şekil 5.1.Çorlu Deresi Coğrafi Konumu ve Numune Alınan İstasyonların Yeri

5.2.Su Numunesinin Alınması

Şekil 5.1'de görüldüğü üzere Çorlu Deresinin altı farklı yerinden dört ay boyunca nokta numune alınmıştır. Numune alınan istasyonlar ve özellikleri aşağıdaki gibidir.

I.İstasyon: (fabrika atığı)

II.İstasyon: (karışım fab. Atığı)

III. İstasyon: (karışım, fab. Atığı)

IV. İstasyon: (karışım, fab. Atığı)

V. İstasyon: (karışım, fab. Atığı)

VI. İstasyon: (karışım, fab. Atığı)

Alınan su örneğinin, alındığı yerin bütün özelliklerini taşıması için polietilenden yapılmış temiz şişeler kullanıldı. Örnek alınan şişe, örnek su ile birkaç defa çalkalandı. Şişe içinde hava kalmayacak şekilde ağzına kadar doldurularak şişe üzerine aşağıdaki bilgiler yazıldı.

1.Örnek alınan yerin adı ve tarihi

2.Örnek alınan yerin özellikleri (fabrika atığı, karışım, çeşme)

Alınan numunelerde aşağıdaki parametreler analiz edilmiştir.

1- KOİ

2- Fenol

3- Amonyum azotu

4- Sülfür

5- Toplam Fosfat

6- Yağ ve gres

7- pH tayini

5.3. Kullanılan Analiz Yöntemleri

5.3.1. Spektrofotometrik Ve Kolorimetrik Yöntem

Bir solüsyonun renk yoğunluğunu ölçerek elde edilen değeri belirli bir maddenin yoğunluğu ile ilişkilendirme prensibine dayanır. Analiz edilecek bazı maddelerin kendileri renkli olmakla birlikte birçok maddenin bu tekniklerle analiz edilebilmesi için ortama bazı kimyasalların ilave edilmesi ve sonuçta ölçüme olanak verecek renkli kimyasal bileşiklerin oluşturulması gerekir. Var/yok şeklinde sonuç veren kimyasal analizlerin bir çoğu incelenecek maddelerin kimyasal reaktiflerle renk oluşturma prensibine dayanmaktadır ve geçmişte ye olarak kullanılmıştır, halen cihaz sıkıntısı çekilen durumlarda da kullanılabilmektedir. Bu prensipten yola çıkılarak geliştirilen kolorimetreler ve bu kolorimetrelere uygun olarak geliştirilen kimyasal reaktifler kimyasal su analizini son derece pratik hale getirmiş yine bilgisayar sektöründeki gelişmelerin kolorimetrelere uyarlanması ile standart solüsyonlara ihtiyaç duyulmadan örneğinizdeki ilk kimyasalın tam değeri çok kısa sürede ve herhangi bir hesaplamaya ihtiyaç duyulmadan belirlenebilmektedir. Ancak sonuçta koloni denilen cihaz görünebilen renkler üzerinde ölçüm yapan bir yapıya sahiptir ve solüsyonda kimyasal reaktiflerinizin oluşturacağı renkle interferans verecek bir madde bulunuyorsa sonuçlar güvenilir olmayacaktır. Daha güvenilir sonuçlar elde etmek için spektrofotometre kullanılabilir. Spektrofotometreler tıpkı kolorimetreler gibi renk yoğunluğunu ölçmekte ancak ışık kaynağı ölçüm yapılacak sıvıya ulaşmadan önce spektrumlarına (gökkuşağının renklerine) ayrılarak renkler arası etkileşim ortadan kaldırılmaktadır.

Kimyasal analizlerin bir çoğu görülebilir ışık kullanılarak yapılmakla birlikte ultraviyole veya infrared ışık gerektiren analizler için daha geniş dalga boyuna sahip spektrofotometreler gerekmektedir. Bu tür analizler genel olarak eser elementlerin saptanması için kullanılır. Genelde ısıtılarak gaz haline getirilmiş olan örneğin içinden geçirilen belirli özelliğe sahip ışıl absorbans değeri verir ve elde edilen sonuç sıvı örnekteki eser elementin miktarını yansıtır: bu yönteme atomik absorbsiyon spektrofotometresi (AAS) adı verilir. Ancak günümüzde en popüler, pratik ve doğru ölçüm veren yöntem olarak inductively couple plasma spectrometry (ICP) kullanılmaktadır. ICP atomik emisyon temeline dayanır. Bu teknikte incelenecek örnek etrafı radyo dalga yayan bobinlerle çevrili olan argon gazı

içerisine aktarılır ve burada radyo dalgaları aracılığı ile çok yüksek bir ısı elde edilerek örnek iyonize hale geçirilir. Bu yöntemin en büyük avantajı aynı anda ve lamba değiştirmeye gerek kalmadan çok sayıda elementin analiz edilebilmesidir,

5.3.2 Gravimetrik Yöntem

Basit olarak ağırlığına dayalı analizler olarak adlandırılabilir. Genelde hassas teraziler kullanılarak yapılır. Ve hassasiyetleri mg'ın onda birine kadar inebilir. Askıda katı madde ve sudaki toplam katı analizleri ile suyun özgül ağırlığının ölçümü gravimetrik analizler grubuna girer. Özellikle çevresel su örneklerinin, içme suyu ve atık suların arıtım aşamalarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır.

5.4.Analizlerde Kullanılan Kimyasal Maddeler

1- NaOH (sodyum hidroksit) (MERCK)

2- H_2SO_4 (sülfirik asit) (TEKNİK)

3- H_3PO_4 (fosforik asit) (MERCK)

4- $CuSO_4$ (bakır sülfat) (MERCK)

5- Hekzan (MERCK)

6- $CaCl_2$ (kalsiyum klorür) (MERCK)

7- Amonyum Azotu test kiti (SPECTROQUANT)

8- Fenol test kiti (SPECTROQUANT)

9- Sülfür test kiti (SPECTROQUANT)

10- COD test kiti (SPECTROQUANT)

11- Toplam fosfat test kiti (SPECTROQUANT)

5.5.Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Aletler

1.Etüv:Mido/2/Al marka 0-240^{o}C termostatlı.

2.Rotavapor:Buchi Laboratoriums teknik AGCH9200

3.pH metre:School Handlab pH 11

4.Terazi:GEC Avery virgülden sonra 4 haneli max 330 gramlık hassasiyetli

5.Termoreaktör:Spectroguant TR-320 Mecck

6.Spektrofotometre:Aquamate-THermo Electron Corporation

7.Vakum Desikatörü:Samplatec Corp. Marka.

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

6.1.Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini

6.1.1.Genel Bilgi

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), evsel ve endüstriyel atık suların organik kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Tabiatta organik maddeler aşağıdaki denklemdeki gibi karbonlu maddeler oksitlenerek kararlı maddeler olan karbondioksit ve suya dönüşmektedirler.

$$CnHaObNc + \left(n + \frac{9}{4} - \frac{b}{2} - \frac{3}{4}c\right)O_2 \rightarrow nCO_2 + \left(\frac{a}{2} - \frac{3}{2}c\right)H_2O + cNH_3$$

Bu test sulardaki karbonlu maddelerin karbondioksite dönüşene kadar ilave edilecek oksijeni ifade etmektedir. Testte oksijen yerine yüksek oksitleyici özellikle oksidant kimyasal kullanılır. Oksidasyonun hızlandırılması ve tamamlanması için kuvvetli asidik ve yükseltilmiş sıcaklık şartlarında, katalizörlerinde mevcudiyetinde reaksiyon gerçekleştirilir. Testte elde edilen bilgi ise, sudaki kirletici maddedeki karbonu gidermek için harcanan oksidant miktarıdır. Sonuçta testle elde edilen oksijen ihtiyaç atık suyun içindeki C miktarının dolaylı bir ölçüsü olur. Ancak bu testte organik bileşikler yukarda ifade edilen yüksek oksitleyici şartlara direnç gösterirler. Dolayısıyla bu test suyun içindeki tüm karbonun bir ölçüsü olamaz. Ancak kimyasal oksidantla oksitlenebilen karbonları kapsar. Sularda bulunan karbonu doğrudan ölçmenin yolu TOK ölçümleridir(Pradyot, 1997).

KOİ, nehir ve endüstriyel atıkların incelenmesi çalışmalarında önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir.

KOİ'ye bağlı olarak karasal su kaynaklarının sınıflandırılması,

1.Sınıf su:25 mg/lt

2.Sınıf su:50 mg/lt

3.Sınıf su:70 mg/lt

4.Sınıf su: ≥ 70 mg/lt

6.1.2.Deneysel Çalışma

KOİ ölçümlerinde daha doğru sonuçlara ulaşmak için 1.14541.0001 KOİ test kiti kullanılmıştır.

Öncelikle numuneler süzülerek cam şişelere alındı.Her bir kit tüpüne 3'er ml numune alınarak çalkalandı.

Kitlerde numunenin potasyumdikromatın ($K_2Cr_2O_7$) sıcak H_2SO_4'lü çözeltisiyle okside edilmesi sağlandı. bu kitlerin içinde katalizör olarak gümüş sülfat kullanılmıştır. Gümüş sülfatın kullanım sebebi, numunelerdeki CI^- iyonlarını maskelemek içindir.

Kitler 148^oC'de 2 saat süreyle termoreaktörde ısıtıldıktan sonra, oda sıcaklığına gelmeleri için bekletildi. Oksidasyon sonucu oluşan Cr^{+3} iyonlarının derişimi fotometrede ölçüldü. Bu metodun ölçüm aralığı 25-1500 mg/lt KOİ olup, dalga boyu 539 nm'dir.

Bu metod EPA 410.4, Us standart methods 5220D ve ISD15705'e eşdeğerdir.

6.2.Fenol Tayini

6.2.1.Genel Bilgi

Benzen hidrojenlerinden biri veya birkaçı yerine hidroksil (-OH) gruplarının girmesiyle türeyen bileşiklere fenoller denir. Benzen molekülünden bir hidrojen çıkarılmasıyla geriye kalan köke (C_6H_5) alkil ismine izafeten "fenil" ismi verilir. Fenil kökü alkil kökünün tersine asitleştirici gruptur. Girdiği molekülün asitlik özelliğini arttırırlar. Basit fenoller maden kömürünün katranından elde edilirse de bugün ucuz olarak benzenden sentez edilmektedir. Fenollerin değerliği molekülündeki –OH sayısına bağlıdır. Fenollerin en basiti fenik asittir. (C_6H_5OH). Sıvı ve buhar halindeyken özel kokuya sahip zehirli bir maddedir. Dezenfektan olarak kullanılır.

Fenollerin sudaki eriyikleri, demir 3 klorür eriyiği ile mavi renk meydana getirir. Fenolün sudaki eriyiğine brom suyu damlatılırsa (2,4,6) tribromfenol oluşur.

Bu ayırım fenol için hassastır(Pradyot,1997).

Kömür destilasyon ünitelerinden, Petrokimya endüstrisinden ve birçok fenol kullanan endüstri atıklarının suya verilmesiyle ham suda fenol bulunur.

6.2.2.Deneysel Çalışma:

Numuneleri analize kadar korumak için, aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

1. Numunenin pH'ı fosforik asit (H_3PO_4) ilavesi ile 4 değerinin altına indirildi ve sülfürler dikkatle uzaklaştırıldı.

2. Fenolün biyokimyasal reaksiyonu 1 lt numuneye 1 gr. C_uSO_4 $5H_2O$ ilave edilerek önlendi.

3. Numune düşük sıcaklıkta saklandı.

Destilasyon Yapılışı:

1. Bir behere 50 ml numune alındı.

2. 0,5 ml CuSO4 çözeltisi ilave edilerek karıştırıldı.

3. pH fosforik asit çözeltisi ilave edilerek 4'ün altına düşürüldü.

4. Numune 100 ml'lik şilifli balona alınarak, içerisine cam boncuğu ilave edildi.

5. Balon soğutucuya 20-25 ml destilat toplanıncaya kadar devam edildi.

Destilasyondan sonra her bir numune cam şişelere alındı. Fenol 1.14551.0001 setindeki kit tüpüne 10'ar ml numune alınıp PH-1K ilave edilip çalkalandı. Daha sonra PH-2K ilave edildi.

Numunelerdeki fenol ve türevleri thiazol ile reaksiyona girerek kırmızı-menekşe azo boyasını oluşturdu. 1 dk. sonra fotometreden değerler okundu.

Ölçüm aralığı=0.1-2.5 mg/lt

6.3.Amonyum Azotu Tayini

6.3.1.Genel Bilgi:

Amonyak suda kolay çözünür. Sulu çözeltide amonyak zayıf bir bazdır.

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

Amonyak, metal iyonları ile (Me^{++}) aşağıdaki gibi kompleks meydana getirir.

$$aNH_3 + Me^{++} \leftrightarrow Me(NH_3)a^{++}$$

Amonyak iyonları tek değerli diğer katyonlarla yer değiştirebilir, topraktaki kalsiyum iyonlarıyla da değişim yapabilir. pH, su toprak sistemindeki iyonların konsantrasyonu, toprak tarafından absorblanan iyon miktarına tesir eder. Amonyum iyonları kil mineralinin tabakaları arasına girerek sabitleşebilir. Topraktaki amonyumun çoğu bu şekildedir.

Nötral pH da yüzey sularının çoğunda amonyak azotu diğer azot şekillerine biyolojik reaksiyonla çevrilir. Amonyum azotu aerobik şartlarda "nitrosomonas" bakteriler ile nitrit azotuna oksitlenebilir.

$$NH_4^+ + 3/2O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^{++} + H_2O$$

$$DH^o = -62000Cal$$

Bu oksidasyondan çıkan enerjiyi nitrosomonas bakterileri büyüme için kullanmışlar. Nitrifikasyon hızı nehir ve göllerde sıcaklığa, pH'a, nitrifike edici organizmaların konsantrasyonuna göre değişir..

Sulu ortamlarda NH_3-N, pH'nin 7,6'dan yüksek değerleri için aşağıdaki reaksiyon uyarınca tümü ile NH_4OH'e dönüşür.

$$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_4OH$$

$$NH_4OH \rightarrow NH_3 + H_2O \quad \text{Isıtılınca}$$

Suyun anorganik azotlu bileşikleri çoğunlukla proteinlerin mikroplar tarafından mineralizasyonundan meydana gelmişlerdir. Proteinler önce yapı taşları

olan aminoasitlere bölünürler. Sonra bunlarda oksitlenerek amonyağı verirler (Pradyot,1997).

$$R-CH-COOH+1/2O_2 \rightarrow RCO-COOH+NH_3$$

Suda oluşan amonyak gazı sularda istenmeyen bir koku oluşturur. Azotlu gübrelerin yağmur suları ile nehirlere karışması sonucunda da sularda amonyak oluşabilmektedir.

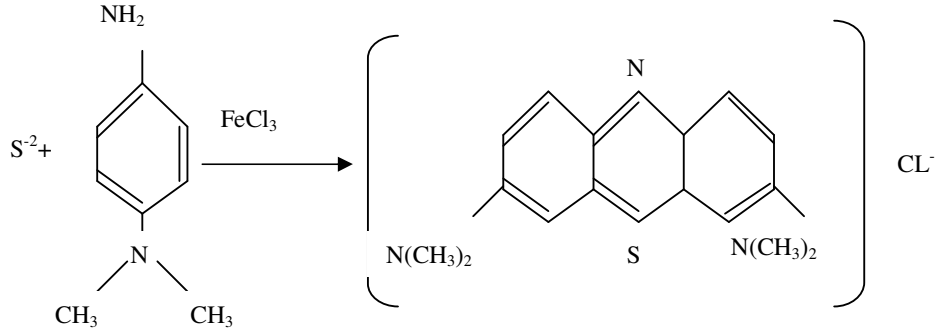
6.3.2.Deneysel Çalışma

Numuneler oda sıcaklığında ve pH'larının 4-13 arasında olmalıdır. NaOH-H_2SO_4 ile pH ayarı yapıldıktan sonra kit tüpüne 1 ml numune alınıp NH_4-1K'dan bir doz ilave edilip 15 dk beklenildikten sonra ölçüm yapıldı.

6.4.Sülfür Tayini:

6.4.1.Genel Bilgi:

Sülfür (S^{-2}), metal sülfür tuzlarının bozunması sonucu oluşan bivalent iyondur. Yer altı sularında ve atık sularda bulunur. Katı atıklarda sülfür tuzları asitlerle etkileşerek hidrojen sülfür oluştururlar. H_2S, çok zehirlidir. Su örneklerinde, çözünmüş H_2S ve HS^- halinde, bulunur. pH<7 olduğu durumlarda çözünmüş H_2S bulunur. Dimetil-p-fenilendiamin ve Fe (III) iyonları ile metilen mavi oluşturmak üzere reaksiyona girer(Pradyot, 1997). Fotometreden ölçüm yapılır.



6.4.1.Deneysel Çalışma:

Numune sıcaklığı 5-25^{o}C arasında olmalıdır. 50 ml erlen içine 20 ml numune alınıp 4 damla HS-1A, 20 damla HS-2A ve 20 damla HS-3A damlatılarak, ağzı kapatılıp reaktiflerin çözünmesi sağlandıktan sonra, fotometreden ölçüm yapıldı. Her bir numune için aynı prosedür uygulandı.

6.5.Toplam Fosfat Tayini

6.5.1.Genel Bilgi

Fosfor bitki ve hayvanların gelişiminde gerekli bir elementtir. Organik atıklar ve toprağın çözünmesi suya fosfat veren en önemli kaynaklardır. Tarımda kullanılan fosfatlı gübreler yüzey suları ile doğal sulara karışarak kirlilik meydana getirirler.

Fosfat suda orto ve polifosfat şeklinde bulunabilmektedir. Suda bulunan çok miktardaki fosfat yosun oluşturur.

Sülfirik asit çözeltisinde ortofosfat iyonları molibdat iyonları ile molibdo fosforik asit oluşturur. Askorbik asit bu maddeyi fosfomolibdenüm maviye indirger (Pradyot, 1997). Böylelikle fotometreden ölçüm yapılır.

6.5.2.Deneysel Çalışma:

Numunelerin pH'ı 0-10 arasında olması gerektiğinden H_2SO_4-NaOH ile pH ayarı yapıldı. 1 ml numune kit tüpüne alınıp P-1K'dan bir doz konularak termoreaktörde 120^{o}C'de 30 dk ısıtıldı.

Oda sıcaklığına soğutulup P-2K'dan 5 damla konularak kapatıldı ve karıştırıldı. Daha sonra P-3K'dan 1 doz ilave edilip kapatılarak çalkalandı. 5 dk sonra fotometre de ölçüm yapıldı.

6.6.Gravimetrik Yağ ve Gres Tayini

6.6.1.Deneyin Yapılışı:

500 ml numune alınarak, 5 ml sülfrik asit ilave edilip bir süre bekletildi. Daha sonra numune 1 lt'lik ayırma hunisine alınıp, üzerine 150 ml n-hekzan ilave edildi ve çalkalandı. Hekzanlı kısım kuru bir kaba alınarak numune tekrar ayırma hunisine konularak 150 ml. N-hekzan ilavesi yapıldı. Hekzanlı kısım yeniden ayrılarak üzerine $CaCl_2$ yapışmayıncaya kadar ilave edildi. 15-20 dk suyu çekmesi için beklendi. Darası alınmış 500 ml'lik şilifli balona süzgeç kağıdı ile süzülerek alındı. Rotaevaparatörde n-hekzan uçuruldu. 100^{o}C'de bir saat kurutularak, desikatöre alınıp soğutuldu ve tartımı yapıldı. Altı numune için aynı çalışmalar yapılarak numunelerdeki yağ ve gres değerleri bulundu.

Yağ-gres mg/lt=(son tartım- ilk tartım/ ml numune hacmi)1000

Yukarıdaki formülle her bir numunenin yağ ve gres tayini mg/lt cinsinden hesaplandı.

6.7.pH Tayini

6.7.1.Genel Bilgi:

pH, sudaki serbest H^+ iyonlarının konsantrasyonu ile ölçülmektedir. Kimyasal maddeler suda büyük ve küçük şekilde iyonize durumda bulunabilmektedir. Suyun iyonizasyon tepkimesi $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ şeklinde gösterilmektedir. Bu reaksiyon bir denge tepkimesidir.

$$K_{su} = [OH^-][H^+]/[\mathrm{HOH}]$$

Burada $\log [H^+] + \log[OH^-] = -14$ -log=p ise

$-\log [H^+] - \log[OH^-] = 14$ pH+pOH=14

Nötral çözeltilerde $[H^+]=[OH^-]$ göstermektedir. Bu şekilde pH=pOH=7 dir. Asitliğin artması $[H^+]$'nin değerinin yükselme göstermesi demektir.

7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayin sonuçları

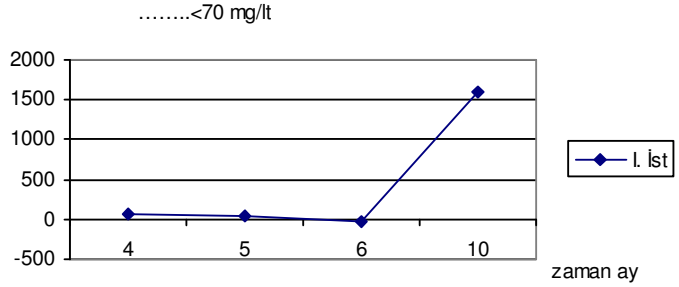
İsviçre Federal normlarına göre atık sularda K.O.İ miktarı 90 mg/lt.'den az olmalıdır. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre ise bu değer 70 mg'dır

Çorlu deresinde 4 ay süreyle değişik noktalardan alınan örnek sularda K.O.İ. limit değerin oldukça üstünde bulunmuştur ve bu değerler aylara göre değişiklik göstermektedir. Bu ölçüm sonuçları yükseltgenebilen organik ve inorganik maddeler tarafından belirli oranda nehrin kirlendiğini göstermektedir.

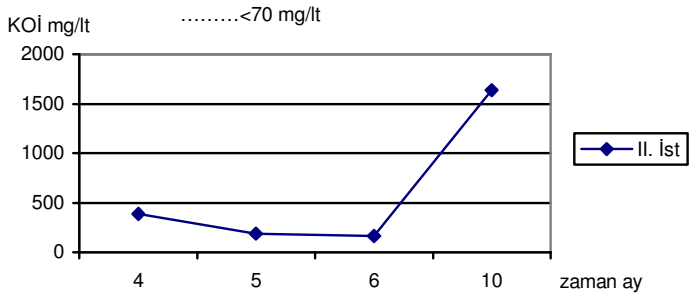
Tarih	I.İst (mg/lt)	II.İst (mg/lt)	III.İst. (mg/lt)	IV.İst (mg/lt)	V.İst (mg/lt)	VI.İst mg/lt)
26.04.2005	56.892	390.3136	447.378	247.5664	361.178	379.6248
23.05.2005	46.8928	189.2952	361.8676	191.0192	313.5956	260.324
20.06.2005	-29.308	162.4008	674.946	121.1972	798.5568	448.5848
03.10.2005	1600.5616	1639.1792	1720.3796	836.14	882.5156	837.5192

Tablo 7.1. K.O.İ. ölçüm sonuçları

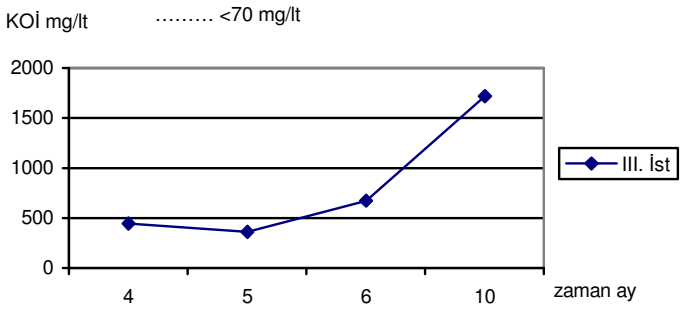
I. istasyonda ilk üç ayda K.O.İ. ölçümleri limit değerin altında tayin edilmiştir.



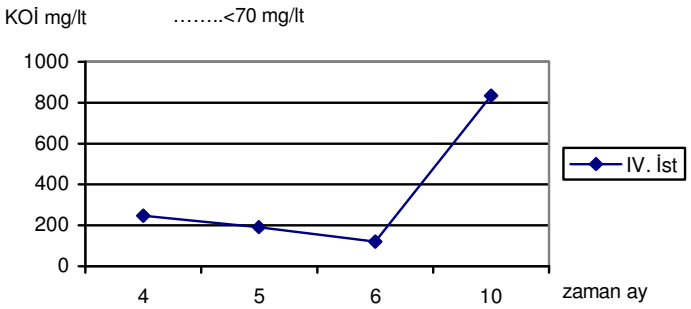
Şekil 7.1. I. İstasyon KOİ değerleri



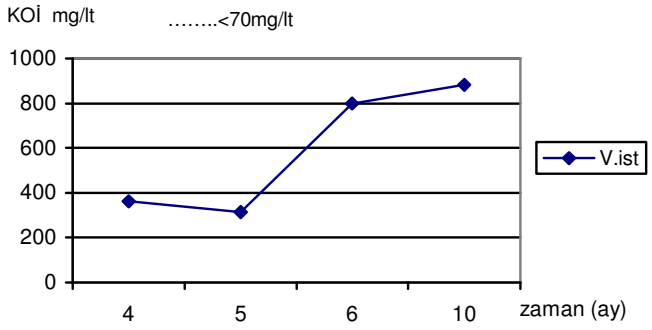
Şekil 7.2. II. İstasyon KOİ değerleri



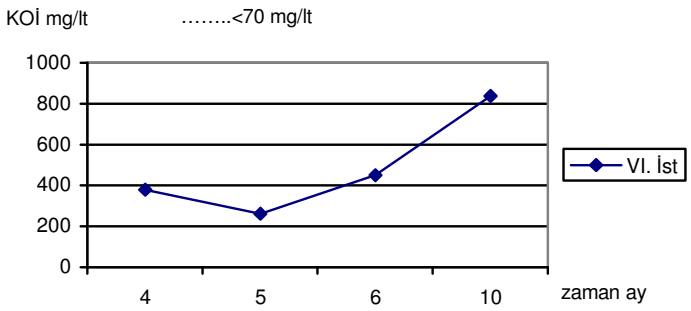
Şekil 7.3. III. İstasyon KOİ değerleri



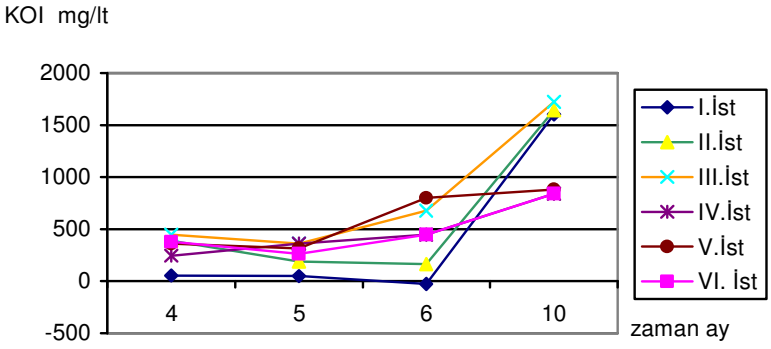
Şekil 7.4. IV. İstasyon KOİ değerleri



Şekil 7.5. V. İstasyon KOİ değerleri



Şekil 7.6. VI. İstasyon KOİ değerleri



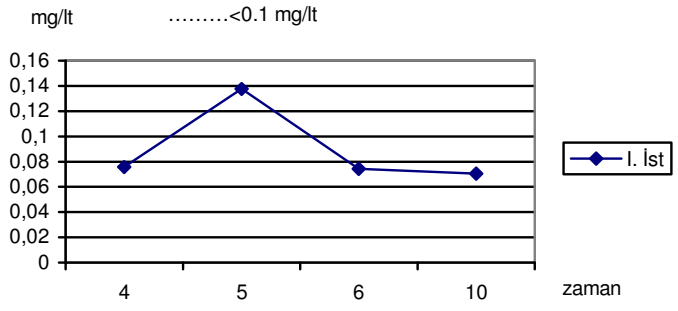
Şekil 7.7.Çorlu Deresi KOI Değerleri

7.2. Fenol Tayin Sonuçları

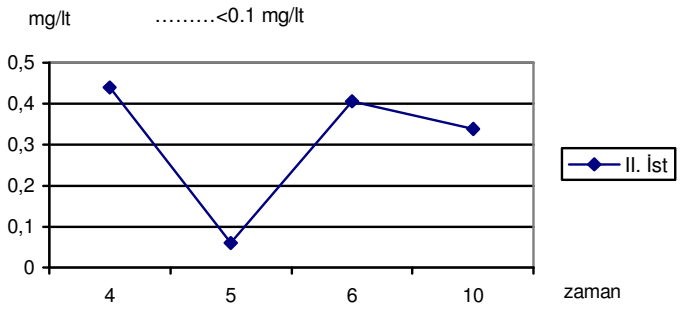
Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre sularda fenolik maddeler miktarı 0,1 mg/lt'den az olmalıdır. Çorlu dersinden alınan numunelerde yapılan fenol ölçüm sonuçlarında 1,2,3,4,5,6 istasyonlarda fenol değerleri 0.1 mg/lt.den büyük çıkmıştır. Sadece I. istasyonda yapılan 4 aylık ölçümlerin birinde fenol değeri yüksektir. Diğerleri ise limit değerin altında bulunmuştur. I.istasyonda ölçüm sonuçların normal çıkmasının sebebi ise bu istasyondaki suyun etrafında sanayileşme olmamasıdır.

Tarih	1.İst. (mg/lt)	2.İst. (mg/lt)	3.İst. (mg/lt)	4.İst. (mg/lt)	5.İst. (mg/lt)	6.İst. (mg/lt)
26.04.2005	0.0756	0.44	0.2441	3.2178	0.1268	0.2807
23.05.2005	0.1376	0.0607	0.5231	2.3076	0.2163	0.8105
20.06.2005	0.0742	0.4068	0.1566	0.1837	2.0821	0.2797
03.10.2005	0.0705	0.3383	0.0675	0.121	0.1956	0.177

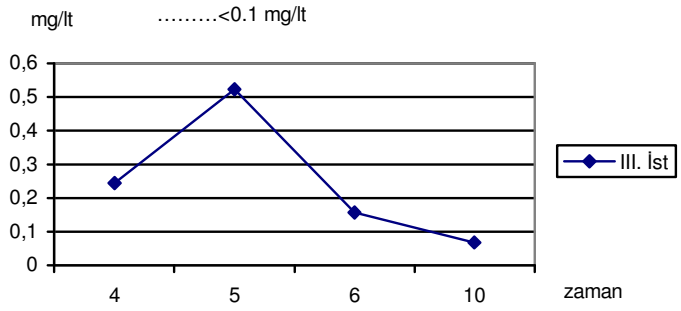
Tablo 7.2. Fenol Tayin Sonuçları



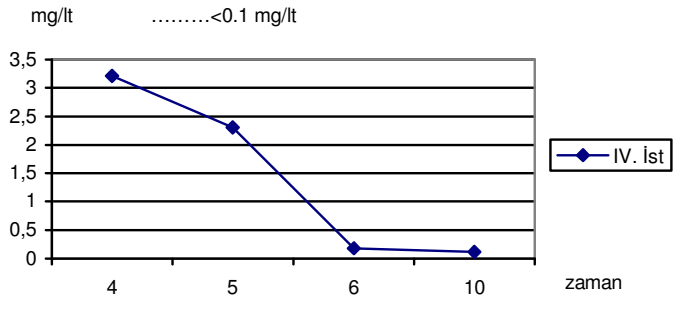
Şekil 7.8. I. İstasyon FENOL değerleri



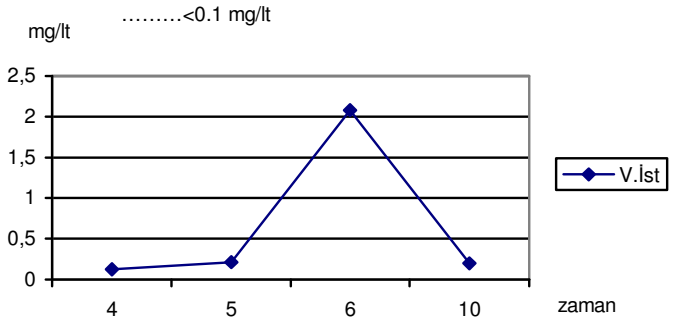
Şekil 7.9. II. İstasyon FENOL değerleri



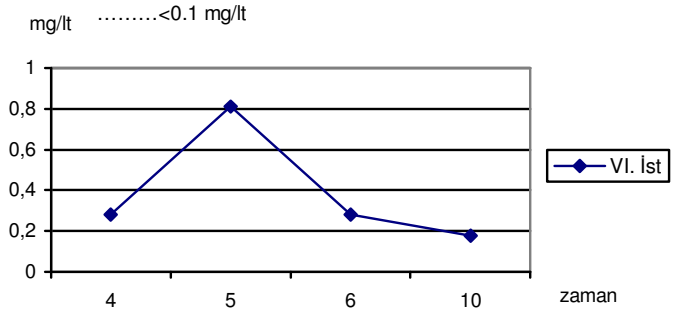
Şekil 7.10. III. İstasyon FENOL değerleri



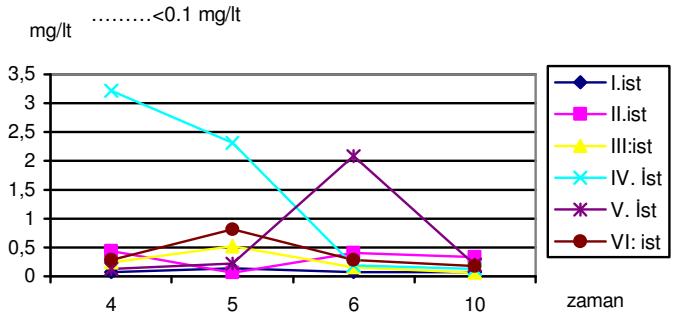
Şekil 7.11. IV. İstasyon FENOL değerleri



Şekil 7.12. V. İstasyon FENOL değerleri



Şekil 7.13. VI. İstasyon FENOL değerleri



Şekil 7.14 Çorlu Deresi FENOL Değerleri

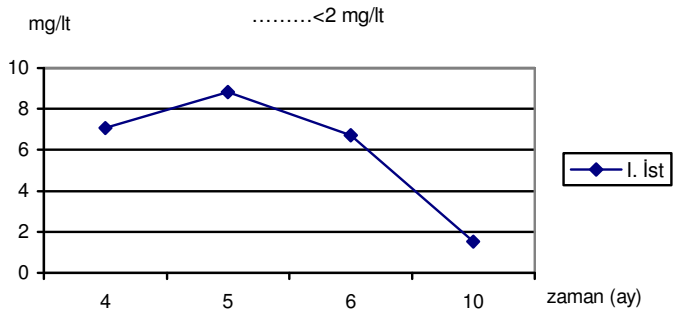
7.3 Amonyum Azotu Tayin Sonuçları

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre amonyum azotu miktarı 2mg/lt'den az olmalıdır.

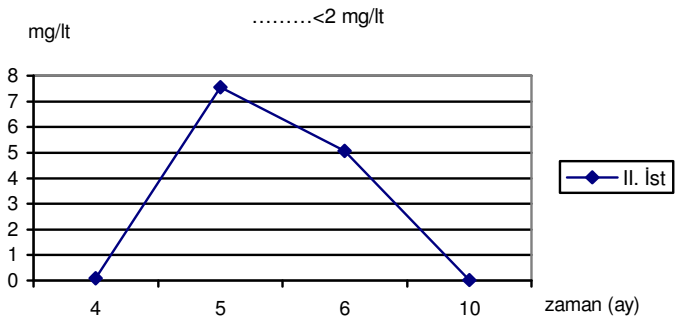
Her istasyonda yapılan ilk üç ölçümlerde amonyum azotu miktarı limit değerin üstünde olduğu görülmüştür. Amonyum azotu sularda ötrafikasyona sebep olduğundan yosun oluşumu suda canlı yaşamasına imkan tanımamaktadır. Tarımda kullanılan gübreler, endüstriyel atıkların arıtımının iyi olmamasından dolayı amonyum azot miktarında artmaya sebep olur. Azot kirliliğinden kaynaklanan kötü kokuda Çorlu deresinde oldukça fazla hissedilmektedir.

Tarih	1.İst. (mg/lt)	2.İst. (mg/lt)	3.İst. (mg/lt)	4.İst. (mg/lt)	5.İst. (mg/lt)	6.İst. (mg/lt)
26.04.2005	7.0631	0.0987	5.8286	8.2311	3.5352	7.9488
23.05.2005	8.8366	7.549	8.4216	2.4825	1.9001	4.3709
20.06.2005	6.7277	5.3327	5.0673	8.1928	4.738	4.0064
03.10.2005	1.5342	0.0122	0.039	-0.0918	0.0866	-0.0705

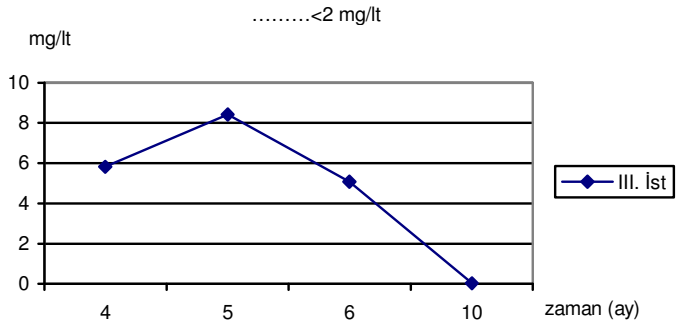
Tablo 7.3. Amonyum Azotu Tayin Sonuçları



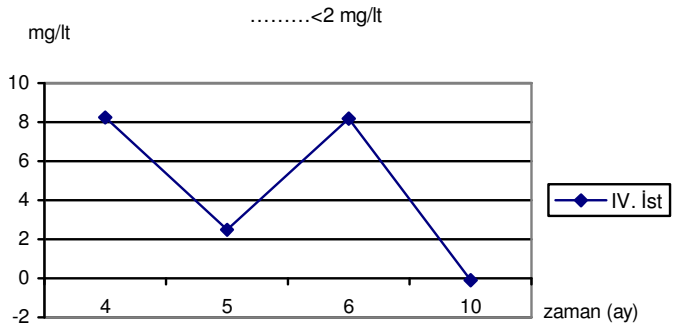
Şekil 7.15. I. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri



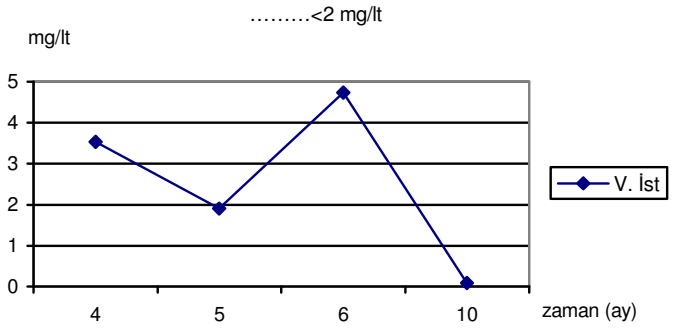
Şekil 7.16. II. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri



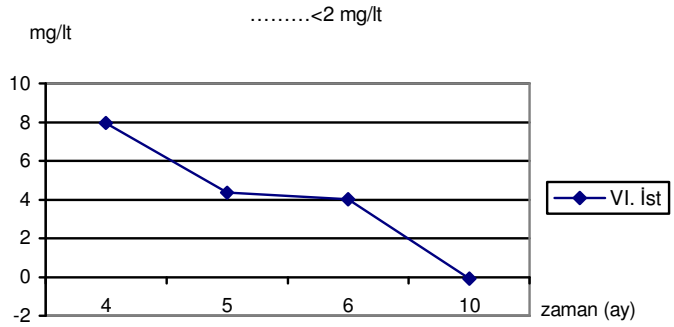
Şekil 7.17. III. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri



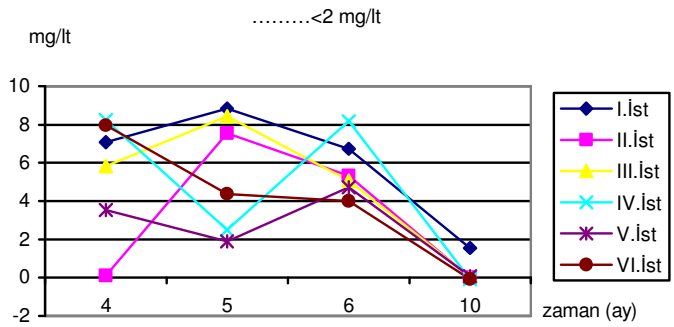
Şekil 7.18. IV. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri



Şekil 7.19. V. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri



Şekil 7.20. VI. İstasyon Amonyum Azotu Değerleri



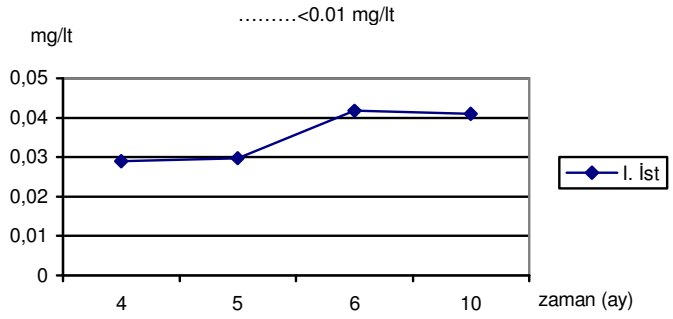
Şekil 7.21. Çorlu Deresi AMONYUM AZOTU Değerleri

7.4. Sülfür Tayin Sonuçları

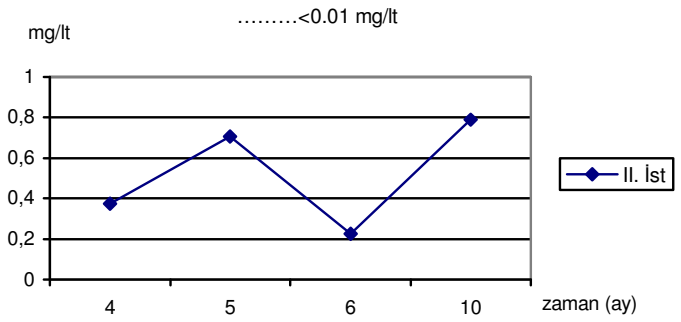
Su kirliliği Kontrol yönetmeliğine göre sülfür limit değeri 0.01 mg/lt.dir Çorlu dersinde ölçülen sülfür miktarları oldukça yüksek çıkmıştır. Sanayi bölgesinde bulunan endüstriyel fabrikalarda metal sülfidlerin kullanımı sonucu, hem suda çözünmüş S^{-2} iyon derişimi artmakta hem de suyun renginin koyulaşmasına sebep olmaktadır. Çorlu deresinin renginin koyu olmasının nedenlerinden biridir.

Tarih	1.İst. (mg/lt)	2.İst. (mg/lt)	3.İst. (mg/lt)	4.İst. (mg/lt)	5.İst. (mg/lt)	6.İst. (mg/lt)
26.04.2005	0.029	0.3727	0.0769	0.185	0.1125	0.1925
23.05.2005	0.0297	0.7058	0.1609	0.7524	0.7319	0.7457
20.06.2005	0.0418	0.2241	0.1232	0.1898	0.2936	0.2231
03.10.2005	0.041	0.7892	0.0954	0.1133	0.7756	0.7912

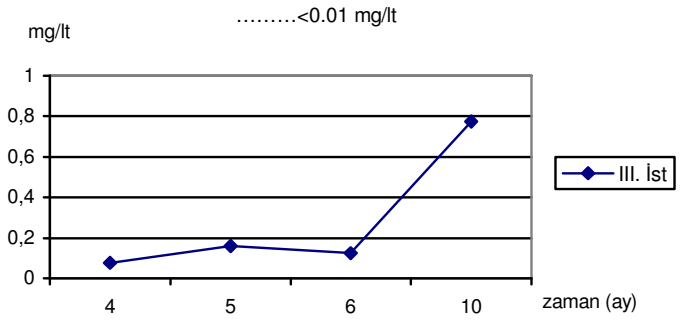
Tablo 7.4. Sülfür Tayin Sonuçları



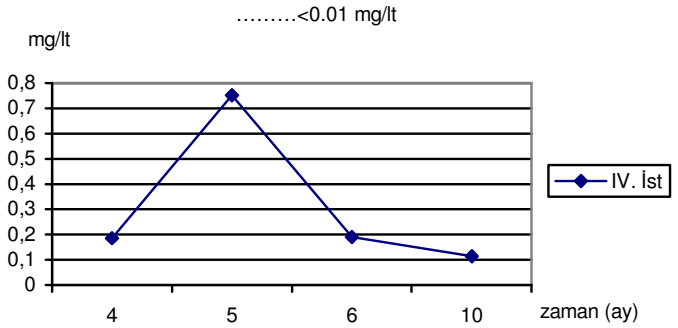
Şekil 7.22. I. İstasyon Sülfür Değerleri



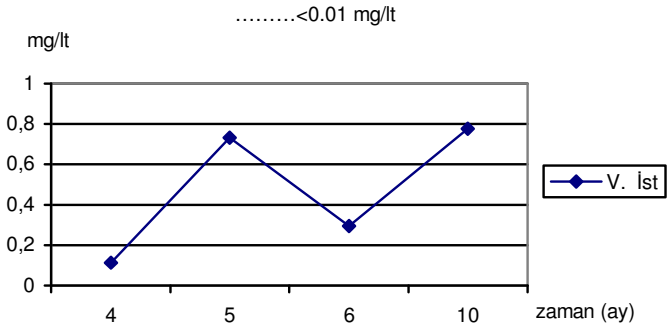
Şekil 7.23. II. İstasyon Sülfür Değerleri



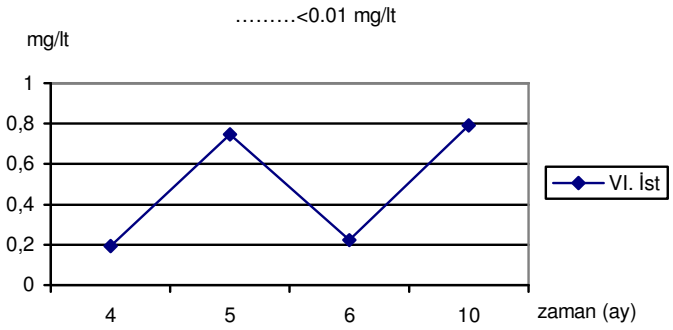
Şekil 7.24. III. İstasyon Sülfür Değerleri



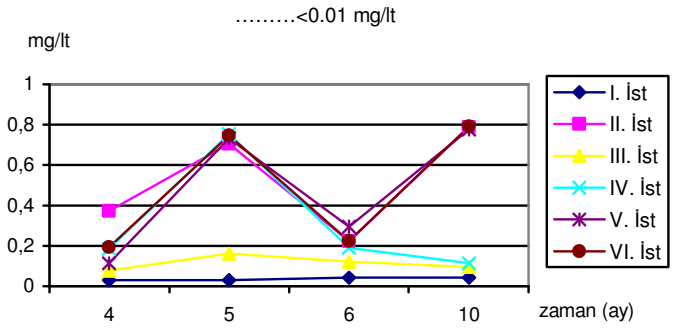
Şekil 7.25. IV. İstasyon Sülfür Değerleri



Şekil 7.26.V. İstasyon Sülfür Değerleri



Şekil 7.27. VI. İstasyon Sülfür Değerleri



Şekil 7.28. Çorlu Deresi SÜLFÜR Değerleri

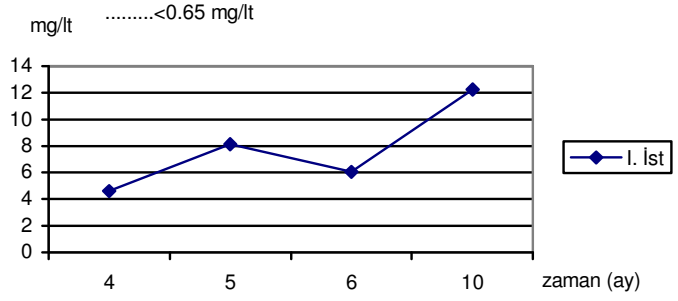
7.5. Toplam Fosfat Tayin Sonuçları

Toplam fosfat miktarı su kirliliği Kontrol yönetmeliğine göre 0.65 mg/lt.nin altında olmalıdır.

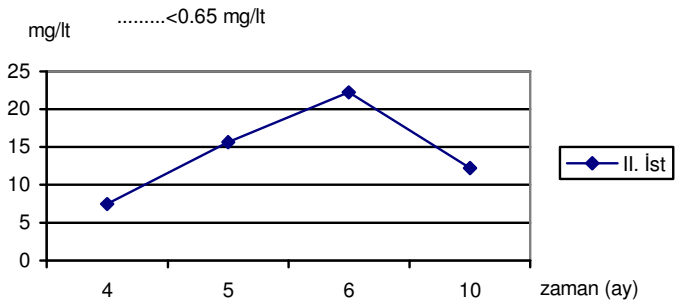
Yaptığımız ölçümlerde fosfat miktarının ölçümleri limit değerinin oldukça üstüne çıkmıştır. Fosfat'tan dolayı kimyasal kirlilik görülmektedir. Fosfor sularda ötrafikasyona sebep olan kirletici bir parametredir. Bu değerdeki artışla aquatik yaşam durur. Sudaki çözünmüş fosfat doğal kaynaklı olabildiği gibi endüstriyel artıkların arıtımının iyi yapılmamasından da kaynaklanır.

Tarih	1.İst. (mg/lt)	2.İst. (mg/lt)	3.İst. (mg/lt)	4.İst. (mg/lt)	5.İst. (mg/lt)	6.İst. (mg/lt)
26.04.2005	4.5965	7.4347	13.007	11.8165	16.0772	7.3112
23.05.2005	8.1411	15.603	4.6288	14.6595	12.6711	12.0709
20.06.2005	6.0688	22.2028	7.62	13.2145	29.7808	11.9795
03.10.2005	12.2611	12.2611	3.6803	12.0981	8.8303	14.8077

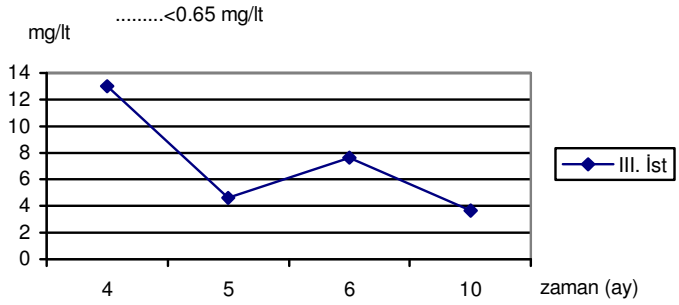
Tablo 7.5. Fosfat Tayin Sonuçları



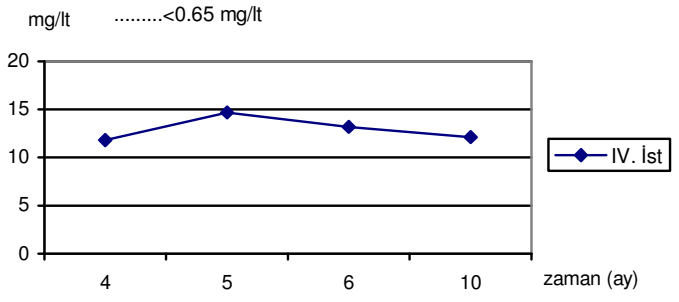
Şekil 7.29. I. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri



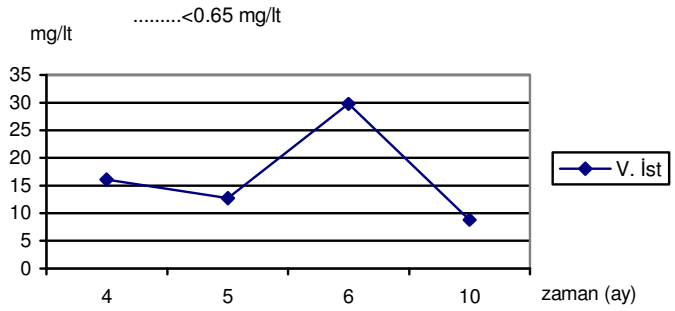
Şekil 7.30. II. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri



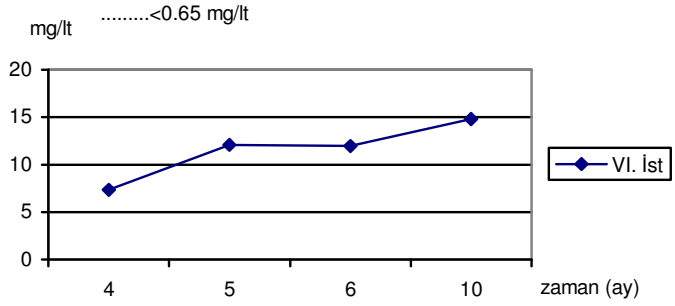
Şekil 7.31. III. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri



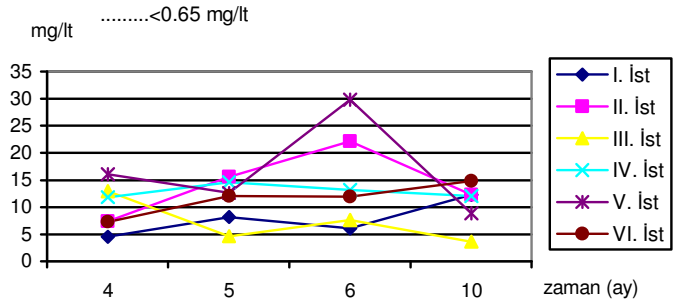
Şekil 7.32. IV. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri



Şekil 7.33. V. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri



Şekil 7.34. VI. İstasyon Toplam Fosfat Değerleri



Şekil 7.35. Çorlu Deresi TOPLAM FOSFAT Değerleri

7.6. Yağ ve Gress Tayin Sonuçları

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre yağ ve gres miktarı limit değeri 0.5mg/lt'dir.

Numunelerdeki ölçümlerde tayin edilen miktarlar limit değerin altında olmasına rağmen bu değerlere göre Yağ ve gres parametreleri yönünden Çorlu Deresinin kirlendiği söylenebilir.

Tarih	1.İst. (mg/lt)	2.İst. (mg/lt)	3.İst. (mg/lt)	4.İst. (mg/lt)	5.İst. (mg/lt)	6.İst. (mg/lt)
26.04.2005	0.5	1.48	0.12	0.44	0.02	0.04
23.05.2005	0.42	0.38	0.18	0.26	0.08	0.02
20.06.2005	0.02	0.02	0.04	0.06	0.46	0.02
03.10.2005	0.04	0.06	0.02	0.02	0.08	0.02

Tablo 7.6. Yağ ve Gres Tayin Sonuçları

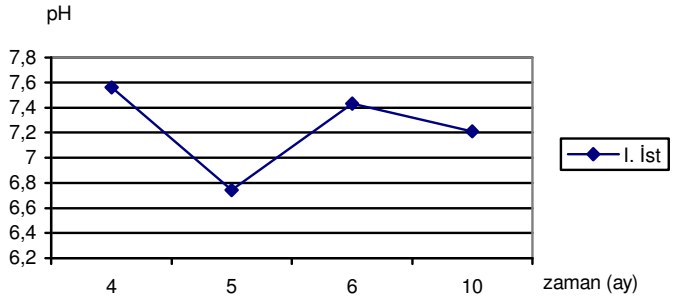
Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre yağ-gres analizine göre su kalitesi endüstriyel atıkların cinsine göre I. veya III. kalite su olarak sınıflandırılabilir.

7.7. pH Tayini Sonuçları

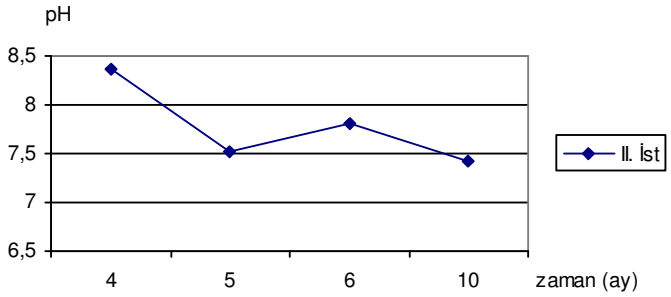
Alınan numunelere tayin sonucu pH'ların 7<pH<11.5 aralığında olduğu görülmüştür.

Tarih	1.İst.	2. İst.	3. İst.	4. İst.	5. İst.	6. İst.
26.04.2005	7.56	8.36	11.54	8.52	8.29	8.54
23.05.2005	6.74	7.51	11.22	7.29	7.52	8.41
20.06.2005	7.43	7.8	7.56	7.9	8.29	8.36
03.10.2005	7.21	7.43	11.54	7.51	9.14	8.65

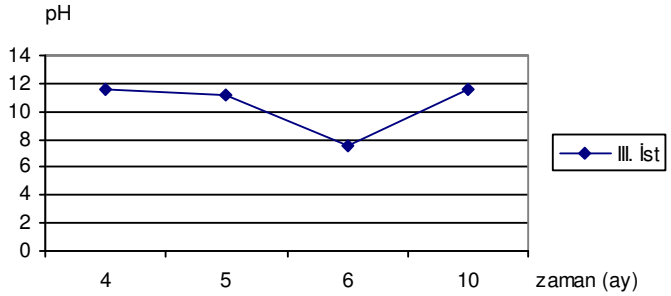
Tablo7.7. pH Tayini Sonuçları



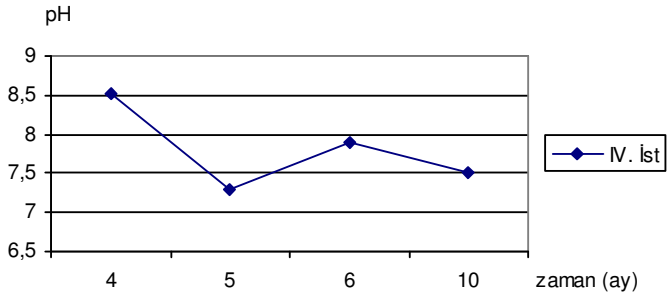
Şekil 7.36. I. İstasyon pH Değerleri



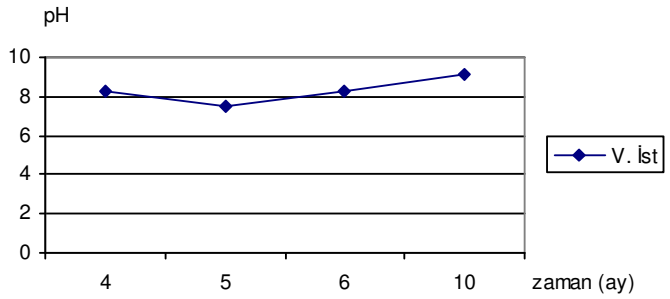
Şekil 7.37. II. İstasyon pH Değerleri



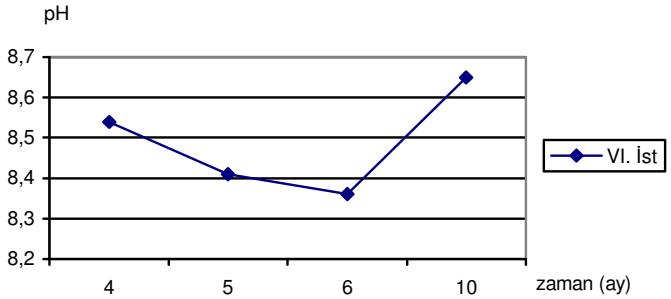
Şekil 7.38. III. İstasyon pH Değerleri



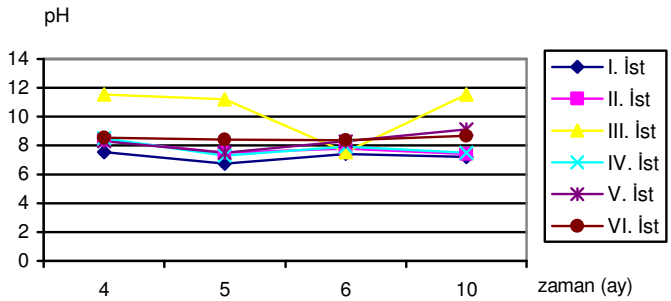
Şekil 7.39. IV. İstasyon pH Değerleri



Şekil 7.40. V. İstasyon pH Değerleri



Şekil 7.41. VI. İstasyon pH Değerleri



Şekil 7.42. Çorlu Deresi pH Değerleri

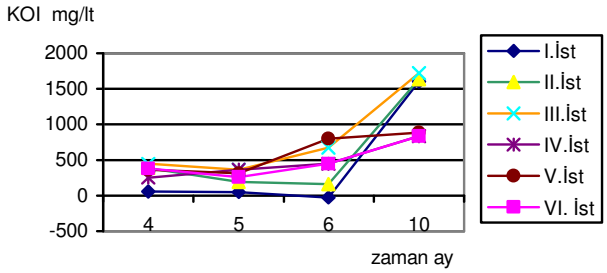
8.SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

26/04/2005 ve 13/10/2005 tarihleri arasında belirlenen istasyonlardan ayda bir kez olmak üzere dört ay alınan su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde Çorlu Deresinin Çerkezköy girişindeki istasyon verileri, sanayide yoğunlaşmanın görüldüğü diğer istasyonların verilerinden düşüktür.

Çerkezköy girişinden (I.istasyon) sonra sanayileşmenin başlaması sanayi atıklarının dereye deşarjıyla Çorlu Deresinin kimyasal kirliliğin limit değerlerin oldukça üstünde olduğu görülür.

Sularda bulunan organik maddelerin parçalanması sırasında oksijen harcanmaktadır. Harcanan oksijenin yeniden kazanılması yüzey sularında oldukça yavaştır. Sulardaki organik maddeler renk oluşumu, tat ve koku problemleri oksijen miktarının azalması gibi problemler ortaya çıkarmaktadır.

Yükseltgenebilen organik atıkların çokluğunu gösteren kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) parametresi bazı ölçümlerde 1700 mg/lt ye ulaşmaktadır.

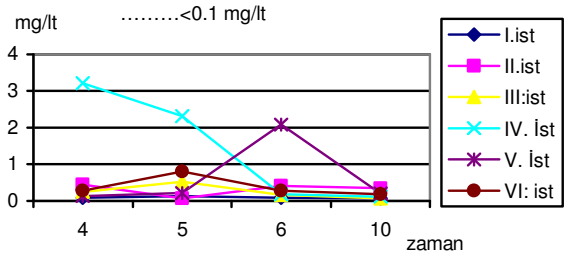


Şekil 8.1.Çorlu Deresi KOİ Değerleri

En düşük KOİ miktarı değerleri nehrin Çerkezköy girişinden (I. istasyon) alınan numunelerde görülmüştür ve dere boyunca bu değerler artmaktadır. Sanayileşmenin artması dereye organik atık girişini arttırmaktadır. Şekil 8.1 de KOİ miktarının aylara göre değişimi verilmiştir. Dikkat edilirse sıcaklığın artmasıyla KOİ değerlerinde artma görülmektedir.

Çorlu Deresinin KOİ miktarı su kontrol yönetmeliğine göre limit değer olan 70 mg/lt'nin oldukça üstünde görülmüştür. Su kalite kriterlerine göre KOİ parametresi yönünden Çorlu Deresi 4. kalite su yani çok kirli su sınıfına girmektedir.

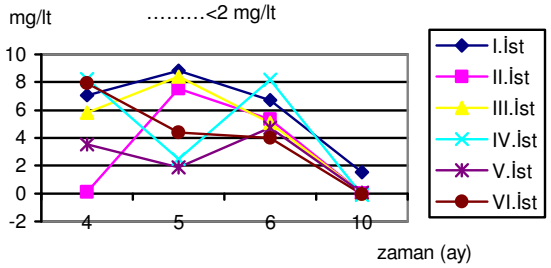
Fenol parametresinin ölçülen değerlerine bakıldığında derenin fenolik maddelerle kirliliğinin limit değerin üstünde olduğu gözlenmiştir. Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre fenolik maddeler 0.1 mg/lt den az olmalıdır. Fakat ölçülen değerlerde I.istasyon dışında bu değerin oldukça üstünde değerler ölçülmüştür.



Şekil 8.2.Çorlu Deresi FENOL Değerleri

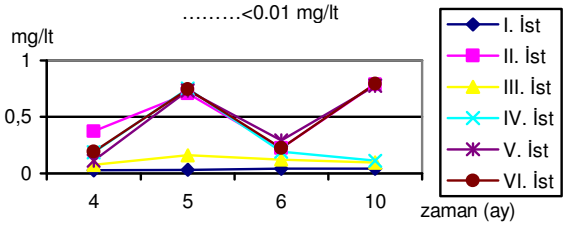
Amonyum iyonu, suda yaşayan organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Amonyağın toksik etkisi oksijenin eksikliği, sıcaklık artışı ve diğer toksik maddelerin bulunması ile daha da artar.

Şekil 8.3 'de amonyum azotu konsantrasyonun aylara göre değişimi verilmiştir. Buna göre en düşük amonyum azotu miktarı Ekim Ayında 6. istasyonda -0,07 mg/lt, en yüksek miktarı ise Mayıs ayında I.istasyonda 8,8366 mg/lt olarak ölçülmüştür. Ölçülen amonyum azotu miktarı kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri temel alınarak değerlendirildiğinde 4. sınıf kalite su (çok kirli su) olarak nitelendirilebilir.



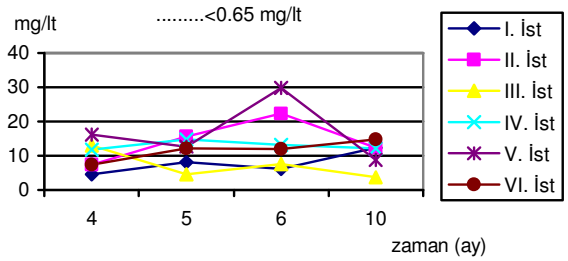
Şekil 8.3.Çorlu Deresi AMONYUM AZOTU Değerleri

Sülfür iyonları ölçüm sonuçlarına bakıldığında, Şekil 8.4 de Çerkezköy girişindeki (I. istasyon) değerler düşük iken, sanayi atıklarından dolayı ilerleyen bölümlerde sülfür iyon konsantrasyonun da artış göstermiştir. Her bir istasyondaki sülfür iyon derişimi limit değerin üstünde olduğunda kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre 4. kalite su sınıfına girmektedir.



Şekil 8.4.Çorlu Deresi Sülfür Değerleri

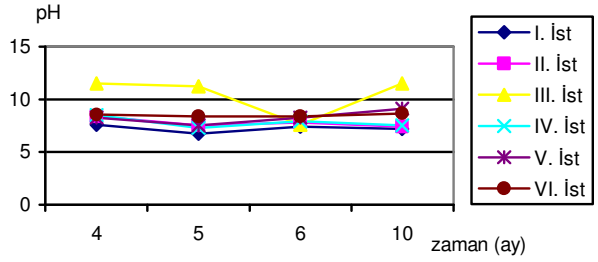
Toplam fosfat miktarının 0.65 mg/lt'nin altında olması gerekirken şekil 8.5 'de görüldüğü üzere ölçümler bu değerinde oldukça üstünde çıkmıştır. Fosfat kirliliği doğal kaynaklı olabildiği gibi endüstriyel atıkların arıtımının iyi yapılmamasından da kaynaklanmaktadır.



Şekil 8.5.Çorlu Deresi TOPLAM FOSFAT Değerleri

Ölçülen değerlere göre Çorlu Deresi fosfat parametre değerlerine göre 4.kalite su sınıfına girmektedir.

pH sudaki (H_3O^+) hidronyum iyonunun bir ölçüsüdür ve sudaki asit baz arasındaki dengeyi gösterir. Sudaki karbonat, hidroksit bikarbonat iyonları suyun bazikliğini, serbest mineral asitler ve karbonik asit ise suyun asitliğini arttırır. Yüksek pH değeri içme sularında hafif koku oluşturur. Suların renk yoğunluğu pH yükselmesiyle artar .



Şekil 8.6.Çorlu Deresi PH Değerleri

III.İstasyon dışındaki yerlerde pH değerleri birbirine yakın ölçülmüştür. Genelinde ise pH'lar yüksektir. Çorlu Deresinin suyu bazik özellik göstermektedir. Derenin girişten sonra renginde koyulaşma ve kokusunda artma görülmesi pH'ın yüksek olmasına bağlanabilir.

Çorlu Deresi Yağ ve Gress tayini sonuçlarına göre III. kalite su sınıfına (çok Kirli) girmektedir

Çorlu deresi her mevsim akabilen doğal bir su kaynağı olarak düşünülürse bu çalışmadaki analiz sonuçları "Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Sınıflarına Göre" değerlendirildiğinde, ölçülen parametrelerin çok yüksek olduğu ve derenin çok kirli su kategorisine girdiği görülmektedir.Çorlu Deresi sanayi çıkış suları ile beslenmekte olup, ölçüm sonuçları "Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği" alıcı ortam deşarj standartları tablolarına göre kıyaslandığında analiz sonuçlarının çok yüksek olduğu görülecektir.

Bugüne kadar yapılan su anlizlerinin büyük bir kısmı Ergene Nehrini kapsamaktadır.Çorlu deresiyle ilgili özellikle Fenol ve Toplam Fosfat parametreleri çalışılmamıştır.

Su kirliliğini gösteren en önemli parametre olan Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) tayini, DSİ XI. Bölge müdürlüğü 2004 yılı Kalite Gözlemleri raporuna göre belirlenen en yüksek değeri 620 mg/lt , Çorlu Belediyesi ve Çevre Mühendisliği tarafından 01/06/2006 tarihli analiz raporuna göre en yüksek değer 1400 mg/lt iken, bu çalışmada belirlenen en yüksek değer 1700 mg/lt'dir.Çorlu Deresi bu parametre yönünden "Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Sınıflarına" göre her üç çalışmada da 4.sınıf su yani çok kirli su olarak nitelendirilebilir.Burada göze çarpan nokta Çorlu Deresine gün geçtikçe organik atık girdisinin daha fazla olduğudur.

Çalışılan bir başka parametre olan Amonyum Azotu değeri 2004 yılı DSİ raporunda en yüksek 31.2 mg/lt, bu çalışmada 8.8366 mg/lt ,Çorlu Belediyesi 2006 yılı analiz raporunda 3 mg/lt olarak belirlenmiştir.Amonyum Azotu değerinde bir azalma söz konusudur.Fakat bu azalma yeterli değildir.Çorlu Deresi bu değerlere göre Amonyum azotu yönünden her üç raporda da çok kirli su sınıfına girmektedir.

Sülfür parametre sonuçlarına bakıldığında bu çalışmada elde edilen en yüksek değer 0,7912 mg/lt iken , Çorlu Belediyesi 01/06/2006 tarihli analiz raporunda bu değer 2 mg/lt'dir. Bir yıl içinde sülfür konsantrasyonunda artış olduğu söylenebilir.Her iki durumda da Çorlu Deresi Sülfür parametresi yönünden çok kirli su sınıfına girmektedir.

Yağ ve Gress tayini verileri bu çalışmada en yüksek 0.5 mg/lt iken Çorlu Belediyesi ve Çevre Mühendisliği 01/06/2006 tarihli raporunda bu değer 120 mg/lt'dir.

Çorlu Deresi pH tayinlerine baktığımızda DSİ XI. Bölge müdürlüğü 2004 yılı Kalite Gözlemleri raporuna göre elde edilen değerler 7-8.2 arasında iken bu çalışmada elde edilen değerler 7.2-11.54 arasında değişmektedir.

Sonuç olarak Çorlu Deresi doğal bir dere olmaktan ziyade, çevresindeki mevcut arıtılmamış endüstriyel ve evsel atıksuları toplayan ve tahliye eden açık yüzey akışlı bir kanalizasyon vazifesini görmektedir. Yer altı suları ve yüzey sular için önemli bir kirletici potansiyeline sahiptir. Tarımsal ve diğer amaçlar için kesinlikle kullanılması mümkün değildir. Çevresinde kötü koku oluşturmakta ve görsel kirlilik yaratmaktadır.

Ölçülmüş olan parametre değerlerine göre Çorlu Deresi kimyasal kirlilik yönünden risk faktörü taşımaktadır. Bu yüzden Çorlu Belediyesi fabrikaların arıtımını sıkı bir şekilde denetlemeli ve dere yatağını temizleyerek etrafındaki yaşamın tehdit altında kalmasını önlemelidir.

9.EKLER

	I. ist.	II. ist.	III. ist.	IV. ist.	V. ist.	VI. ist.	Birim
KOİ	56.892	390.3136	447.378	247.5664	361.178	379.6248	mg/lt
Fenol	0.0756	0.44	0.2441	3.2178	0.1268	0.2807	mg/lt
Amonyum Azotu	7.0631	0.0987	5.8286	8.2311	3.5352	7.9488	mg/lt
Sülfür	0.029	0.3727	0.0769	0.185	0.1125	0.1925	mg/lt
Top.Fosfat	4.5965	7.4347	13.007	14.6595	16.0772	12.0709	mg/lt
Yağ-Gres	0.5	1.48	0.12	0.44	0.02	0.04	mg/lt
pH	7.56	8.36	11.54	8.52	8.29	8.54	

EK1.26.04.2005 Tarihinde Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları

Parametre	I. ist.	II. ist.	III. ist.	IV. ist.	V. ist.	VI. ist.	Birim
KOİ	46.8928	189.2952	361.8676	191.0192	313.5956	260.324	mg/lt.
Fenol	0.1376	0.0607	0.5231	2.3076	0.2163	0.8105	mg/lt.
Amonyum Azotu	8.8366	7.549	8.4216	2.4825	1.9001	4.3709	mg/lt.
Sülfür	0.0297	0.7058	0.1609	0.7524	0.7319	0.7457	mg/lt.
Top.Fosfat	8.1411	15.603	4.6288	14.6595	12.6711	12.0709	mg/lt.
Yağ-Gres	0.42	0.38	0.18	0.26	0.08	0.02	mg/lt.
pH	6.74	7.51	11.22	7.29	7.52	8.41	

EK2. 23.05.2005 Tarihinde Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları

Parametre	I. ist.	II. ist.	III. ist.	IV. ist.	V. ist.	VI. ist.	Birim
Koi	-29.308	162.4008	674.946	121.1972	798.5568	448.5848	mg/lt.
Fenol	0.0742	0.4068	0.1566	0.1837	2.0821	0.2797	mg/lt.
Amonyum Azotu	6.7277	5.3327	5.0673	8.1928	4.738	4.0064	mg/lt.
Sülfür	0.0418	0.2241	0.1232	0.1898	0.2936	0.2231	mg/lt.
Top.Fosfat	6.0688	22.2028	7.62	13.2145	29.7808	11.9795	mg/lt.
Yağ-Gres	0.02	0.02	0.04	0.06	0.46	0.02	mg/lt.
pH	7.43	7.8	7.56	7.9	8.29	8.36	

EK3. 20.06.2005 Tarihinde Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları

	I.ist.	II.ist.	III.ist.	IV.ist.	V.ist.	VI.ist.	Birim
KOİ	1600.5616	1639.1972	1720.3796	836.14	882.5156	837.5192	mg/lt.
Fenol	0.0705	0.03383	0.0675	0.121	0.1956	0.177	mg/lt.
Amonyum Azotu	1.5342	0.0122	0.039	-0.0918	0.0866	-0.0705	mg/lt.
Sülfür	0.041	0.7892	0.0954	0.041	0.7756	0.7912	mg/lt.
Top.Fosfat	12.2611	12.2611	3.6803	12.0985	8.8303	14.8077	mg/lt.
Yağ-Gres	0.04	0.06	0.02	0.04	0.08	0.02	mg/lt.
pH	7.21	7.43	11.54	7.21	9.14	8.65	

EK 4. 03.10.2005 Tarihinde Alınan Numunelerin Analiz Sonuçları

EK 5. Numune Alınan İstasyonlar

1.İstasyon- Çerkezköy girişi

2.İstasyon- Veliköy girişi

3.İstasyon- Velimeşe sapağı

4.İstasyon- Mirkay Tekstil Arkası

5.İstasyon- Nuryıldız Fabrika Arkası

6.İstasyon-Çorlu Mühendislik Fakültesi önü

10.KAYNAKLAR

1. Anonymous, 2005, Potential Pollutants ,Their Sources And Their Impacts , Food and Agriculture organization of the united nations,http:/ www.fao.org/docrep/X5624E/X5624e09.htm

2. Anonymous, 2005, Çevre Kimyası, Suda Kirletici Etki Yapan Unsurlar, http:/www.kimyaevi.org

3. Anonymous, 2006, Chemical Safety Information, http:/ www.inchem.org

4. Apha, Awwa and Wpcf, 1965, Standard Methods Water and WasteWater , American Public Health Association

5. Cheremisinoff N.P., 2002, Water and Water Pollution Handbook, CRC Pr Lic. , January

6. Corbitt, R.A,1989, "Standard Handbook of Environmental Engineering", McEraw – Hill Publish Company

7. Corpenter, S.N., Caraco, D., Correll, R., Howarth, A., Sharpley and Smith, 1998, "Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorous and Nitrogen, Issues in Ecology" Washington DC.

8. Doğan, M., Saylak,M, 2000, Su Kimyası, Erciyes Üniversitesi Yayınları No:120, Kayseri, s,132-143-144-146-147-148-149-150

9. David H.F., Liptak, B.G. and Bouis P.A., 2000, Groundwater and Surface Water pollution, CRC Pres

10. Anonymous, 1999, US. Environmental Protection Agency, http:/www.epa.gov.tr

11. Haller, E.J., 1994, Simplified Wastewater Treatment Plant Operations, CRC Prlıc

12. Hasegewa, R., Nakaji, Y., Kurokowa, Y & Tobe, M., 1989, Acute ToxicityTets On 113 Environmental Chemicals, Sci.Rep.Res.Inst.

Tokoku Unv.Ser.C.Med.

13. Oğur, R., Tekbaş Ö.F., 2005, Temel Su Analiz Teknikleri, Aydın Matbaacılık, Ankara, http:/www.suhijyeni.com

14. Öztürk, S., 1997, Tarım ilaçları, Genişletilmiş 2. baskı, Ak Basımevi, İstanbul

15. Pradyot, P., 1997, Handbook of Environmental Analysis, CRC/ Lewis Publishers, sf 53-55, 171-179, 193-199, 227-231, 233-237, 261-269

16. Rodier, J., 1975, Analysis of Water, John Wiley and Sons

17. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı "www.çevreorman.gov.tr.

18. Terry, L.A., 1996, Water Pollution,

19. Thinkquest Team F., 2005, Water Pollution, http:/www.library.thinkquest.org/04oct/01590/pollution/pollutants.html.

20. Tür.Çev.Sor.Vakfı, 1986, s-75.

21. Uluçam, G., 1997, Tunca Nehrinde Kimyasal Kirliliğinin Araştırılması Ve Sonuçta Ortaya Çıkacak Kimyasal Kirliliğin Giderilmesi Için Uygulanacak Arıtma Metodunun Incelenmesi Yüksek Lisans Tezi, s- 4,9,48

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimim boyunca çalışmalarımda büyük yardımları olan Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Anorganik Kimya Anabilimdalı Prof. Dr. Adilhan Feyizoğlu'na, su numunesi almamda beni yalnız bırakmayan Araştırma Görevlisi Aylin FIRINCI'ya, labarotuar çalışmalarında her zaman yanımda olan Sayın Nevin KÜTÜK'e çalışmalarım boyunca sabır ve sevgi ile bana destek olan eşime, anneme ve babama teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Balıkesir Edremit ilçesinin Zeytinli Beldesinde doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Zeytinli'de, Lise öğrenimimi Edremit Lisesinde tamamladım. 1998 yılında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Kimya (İng) Öğretmenliği bölümünden mezun oldum. Aynı yıl Savaştepe Anadolu Öğretmen Lisesi'ne İngilizce Öğretmeni olarak atandım. 2001-2003 yılları arasında Edirne Anadolu Lisesi'nde İngilizce Öğretmenliği yaptıktan sonra branşımı değiştirerek Kimya öğretmenliğine başladım. 2003 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Anorganik Kimya Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans yapmaya hak kazandım. Halen Edirne Anadolu Lisesi'nde Kimya öğretmenliği yapmaktayım.