

57804

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

TRABZON İLİ AKARSULARINDAKİ BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL
PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

Kim. Öğrt. Ümit MUTLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Yüksek Lisans (Kimya)"
Ünvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.06.1996

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 01.07.1996

Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Mehmet TÜFEKÇİ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa ÖZDEMİR

Jüri Üyesi : Prof. Dr. H.Basri ŞENTÜRK

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yaşar GÖK

TEMMUZ - 1996

TRABZON

ÖNSÖZ

Yoğun nüfus artışı, fert başına tüketilen maddelerin fazlalaşması, giderek önemli hale gelmekte ve bununla birlikte bir çok problemleri de beraberinde getirmektedir. Genel problemlerin başında ise çevre kirliliği (hava, su ve toprak kirliliği) gelmektedir. Gerek sağlıklı bir yaşam için gerekse temiz bir ortam için su vaz geçilmez bir unsurdur.

Çalışmamızda Trabzon İli dahilinde Karadeniz'e dökülen onsekiz akarsudan örnekler alınarak bazı fiziksel ve kimyasal parametreler KTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Bu çalışmanın yüksek lisans tezi olarak seçimi ve çalışmalarım süresince değerli bilgileriyle bana yön veren, yakın ilgi ve desteklerini esirgemeyen, Hocam Sayın Y.Doç.Dr. Mehmet TÜFEKÇİ'ye, Sayın Prof.Dr. Hasan Basri ŞENTÜRK'e, Sayın Y.Doç.Dr. Saadettin GÜNER'e, Sayın Y.Doç.Dr. Serdar KARABÖCEK'e ve çalışmalarım sırasında bana her türlü yardımı gösteren Su Ürünleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne ve diğer kimyager arkadaşlara şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Trabzon, Haziran 1996

Ümit MUTLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
TABLO LİSTESİ	VIII
SEMBOL LİSTESİ	IX
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Hidrolojik Çevrim	1
1.3. Kirlenmemiş Bir Suyun Fiziksel ve Kimyasal Yapısı	2
1.4. Kirleticilerin Tesirleri	3
1.4.1. Zehirli Kirleticiler	3
1.4.2. Çökebilir Katı Maddeler	6
1.4.3. Organik Maddeler	7
1.4.4. Sıcaklık Kirlenmesi	14
1.4.5. Yağlar	14
1.4.6. Organizmaların Kirlenme Üzerine Tesiri	15
1.5. Akarsuların Kirlenmesi	15
1.5.1. Bir Şehrin Akarsuya Etkisi	18
1.5.2. Tarım Sahalarının Akarsulara Etkisi	19
1.5.3. Kimya Endüstrisinin Akarsuya Etkisi	21
1.5.4. Kirlenmiş Akarsularda Oksijen Dengesi	22
1.6. Su Kalitesi	23
1.6.1. Sıcaklık	24
1.6.2. pH	24
1.6.3. Amonyak, Nitrit, Nitrat	25

1.6.4. Fosfat	25
1.6.5. Sülfat	25
1.6.6. Serbest Klor	26
1.6.7. Bakır	26
1.6.8. Kurşun	26
1.6.9. Civa	26
1.6.10. Arsenik	27
2. DENEYSEL KISIM	28
2.1. Su Numunelerinin Alınışı	28
2.2. Örnek Alınan Dereler	30
2.3. Yapılan Analizler	30
2.3.1. Sıcaklık Tayini	30
2.3.2. pH Tayini	30
2.3.3. Nitrat Tayini	31
2.3.4. Nitrit Tayini	31
2.3.5. Sülfat Tayini	31
2.3.6. Fosfat Tayini	32
2.3.7. Serbest Klor Tayini	32
2.3.8. Cu, Pb, Hg, As Tayinleri	33
3. BULGULAR	34
4. TARTIŞMA	37
5. SONUÇLAR	41
6. KAYNAKLAR	42
7. ÖZGEÇMİŞ	44

ÖZET

Bu çalışmada, Trabzon İli dahilinde Karadeniz'e dökülen akarsulardan örnekler alınıp bazı fiziksel ve kimyasal parametreler incelenerek bir kirlilik haritası hazırlanması amaçlanmıştır. Bu bölgede onsekiz derenin denize döküldükleri yerlerden örnekler alınarak onbir parametre tayin edilmiştir. Bu parametreler; sıcaklık, pH, sülfat, nitrat, nitrit, fosfat, serbest klor, bakır, kurşun civa ve arseniktir. Elde edilen verilerin standartlarla karşılaştırılması sonucu kirlilik derecesi belirlenmiştir. Özellikle sülfat, fosfat ve nitrat gibi parametrelerde artma tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, periyodik bir şekilde Karadeniz'e kirlilik bırakan akarsuların düzenli olarak kontrol edilmesi ve özellikle organik kirleticilerin de izlenmesinin gerektiğine inanıyoruz. Bu konuda araştırmalar halen devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akarsuların kirliliği, kimyasal kirlilik.

SUMMARY

POLLUTION OF RIVERS IN TRABZON REGION

In this work, eighteen creeks running to Black Sea within the Trabzon region was investigated with regard to some physical and chemical parameters and a pollution map was aimed to be prepared from the obtained data.

Samples have been collected from the points where the creeks reaches to the sea. The eleven investigated parameters are; temperature, pH, sulfate, nitrate, nitrite, phosphate, free chloride, mercury, copper, plumbed and arsenic. The degree of pollution was estimated by the comparasion of the obtained data with the standards. Expecially an increase in sulfate, phosphate and nitrate content was observed.

As a conclusion we believed that the creeks carrying pollutants to the Black Sea, must be regularly checked and organic pollutants have to be monitorized.

A research focused on this subject is still in progress.

Keywords: Pollution of Rivers, chemical pollution.

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Hidrolojik Çevrim	2
Şekil 2. İnsan ve Su Çevresi	4
Şekil 3. Karbon Çevrimi	10
Şekil 4. Azot Çevrimi	10
Şekil 5. Su Ortamında Fosfor Çevrimi	11
Şekil 6. Oksijenli Ortamda Azot, Karbon ve Sülfür Çevrimi	12
Şekil 7. Oksijensiz Ortamda Azot, Karbon ve Sülfür Çevrimi	13
Şekil 8. Kirlenmenin Canlılar Üzerine Tesiri	16
Şekil 9. Azot Bileşiklerinin Değişimi	17
Şekil 10. Bir Şehrin Akarsuya Etkisi	18
Şekil 11. Tarım Alanlarının Akarsulara Etkisi	20
Şekil 12. Kimya Fabrikasının Akarsuya Etkisi	22
Şekil 13. Numune Alma İstasyonları	29

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kirletici Kaynaklar	5
Tablo 2. Taban Faunası	19
Tablo 3. Kimyasal Özellikler	19
Tablo 4. Nehrin Karakteristikleri	21
Tablo 5. Kimyasal Özellikler	21
Tablo 6. Taban Faunası	21
Tablo 7. Taban Faunası	22
Tablo 8. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Analiz Sonuçları	34
Tablo 9. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Ağır Metal Analiz Sonuçları	35
Tablo 10. Kitaiçi Yüzey Sularının Sınıflandırılması	37
Tablo 11. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Kalite Kriterlerine Göre Sınıflandırılması	38
Tablo 12. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Ağır Metal Kriterlerine Göre Sınıflandırılması	39

SEMBOL LİSTESİ

mmol	: Milimol
mL	: Mililitre
L	: Litre
ppb	: mg/mL
ppm	: mg/L
mg	: Miligram
g	: Gram
μg	: Mikrogram
m	: Metre
m^2	: Metrekare
km	: Kilometre
DDT	: Dikloro difenil trikloro etan

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

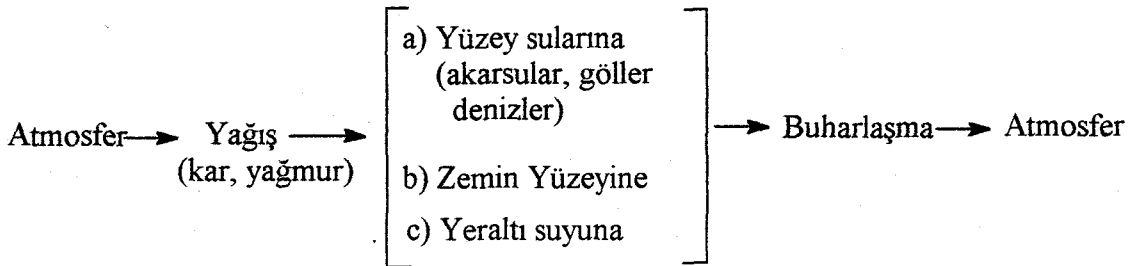
Teknolojinin gelişmesi ile çok ileri düzeye ulaşmış olmakla beraber insan-doğa ilişkisi, su, toprak ve hava kirlenmesi sonucu ekolojik dengesini bozmuş ve bir takım sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunların başında çevre kirlenmesi insan ve diğer canlıları etkilemekle beraber gelecek nesilleri de tehdit eder duruma gelmektedir. Çevre sorunları dar çerçevede düşünülmeyip, uluslararası seviyede tartışılmakta ve çok geniş kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır (1).

Hava, su ve topraktan en az birinin kirlenmesi çevre sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprağın havanın ve suyun kirlenmesine bağlı olarak besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmaktadır. Yoğun nüfus artışından dolayı insanlar da birtakım problemlerle karşı karşıya gelmektedir. Bu problemlerin en başında ise su kirliliği gelmektedir. Su, doğada çok miktarda bulunan fakat dengesiz dağılımı nedeniyle ilginç maddelerden biridir. Normal koşullarda su; renksiz, kokusuz ve tatsız halde bir bulunur. Bir çok özelliği yönünden insanlar ve diğer canlılar için oldukça önemlidir (2).

Su, temas ettiği bütün maddeleri az da olsa çözmektedir. Bu yüzden doğada saf halde bulunamaz.

1.2. Hidrolojik Çevirim

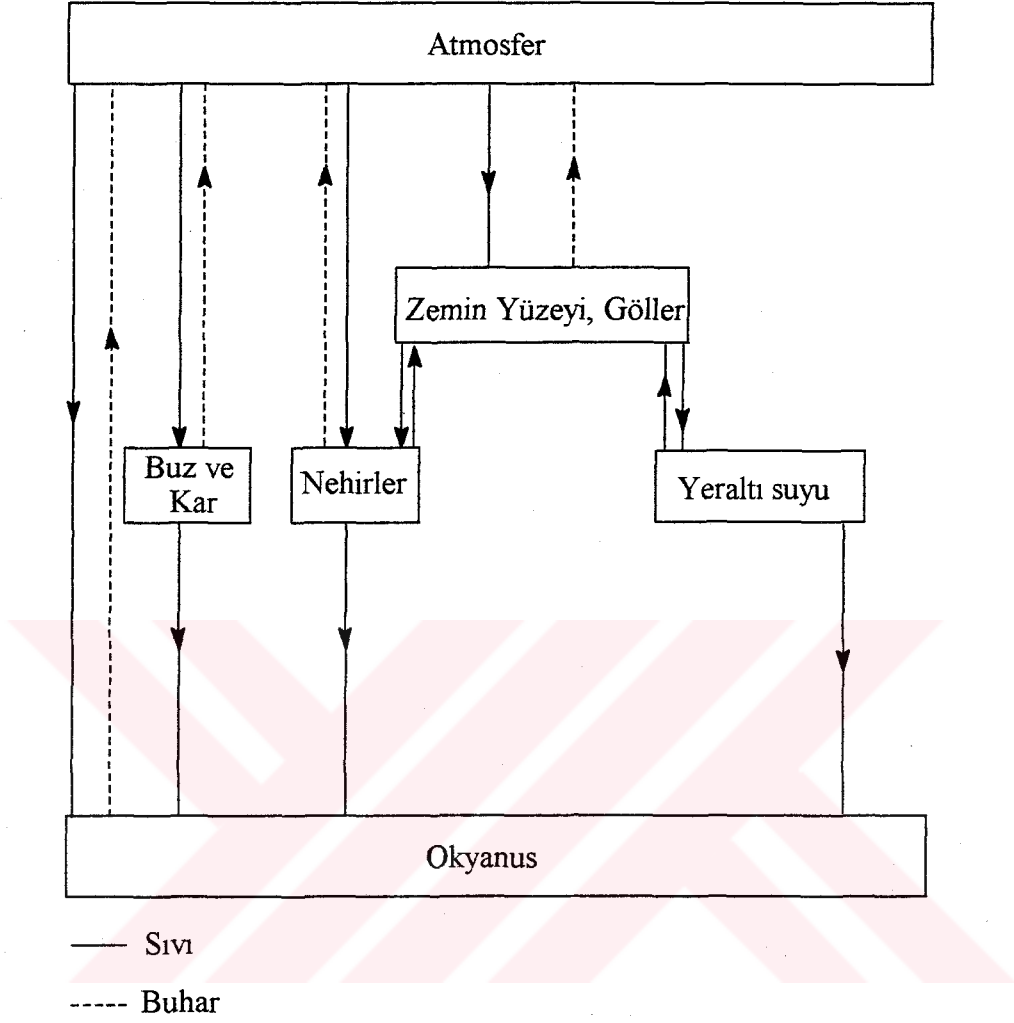
Tabiattaki suyun hidrolojik çevirimi şematik olarak;



şeklinde gösterilebilir.

Hidrolojik çevirim, hidrosferde mevcut suyun kaynaklara göre: Okyanus ve denizler % 97 göller, akarsular ve yeraltı suyu % 2, buzul ve kar şeklinde % 1 olmak üzere dağıldığı bilinmektedir (3).

Hidrolojik çevrim aşağıdaki şekilde gösterilebilir.



Şekil 1. Hidrolojik Çevrim.

1.3. Kirlenmemiş Bir Suyun Fiziksel ve Kimyasal Yapısı

Suyun maksimum birim hacim ağırlığı 4°C dendir. Suyun bu özelliği donma sonucu kayaların ayrışmasına, göllerin tabakalaşmasını ve soğuk mevsimlerde derin sularda su canlılarının korunmasını temin eder.

Suyun vizkozitesi yüksektir. Bu özellik süspansiyon halindeki katı maddelerin taşınmasına ve çökme neticesinde siltli ve killi toprakların oluşmasına sebep olur.

Kimyasal aktivite; suyun kimyasal aktivitesi çeşitli metal tuzlarının ve gazların çözünmesine elverişlidir. Çözünmüş haldeki besi maddelerini bitki ve hayvanlara taşırlar.

Kirlenmemiş bir su yatağı;

1. Dinlenme ve eğlenme için tabii bir ortamdır,
2. Su canlıları için yaşama çevresidir (su bitkileri, zooplanktonlar, balık v.b'leri),

3. Kontrol edilmesi gereken bir güç kaynağıdır,
4. Atıkların tabii tasfiyesini temin eden bir alıcı ortamdır,
5. İnsan için bir besin kaynağıdır,

Su ortamının bu özelliklerini koruyabilmek için kirletilmelerini önlemek gerekir.

1.4. Kirleticilerin Tesirleri

Bugün için su kirlenmesinin ana kaynakları;evlerden gelen kullanılmış sular ile sanayi kuruluşları tarafından su yataklarına verilen sıvı artıklardır. Bunların dışında, hidrolojik havzadaki tarım sahalarından taşınan azot ve fosfor bileşikler bakımından zengin sulama suyu sızıntıları, erozyon toprakları taşıyan yağış suları, gemi söküm yerleri, sahil doldurmaları ve katı atık boşaltılması gibi kirletici kaynaklar sayılabilir. İnsan ve su çevresi arasındaki ilişkiler Şekil 2'de görülmektedir. Kirletici kaynaklar Tablo 1'de verilmiştir.

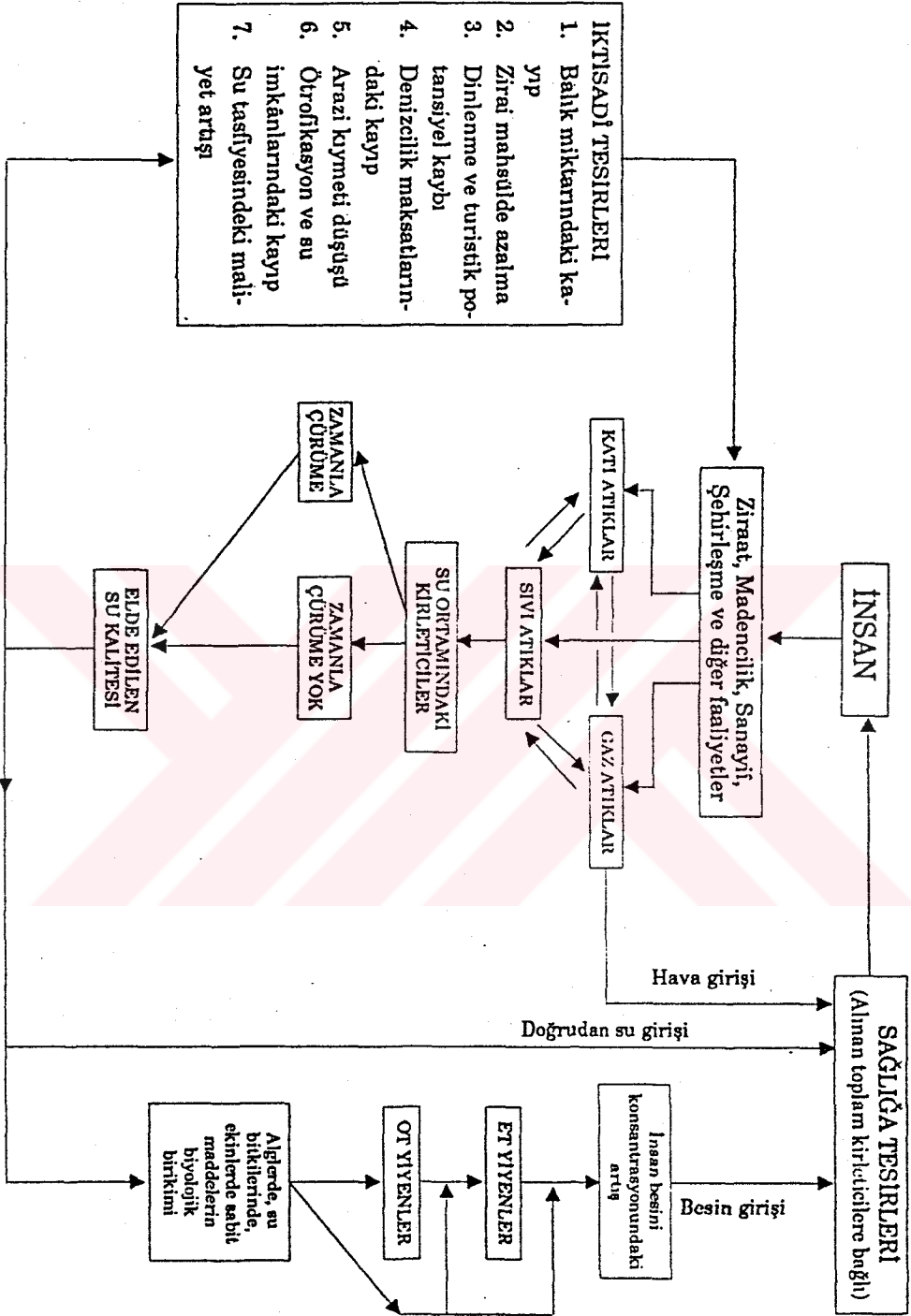
Su ortamındaki hayat, ortamdaki sıcaklığın, çözünmüş oksijen konsantrasyonunun (Konsantrasyon: herhangi bir maddenin birim hacimdeki miktardır). pH değerinin, suyun renginin, askıdaki ve toplam katı madde konsantrasyonunun, toplam alkalinitesini, besin maddesi konsantrasyonlarının, metal bileşiklerinin ve diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin tesiri altındadır.

Bu parametrelerin üst sınırları ve bazı durumlarda da alt eşik değerleri bazı organizmalar için uygun olmayan çevre şartlarını ortaya çıkarır. Bu özelliklere göre ortamdaki organizmaların türleri ve türlerdeki sayıları azalır çoğalabilir.

Herhangi bir kirleticinin belirli bir çevrede meydana getireceği tesir, büyük ölçüde kirleticinin içinde bulunduğu kullanılmış suyun miktar ve özellikleri ile boşaltıldığı alıcı su ortamının (kirleticilerin verildiği ortama "alıcı ortam" adı verilir) hacim ve diğer karakteristiklerine bağlıdır. Kirleticiler, alıcı su ortamında estetik kirlenmeye, zehirli bir reaksiyona veya su canlılarının yaşama şartlarını bozan taban birikimlerine; biyolojik olarak ayrışarak veya çürüyerek oksijen sarfına ve böylece bir su çevresinden faydalanan insan grupları ve diğer canlı hayatı için tehlikeli durumların doğmasına sebep olabilir.

1.4.1. Zehirli Kirleticiler

Ağır metaller veya diğer zehirli maddelerden bir veya bir kaçını ihtiva eden kullanılmış suların alıcı sulara verilmesi, bu su ortamındaki organizmalar için zehirleyici tesir yapar ve ortamdaki canlı hayatını tehlikeye sokar. Kitle halindeki balık ölümleri çoğu zaman zehirli maddelerin su yataklarına verilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Hat safhadaki zehirlenmeler, zehirleyici tesiri yüksek olan maddelerinin düşük konsantrasyonlarında veya zehirleyici tesiri az olan maddelerin yüksek konsantrasyonlarında meydana gelebilir. Zehirleyici tesirler aynı zamanda kirleticilerle canlı organizmaların temas süresine de bağlıdır.



Şekil 2. İnsan ve Su Çevresi.

Tablo 1. Kirletici Kaynaklar

Kirletici Kaynağın Tipi	Kirleticinin Cinsi
1) Tabii Kaynaklar	Atmosferden oluşan kirleticiler Çözünmüş mineraller Çürümüş bitkiler Yağış suları Su hayatındaki aşırı büyüme
2) Zirai Menşeli Kaynaklar	Toprak erozyonu Çiftlik hayvanlarının artıkları Gübreler Koruma ilaçları (pestisitler)
3) Kullanılmış sular	Belediye kanal suları Meskün bölgeden gelen yağmur suları Sanayi sıvı atıkları Gemilerde kullanılan sular
4) Biriktirme Yapıları	Çökeleklerin sızıntı ile sürüklenmesi Oksijen noksanlığı
5) Diğer Kaynaklar	Maden işletmeleri Çöp dökme yerleri

Bazı pestisitlerin, ağır metallerin ve radyoaktif elementlerin su ortamındaki besin zincirinde birikerek organizmadan organizmaya artan konsantrasyonlar halinde taşındığı bilinmektedir. Bunlara örnek olmak üzere DDT, civa ve arsenik gösterilebilir. 0.02 ppm konsantrasyonundaki D.D.T. mikroorganizmaların vücudunda 5 ppm'e kadar yükseltilecek biriktirilmiştir. Bu mikroorganizmalar ile beslenen balıklar ise bu değeri 2000 ppm'e çıkararak depolanmaktadır. Bu şekilde beslenen balıkları yiyen deniz kuşlarının da öldüğü görülmüştür. Bu şekilde ölen bir kuşun cesedinde rastlanan max DDT konsantrasyonu 1600 ppm olarak bulunmuştur (4). Aynı durum civa ve kadmiyum için de sözkonusudur. Bu iki ayrı metalin balıkların bünyesinde biriktiği ve böyle balıkların sürekli olarak yenmesi halinde çeşitli hastalıklara sebep olduğu da bilinmektedir.

Alglerin, çevredeki arsenik ve kurşunu bünyelerinde biriktirdikleri tespit edilmiştir. Arsenik 2×10^3 misli kurşun ise 4×10^4 misli konsantre edilerek depolanmaktadır.

Radyoaktif maddelerin ise, bazı su canlıları bünyesinde 2×10^5 depo konsantre edilerek biriktirildiği literatürde belirtilmiştir (4). Su ortamındaki zehirlenme olayının farkedilmesi için bazan haftalar hatta ayların geçmesi gerekebilir. Çok az zehirlenme özelliğine sahip maddelerin birikme özelliği veya kronik zehirlilik sebebiyle çoğu zaman bazı organizma

türlerinin azaldığı görülmüştür. Bazı düşük seviyedeki zehirlilikler bir türdeki yetişkinlerden çok yavru veya larva halindeki organizmalara tesir eder. Düşük seviyedeki zehirlilik aşağıdaki olaylardan dolayı sistemdeki bütün organizma grubunun dengesini bozabilir.

1. Gerek hassas yapılı balık türleri ve gerekse bunlara besin teşkil eden mikroorganizmalar ölebilir ve böylece daha az hassas olan ve insanlar tarafından daha az arzu edilen türler rakiplerin azalması sebebiyle büyük ölçüde çoğalabilir.

2. Alglerin ve diğer mikroorganizmaların düşük zehirlilik seviyelerinde ölmeleri halinde, balıklar da ölebilir veya besin aramak üzere bulunduğu su ortamını terkedebilir.

3. Tolerans sınırlarında (eşik) yaşama mücadelesi veren zayıf türlerin bireyleri parazit ve hastalıklara bilhassa su mantarlarına karşı çok daha hassas bir duruma gelir.

4. Yumurta, larva veya çok genç bireyler düşük zehirlilik, seviyelere yetişkin bireylere nazaran çok daha hassas olduklarından, türlerin üreme ve çoğalma potansiyelleri değişir.

Ağır metaller, pestisitler, radyoaktif maddeler gibi zehirli kirleticilerin biyolojik büyüme üzerine ilave bir kronik tesiri daha vardır. İstridyeler gibi pek çok su canlıları zehirli bir çevre ile karşılaşınca daha temiz bir çevre bulmak üzere buldukları ortamdan ayrılırlar. Bu sırada daha önce almış oldukları zehirli maddeleri vücut dokuları arasında depo ederler. Bu süreç hayvanın vücudunda birleşen zehirli maddenin öldürücü seviyeye ulaşmasına kadar devam eder. Ölüm zehirli maddenin dolaşım sistemine geçmesi halinde vuku bulur. Bu durum DDT ve en derin gibi yağ dokularında biriken pestisitlerin, canlının besin bulamadığı ve vücudundaki yağ kullanma ihtiyacı duyduğu zaman ortaya çıkabilir. Aynı şekilde vücut yağının canlının üreme sistemine karışması sonucu normal yavru teşekkülünün meydana gelmesi de imkânsızlaşır.

Düşük trofik kademede (insanlar tarafından avlanmayan) ot ve et yiyen hayvanlar, 15-30 mg/L konsantrasyonundaki DDT'yi vücutlarında hastalık arazi göstermeksizin biriktirebilmektedirler. Daha yüksek biyolojik yapıya sahip balıklar, kuşlar ve diğer memelilerin bu balıkları yemeleri halinde derhal öldükleri görülmüştür.

1.4.2. Çökebilen Katı Maddeler

Maden ocakları gibi yüzey kazılarının yapıldığı faaliyetler büyük ölçüde toprak hareketlerine sebep olur. Kazılar sırasında ayrılan toprakların işletme yerinde tutulması halinde bir problem meydana gelmez. Ancak bu topraklar çeşitli etkilerle çevredeki su yatağına taşındıklarında kirlenme ortaya çıkar. Çeşitli faaliyetlerle meydana gelen katı maddelerin su ortamına taşınması neticesinde,

1. Baraj göllerinde birikerek su depolama kapasitesi düşer.
2. Göl ve göletler dolar,
3. Su kanalları, tıkanır.
4. Verimli toprakların üzerleri örtülür.

5. Su ortamı normal canlılar için bozulur.
6. Bulanıklık artarak su yatağının dinlenme maksatları için kullanımı ve fotosentetik aktivitesi azalır.
7. Suyun faydalı kullanma imkânları azalır.
8. Su tasfiyesinin maliyeti artar.
9. Su dağıtma sistemleri zarar görür.
10. Pestisit, ağır metaller, korunma ilâçları ve besin maddeleri gibi diğer kirleticiler bu katı maddelerle birlikte su yatağına girmiş olur.
11. Hastalık yapan bakteri ve virüsler de aynı şekilde su ortamına taşınmış olur.

Çökebilen katı maddeler hafif olduklarından yüksek akışla uzun mesafelere taşınır. Ancak sudan ağır olmaları sebebiyle sonunda nehir yataklarında, göletlerde, baraj gölleri veya tabii göllerde çökerek birikir. Bu şekilde çökelen katı maddeler özellikle mansap tarafta, su yolu taşımacılığını su teminini, taşkın kontrolünü ve enerji üretimini engeller.

İnert (ayrışmayan) maddeler ile siltlerin su yataklarının tabanında birikmesi, organizmalar için uygun ve yumuşak bir yaşama ortamı olan çevreyi bozar. İnorganik siltler genel olarak su ortamındaki türlerin ve türlerdeki bireylerin sayısını azaltır. Erozyon neticesinde su ortamına giren siltler, su derinliklerine ışığın nüfusunu azaltarak, ısı ve radyasyonunu değiştirerek organik maddeler, besin maddelerini veya zehirli maddeleri beraberinde taşıyarak çevredeki su kalitesini bozar.

Su yatağı tabanının çökebilen maddeler ile örtülmesi balık yumurtalarının ve diğer organizma larvalarının gelişmesini önler ve gıdalarını bu ortamdan temin eden, organizmaların beslenmesini güçleştirir. Tabanda biriken maddelerin organik menşeli olmaları halinde, bunların zamanla biyolojik olarak parçalanması, sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonunu azaltır ve su çevresi için arzu edilmeyen organizmaların büyük ölçüde çoğalmasına sebep olur. Bu ayrışma ve çürüme neticesinde taban oksijensiz bir ortam haline gelebilir ve arzu edilmeyen H_2S , CO_2 ve CH_4 gazları ortaya çıkabilir.

Çökebilen katı maddelere, yer değiştiren toprak veya anakitleden ayrılmış zerrecikler gözüyle bakılabilir. Bu itibarla üst tabakadaki verimli topraklardan kopan parçalar çok küçük olup uzun mesafelere taşınabildiği gibi bu zerrecikler suyun bulanıklığını artırdığından güneş ışınlarının su bitkilerine ulaşmasını engeller. Bu olay sudaki çözülmüş oksijenin azalmasına sebep olur.

1.4.3. Organik Maddeler

Organik veya biyolojik olarak ayrışabilen artıklar su yatağına girer girmez bakterilerin hücumuna uğrarlar. Organik maddeler ayrışmaları sırasında sudaki hayat için fevkalade önemi haiz olan çözülmüş oksijen kullanırlar ve ortamın çözülmüş oksijen konsantrasyonu azaltılmış olur.

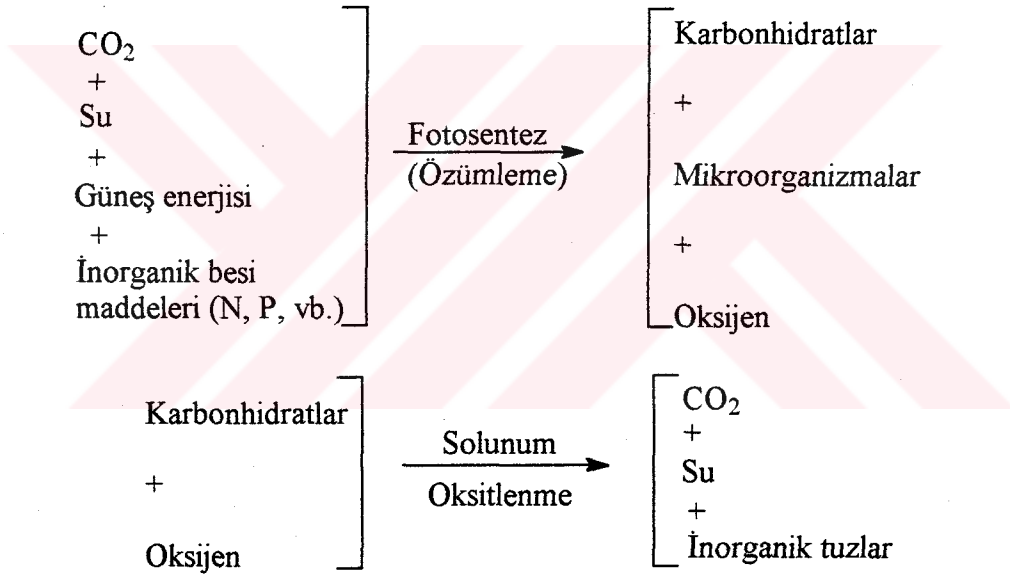
Ekonomik değeri olan su ürünleri ve sudaki arzu edilen mikrobiyolojik hayatın büyük bir kısmı oksijene ihtiyaç gösterir. Su yatağına giren organik maddelerin çok fazla olması halinde mevcut çözülmüş oksijenin tamamı kullanılarak ortam anaerobik bir durum alabilir. Bu durumda sistemin ekolojik dengesi bozulur ve su ortamındaki hayat büyük ölçüde etkilenir.

Kirleticilerin sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu üzerindeki tesirlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için organik artıkların biyolojik ayırmaları üzerinde kısaca durmakta fayda vardır. Bitkilerin büyümesi ve fotosentez olayı, çok basit olarak;

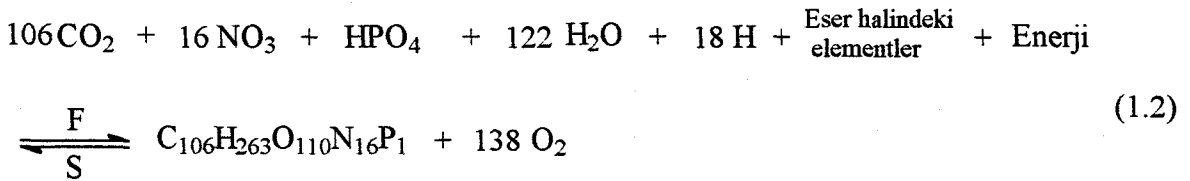


denklemleri ile ifade edilebilir.

Fotosentez ve solunum aşağıda şematik olarak gösterilmiştir.



Fotosentezin daha karmaşık ifadesi;



şekindedir.

Denklem (1.1) ile verilen reaksiyonda, formaldehit (HCOH) ve O₂ karbondioksit ve sudan, güneş enerjisi yardımıyla üretilmiştir.

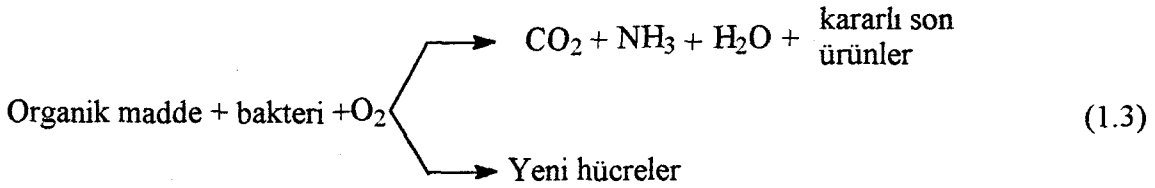
Mikroskopik bitkiler (Fitoplankton) güneş enerjisini ve inorganik besin maddelerini kullanarak daha yüksek enerjili başka moleküller meydana getirirler. Yüksek seviyede enerji ihtiva eden bu moleküllerin hayvanlar tarafından yenmesi sırasında enerjinin bir kısmı açığa çıkar ve canlı faaliyetleri için kullanılır. Enerjinin serbest bırakılması hızlı bir şekilde cereyan etmekte ve ortaya çıkan son ürünler oldukça kararlı olmaktadır. Bu organizmalar, daha yüksek biyolojik yapıya sahip diğer canlılar için besin maddesi teşkil ederler. Dönüşümler daha yavaş olarak böylece devam eder. Bir çok kademeden sonra artık organizmaların besin maddesi olarak kullanamayacağı çok düşük enerji seviyeli son ürünler ortaya çıkar. Mikroskopik bitkiler bu atıklardan tekrar yüksek enerji seviyeli moleküller yaparlar ve yukarıda bahsedilen olaylar tekrar başlar.

Bu çevrim daha basit olarak şu şekilde ele alınabilir. Gerek bitkilerin gerekse de hayvanların yaşamak için ham materyallere (besin) ve enerjiye ihtiyaçları vardır. Bitkiler basit maddeleri ve güneş enerjisini kullanarak yüksek enerjiye sahip moleküllerinin üretildiği ve yer yüzünde başka bir olayın cereyan etmediği düşünülün. Bu durumda zamanla karbondioksit ve su gibi düşük enerjiye haiz maddelerin azalması ve yüksek enerjili maddelerin aşırı derecede çoğalarak birikmesi gerekir. Tabii gerçekte bu mümkün olmaz. Zira tabiattaki maddeler başka çevrimlerin de tesiri altında kalır.

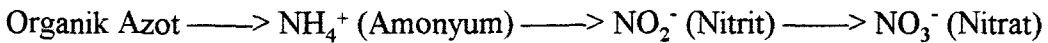
Su yataklarına giren organik kirleticilerin biyolojik olarak ayrışması birbirinden tamamen farklı iki tipten biri ile meydana gelmektedir.

1. Oksijenli (aerobik) ayrışma; burada sudaki çözünmüş oksijen kullanılır.

2. Oksijensiz (anaerobik) ayrışma; burada oksijen reaksiyonlara girmez (zaten ortamda da yoktur). Oksijenli ortamdaki ayrışmanın denklemi;

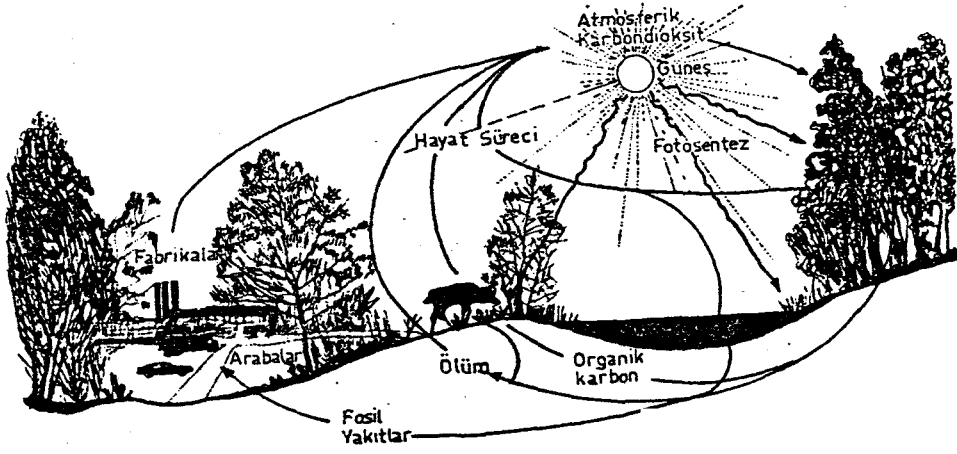


şeklinde verilir. CO_2 ve su daima oksijenli ayrışmanın son ürünüdür. İkisi de kararlı ve düşük enerji seviyesine sahiptir ve fotosentezde kullanılır. Ortamda kükürtlü bileşiklerin reaksiyona girmeleri halinde en kararlı son ürün SO_4^{-2} iyonudur. Benzer şekilde fosforlu maddelerin ayrışması sonucu PO_4^{-3} meydana gelir. Azotlu bileşiklerin ayrışması diğerlerine nazaran biraz farklıdır. Kararlılığı gittikçe artan bir seri bileşikler yaparak neticede NO_3^- meydana gelir. Reaksiyonla;

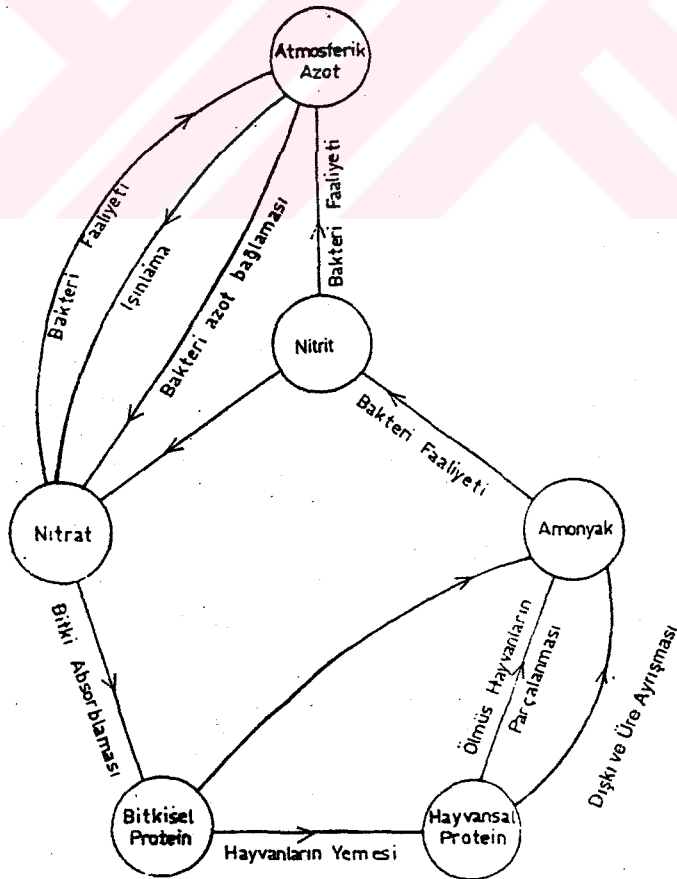


şeklinde cereyan eder. Azot farklı özelliğinden dolayı bazı hallerde kirlenmesinin bir işareti (indikatör) olarak kullanılır.

Tabiattaki karbon çevrimi Şekil 3'de azot çevrimi Şekil 4'de gösterilmiştir.

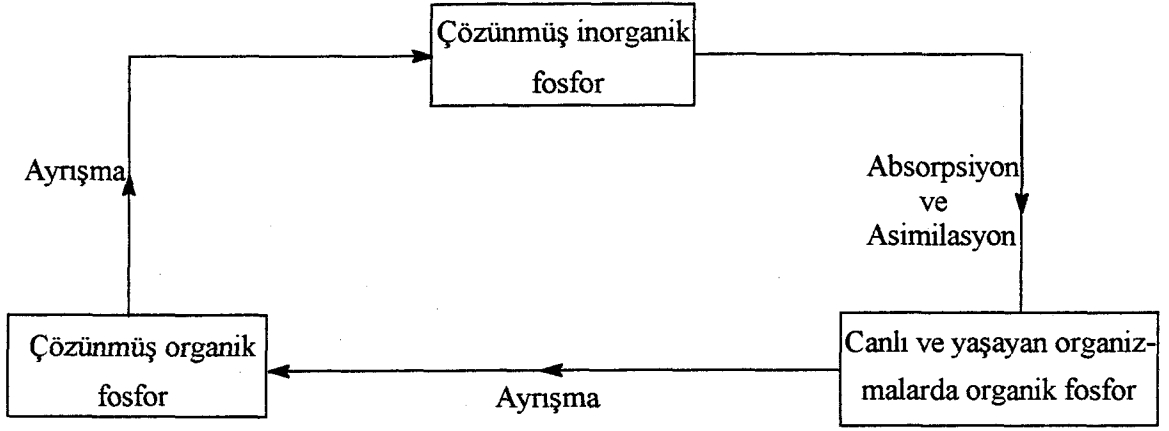


Şekil 3. Karbon Çevrimi.



Şekil 4. Azot Çevrimi.

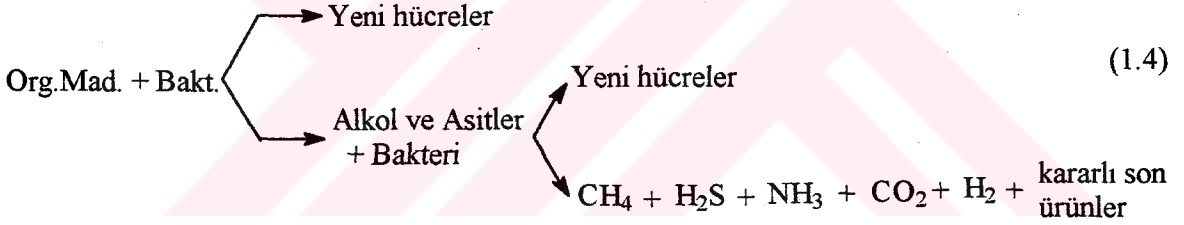
Su ortamındaki fosfor çevrimi Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Su ortamındaki fosfor çevrimi.

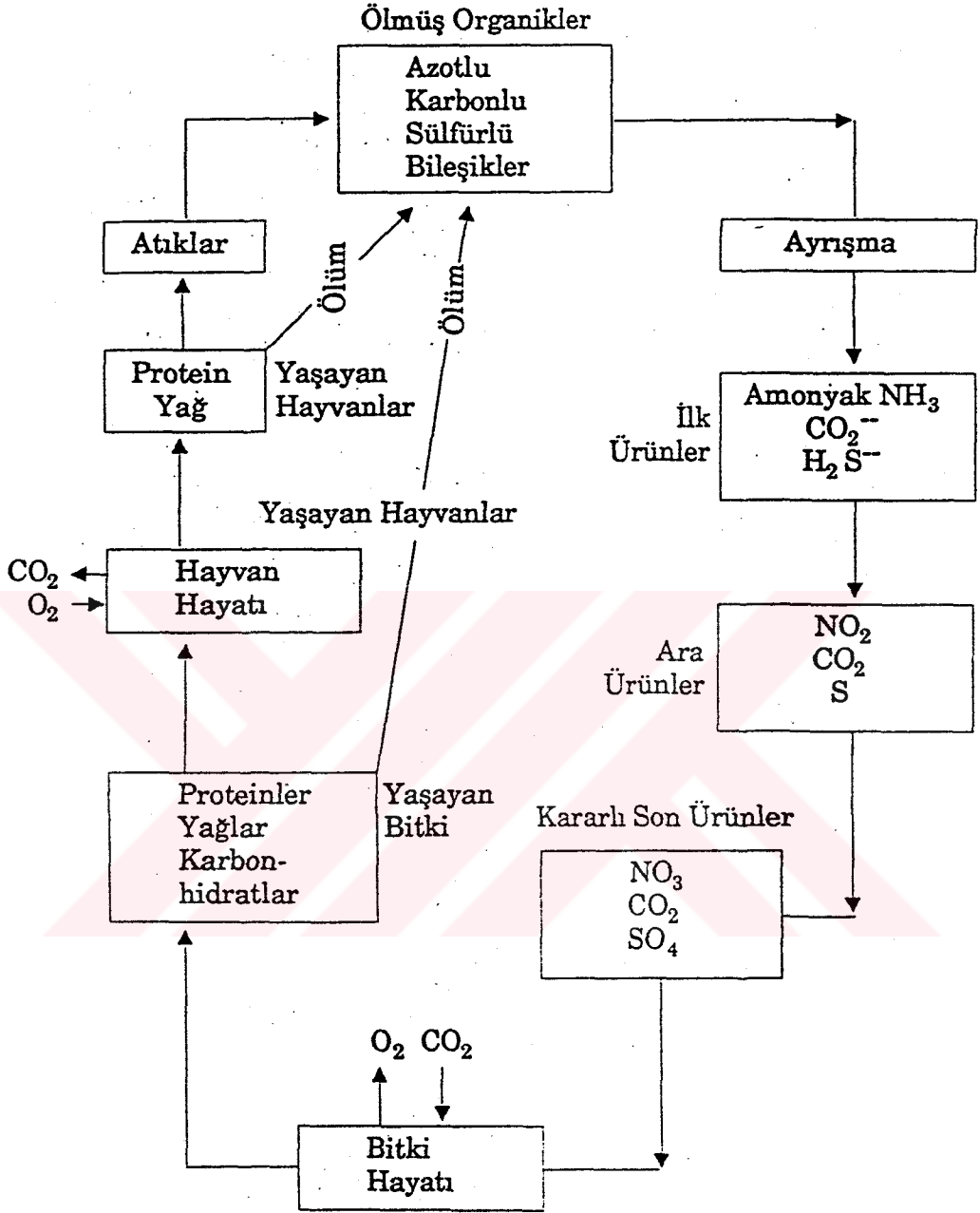
Karbon, azot ve sülfürlü bileşiklerin oksijenli ortamdaki ayrışmaları Şekil 6'da verilmiştir.

Oksijensiz ortamdaki ayrışma tamamen farklı organizma grupları tarafından gerçekleştirilir. Oksijensiz ortamdaki ayrışmanın temel denklemi;

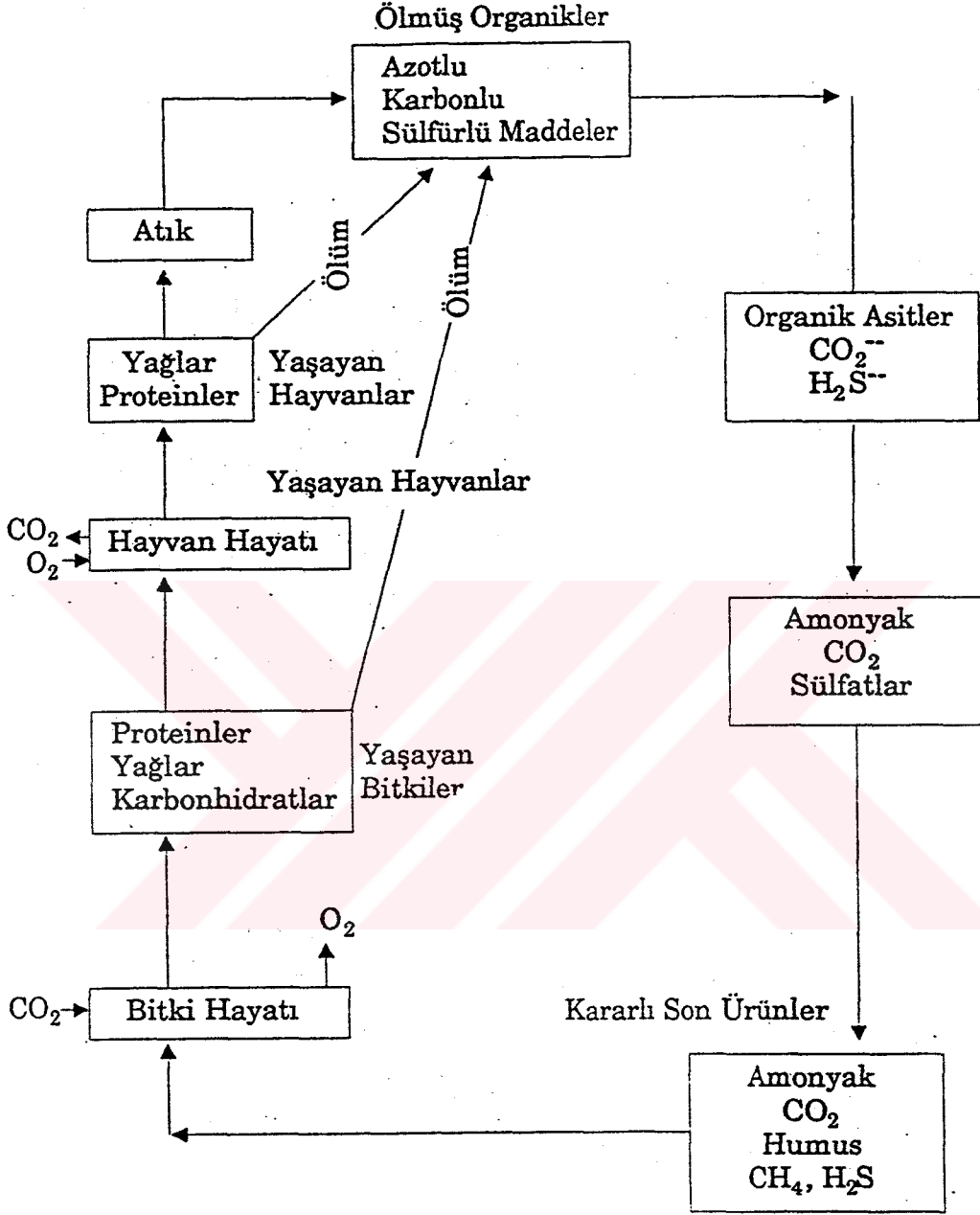


şeklinde yazılabilir. Böyle bir reaksiyonla ortaya çıkan son ürünlerin pek çoğu biyolojik kararsızdır. Mesela CH_4 gazı fiziksel olarak kararlı olmakla beraber biyolojik olarak ayrışabilir. Şekil 7'de oksijensiz ortamdaki ayrışma şematik olarak gösterilmiştir. Çevrimin sol yarısı oksijenli ortamdaki çevrimin aynı parçasına özdeştir.

Biyolojik ayrışma sırasında yüksek enerjili moleküllerden çekilen hidrojen atomları, çeşitli bileşiklere bağlanırlar. Hidrojenleri bağlayan bu tip atomlara "hidrojen kabul eden akseptör" adı verilir. Ortamda oksijen bulunması halinde hidrojen akseptörü oksijendir ve O_2 hidrojeni olarak su yapar. Anaerobik ayrışmada O_2 bulunmadığından O_2 'den sonra hidrojen akseptörü olan azot reaksiyona girer ve hidrojen olarak NH_4 yapar. Ortamda serbest O_2 olmadığından nitrit ve nitrat meydana gelmez. Ortamda azot yoksa daha sonra hidrojen kabul edilen sülfür reaksiyona sonuçta çürük yumurta kokusuna sahip olan H_2S meydana gelir. Organik maddelerin çoğu kere besin değeri yüksek olan azot ve fosfor bileşiklerini beraberinde taşımaları, su çevresinde mikroorganizmaların arzu edilmeyen ölçüde çoğalmalarına sebep olur.



Şekil 6. Oksijenli Ortamda Azot, Karbon ve Sülfür Çevrimi.



Şekil 7. Oksijensiz Ortamda Azot, Karbon ve Sülfür Çevrimi.

1.4.4. Sıcaklık Kirlenmesi

Sıcaklık; bir katalizör, bir hızlandırıcı, bir kısıtlayıcı bir tahrik edici veya bir öldürücü olarak su ortamındaki biyolojik hayatı etkileyebilen en önemli bir parametredir. Su yataklarındaki sıcaklık başta termik elektrik santralleri olmak üzere muhtelif sanayi tesislerinin soğutma sularının deşarjı ile yükselir. Sıcaklığın değişmesi alıcı suyun ekolojisini büyük ölçüde etkiler. Her mikroorganizmanın normal hayat faaliyetlerini sürdürdüğü, gelişme ve büyümesini yapabildiği bir sıcaklık aralığı vardır. Bu alt ve üst eşiklerin aşılması veya çok ani sıcaklık değişmeleri organizmalar için çok tehlikeli olur. Sıcaklık, su ortamındaki tabii süreçlerin en önemli düzenleyicisidir. Organizmaların fizyolojik faaliyetleri ve diğer su özelliklerine karşı tavırları sıcaklığın değişmesinden etkilenir. Su ortamındaki kimyasal reaksiyon hızları, enzimlerle ilgili faaliyetler, moleküllerin hareketi ve canlı organları ile fizyolojik sistemler arasında bulunan membranlardaki moleküller hareketleri sıcaklığın birer fonksiyonudur.

Kimyasal reaksiyon hızları sıcaklıkla değişir ve genel olarak sıcaklıkla artar. Gazların sudaki çözünebilirliği sıcaklıkla değişir. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu organik maddelerin ayrışmasıyla azalır, ayrışma hızı ise sıcaklığın yükselmesi ile artar 30°C'de maksimum olur. Diğer çevre şartlarının uygun olması halinde sıcaklığın artmasıyla bakterilerin çoğalma hızları da artar.

Balıkların ve diğer su canlılarının üreyebilmeleri için kesin sıcaklık sınırları vardır. Larvaların ve genç bireylerin gelişmeleri için bu aralık daha da küçüktür. Çok sıcak sularda balıkların mevcudiyeti, ancak yetişkin bireylerin dışardan göç etmeleriyle mümkündür. Su yatağında sıcaklığın artması çevredeki alg türlerini de değiştirir. Mikroorganizmaların sayıları ve türleri çevre sıcaklığının 32° C'nin üstüne çıkması halinde azalmaya başlar.

Bütün bunların yanında sıcak su deşarjlarının soğuk bölgelerdeki su yatakları için tek faydası, suyun donmasının önlenmesi ve soğuk bölgelerde balık bulunmasına imkân vermiş olmasıdır.

1.4.5. Yağlar

Su yatağında kirlenme meydana getiren yağlar, petrokimya tesisleri ve rafinerilerden veya tanker kazanlarından ileri gelebilir. Su üzerini kaplayan yağlar, su kuşları için çok cazip gelmekte ve yağ üzerine konan kuşların tüyleri yağa batmaktadır. Sonuçta kuşların uçma yeteneği azalmakta, vücuda giren yağ zehirli olmakta veya ışınlama yolu ile vücut ısısı kaybolmakta ve hayvanlar ölmektedir. Bu şekilde yağa bulunmuş kuşların kurtarılması son derece zordur.

Sulardaki yağlı maddelerin su çevresindeki hayata tesirleri şu şekilde özetlenebilir;

1. Serbest yağ ve emülsiyonlar alglerin ve fitoplanktonların üzerine sıvanarak onları tahrip eder.
2. Yağların bir tabaka halinde suyun yüzeyini kaplaması su ortamında havadan oksijen girmesini önler.
3. Yağların bir kısmı doğrudan zehirleyici özelliğe sahiptir (fenoller gibi) ve organizmaları zehirleyerek tahrip eder.
4. Yağlı sularda balıkların solungaçları ve vücutları yağa bulanarak soluk almaları güçleşir ve sonuçta ölüme gidebilir.
5. Böyle sularda yaşayan balık ve midyeler ölmeseler bile yağın kokusunu ve tadını adsorbe ettikleri için etlerinin kalitesi bozulur ve uzun süre yenmeleri mümkün olamaz.

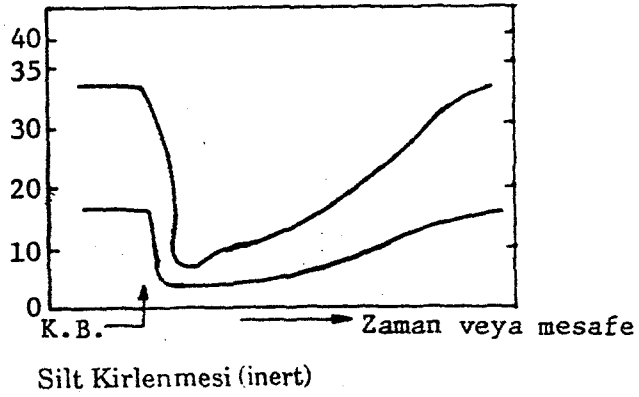
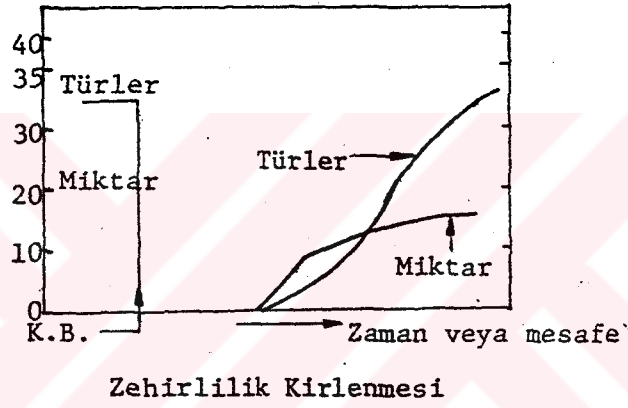
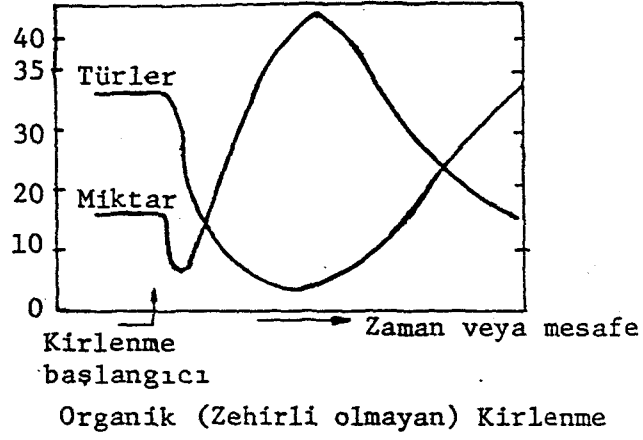
1.4.6. Organizmaların Kirlenme Üzerine Tesiri

Su çevresindeki kirlenmenin organizmalar üzerindeki tesirlerine karşılık, organizmaların da kirlenme üzerine tesirleri vardır. Organik atıklar özellikler besin maddesi sağlayarak, bazı organizmaların kirlenmiş su çevrelerine nazaran çok fazla artmasına sebep olurlar. Bu organik atıklar organizmalar tarafından parçalanarak kararlı bir duruma getirilir. Oldukça verimli bir çamur ortamında çamur mikroorganizmalarının miktarı ıslak ağırlık olarak bir hektarlık çamur yüzeyi başına 10 tonu bulmaktadır ve hergün tonlarca çamur kararlı hale getirilmektedir. Şayet bu tip organizmalar bu organik atıkları parçalayarak kararlı hale getirmeselerdi, su yataklarındaki kirlenme çok daha fazla olacaktır.

1.5. Akarsuların Kirlenmesi

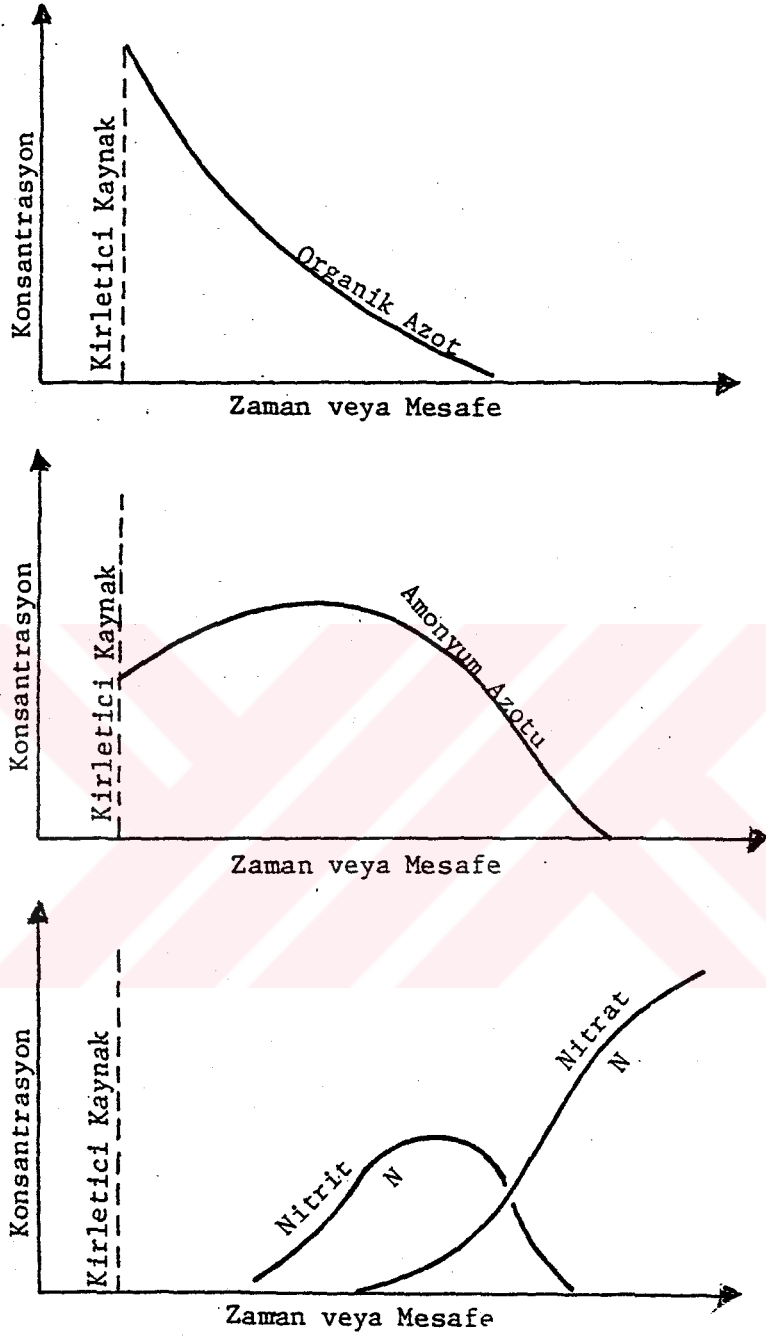
Ham kullanılmış suların doğrudan akarsulara boşaltılması sonucunda, başta yüksek enerji potansiyeline sahip organik maddeler olmak üzere çeşitli kirleticiler bu su çevresine girmiş olur. Boşaltma noktasının mansap tarafında kalan nehir parçasında bir çok değişmemeler meydana gelir. Organik maddelerin ayrışması sırasında ortamdaki mevcut oksijen çok hızlı bir şekilde sarf edilmeye başlar ve çözülmüş oksijen konsantrasyonu azalır.

Kırlmış su yatağındaki biyolojik hayat ve ekolojik sistem değişikliğe uğrar. Çökebilen maddeler, bulanıklık ve düşük çözülmüş oksijen konsantrasyonu, balıkları ve diğer su canlılarının normal yaşama çevresini değiştirir. Çok az balık türü böyle bir ortamda yaşama mücadelesini sürdürebilir. Bu tip balıklar rakipleri kalmadığı için fazla besin maddesi bulduklarından sayılarını artırabilirler. Örneğin; sazan ve pisi balıkları bu tip balıklardır. Bunun tersine alabalıklar çok temiz ve serin su yataklarında yaşayabilirler. Tam türlerde ve türlerdeki bireylerin sayısında kirlenmenin sebep olduğu değişimler Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Kirlenmenin Canlılar Üzerine Tesiri.

Daha öncede belirtildiği gibi azot bileşikleri bir kirlenme indikatörü olarak kullanılabilir. Azot bileşenleri arasındaki değişim Şekil 9'da görüldüğü gibidir.

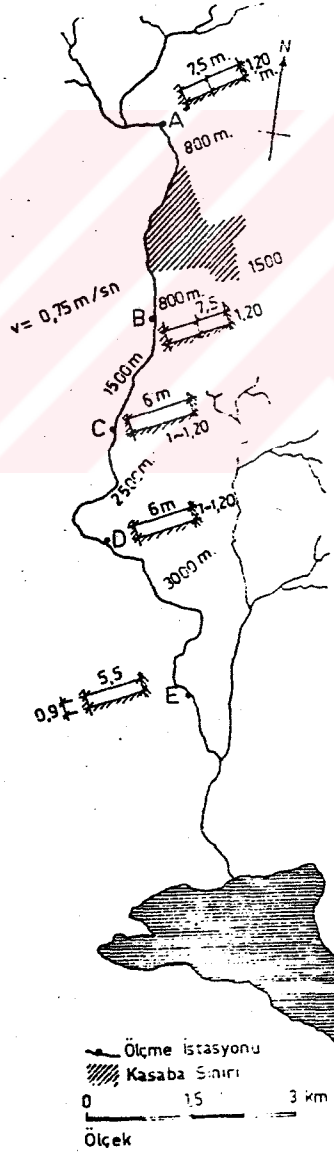


Şekil 9. Azot Bileşiklerinin Değişimi.

Gerek aerobik ve gerekse anaerobik ortamda organik azot, amonyum azotuna dönüşür. Bunun sonucu organik azot azalırken amonyum azotu artmaktadır. Daha sonra nitriti ve son ürün olarak da nitrat meydana gelir. Nitrit konsantrasyonu bir miktar arttıktan sonra tekrar azalır ve nitrata dönüşerek nitrat konsantrasyonunu sürekli olarak artırır.

1.5.1. Bir Şehrin Akarsuya Etkisi

Şekil 10'da gösterilen akarsu 15 km uzunluğunda olup bir göle dökülmektedir. Bu akarsuyun kenarında bulunan 15000 nüfuslu bir kasaba kullanılmış suların hiç bir arıtmaya tabi tutulmaksızın nehre verilmektedir. Bu deşarjların akarsudaki tesirlerini ölçmek için 5 adet ölçme istasyonu seçilmiştir. A istasyonu kasabasının 800 m yukarısındadır. Bu kısımda nehir genişliği 7.5 m, derinliği ise 1.20 m'dir. B istasyonu kasabanın mansap yönünde 800 m aşağısında seçilmiştir. C istasyonu B'den 1.5 km daha aşağıda olup nehir karakteristikleri A ile aynıdır. D ise C den 2.5 km daha aşağıda yer almaktadır. C ve D kesitlerinde nehir genişliği 6 m derinlik ise 1-1.20 m'dir. E istasyonu ile D arası 3 km'dir. E kesitinde akarsuyun derinliği 0.9 m genişliği ise 5.15 m dir. Su hızı numune alma istasyonlarında yaklaşık 0.75 m/sn dir. Şekilde gösterilen istasyonlarda yapılan ölçme sonuçları Tablo 2 ve Tablo 3'de gösterilmiştir (3).



ekil 10. Bir Şehrin Akarsuya Etkisi.

Tablo 2. Taban Faunası (1/m²).

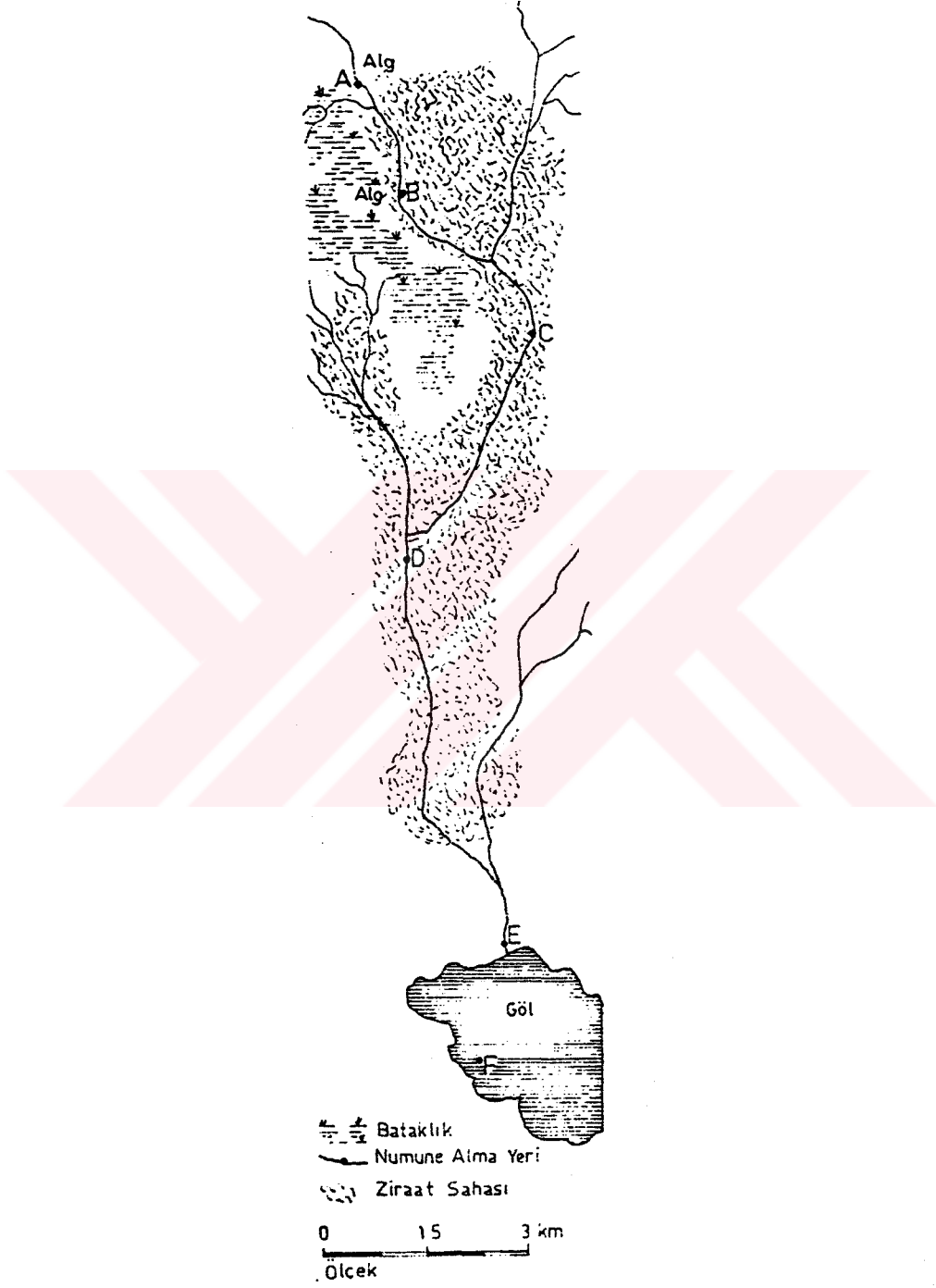
Organizmanın Türü	A	B	C	D	E
Mayıs Böceği (Yavru)	200	40	280	150	230
Kaya Sineği (Yavru)	120	30	50	100	140
Dört Kanat (Yavru)	150	0	10	60	180
Asellüs	70	50	60	80	70
Chironomus	20	260	240	210	60
Tubifex	10	370	360	240	80

Tablo 3. Kimyasal Özellikler.

Parametreler	A	B	C	D	E
Askıdaki Maddeler (mg/L)	10	19	17	14	12
Fosfat (mg/L)	0.37	0.75	0.61	0.43	0.41
BOİ (mg/L)	1.8	3.2	3.1	2.6	2.1
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	6.5	2.1	2.2	3.4	4.9
Azot (mg/L)	0.22	2.13	1.27	1.02	0.59
Koliform / 100 mL	0	180	170	121	87

1.5.2. Tarım Sahalarının Akarsulara Etkisi

Şekil 11'de gösterilen akarsu geniş bir tarım sahasından geçirmektedir. Bu tarım sahasının nehir üzerindeki tesirlerinin belirlenmesi için beş tane ölçme istasyonu seçilmiştir. Numune alma yerlerinde nehir karakteristikleri Tablo 4'de, her istasyonda ölçülen kimyasal ve biyolojik özellikler Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.



Şekil 11. Tarım Alanlarının Akarsulara Etkisi.

Tablo 4. Nehrin karakteristikleri.

Büyükük	A	B	C	D	E	F
Genişlik (m)	4.5	6	3.5	3.5	4.5	-
Derinlik (m)	0.6	0.75	0.6	0.6	0.75	3.5
Su hızı (m/sn)	0.90	0.45	0.6	0.6	2.1	-

Tablo 5. Kimyasal Özellikler.

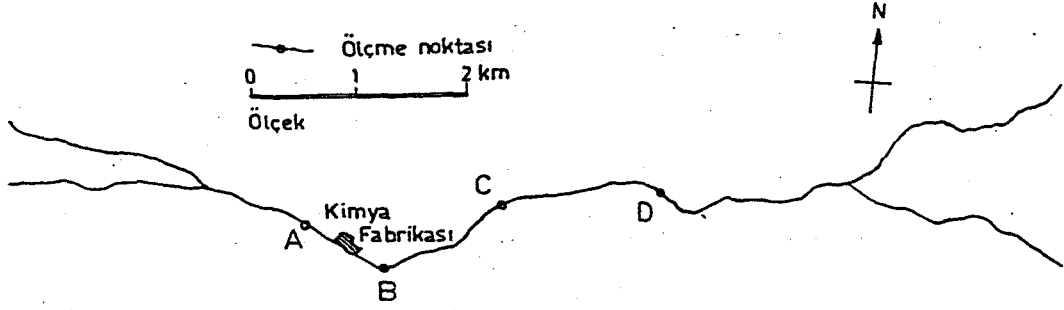
Parametreler	A	B	C	D	E	F
Askıdaki Maddeler (mg/L)	22	28	36	61	62	21
Fosfat (mg/L)	0.04	0.09	0.16	0.75	1.1	2.9
BOİ (mg/L)	1.8	2.2	2	1.8	1.9	2.8
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	6.5	6.3	6.1	6.6	6.2	5.7
Azot (mg/L)	0.22	0.61	0.83	1.01	1.73	1.21

Tablo 6. Taban Faunası (1/m²).

Organizmanın Türü	A	B	C	D	E	F
Mayıs Böceği (Yavru)	160	120	130	70	10	0
Kaya Sineği (Yavru)	90	80	60	20	0	0
Dört Kanat (Yavru)	130	110	70	10	40	10
Asellüs	20	0	10	10	20	10
Chironomus	10	0	20	50	170	150
Tubifex	0	0	10	40	150	210

1.5.3. Kimya Endüstrisinin Akarsuya Etkisi

Şekil 12'de gösterilen akarsu bir kimya fabrikasının yanından geçmektedir. Kimya fabrikasının tesirini belirlemek için dört ölçme yeri seçilerek kimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır. Bütün ölçme noktalarında, su hızı 0.30-0.50 m/sn, nehir genişliği 0.75m su derinliği ise 0.90-1.20 m'dir. Taban Fauası ile ilgili ölçüm neticeleri Tablo 7'de gösterilmiştir.



Şekil 12. Kimya Fabrikasının Akarsuya Etkisi.

Tablo 7. Taban Faunası (1/m²).

Organizmanın Türü	A	B	C	D
Mayıs Böceği (Yavru)	140	0	20	110
Dört Kanat (Yavru)	70	0	10	80
Kaya Sineği (Yavru)	50	0	0	10
Chironomus	10	690	540	140
Tubifex	0	80	650	200
Yusufcuk (Yavru)	40	0	0	10

1.5.4. Kirlenmiş Akarsularda Oksijen Dengesi

Akarsuya kullanılmış sularda birlikte giren organik kirlenmelerin ayrışmaları sırasında ortamdaki çözünmüş oksijen kullanılırken, bir taraftan da atmosferden oksijen kazanılır. Belirli bir kirlenme yükünün su yatağındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonuna tesiri matematik olarak ifade edilebilir. Belirli bir anda belirli bir akarsu parçası için oksijen dengesi yazılabilir.

Bu denge:

- Mikroorganizmaların sarfettiği oksijen ile
- Atmosferden temin edilen oksijen arasında kurulabilir.

Mikroorganizmaların oksijen kullanma hızı;

$$\text{Oksijen sarf hızı} = K_1 \times (L_0 - y)$$

(1.5)

denklemleri ile ifade edilebilir.

Burada L_0 , organik maddelerin ayrışması için gerekli toplam oksijen (mg/L) (başlangıçtaki biyokimyasal oksijen ihtiyacı);

y , herhangi bir anına kadar sarf edilen oksijen (mg/L);

K_2 , belirli bir kirletici için sabit kabul edilebilen oksijen sarf sabiti (1/gün)

dır. (2,5) denkleminde dikkat edildiği zaman oksijen sarf hızının ortamdaki organik madde yükü ile arttığı sarf edilen oksijen miktarı ile de azaldığı görülen organik maddelerin ayrıştıkça ($L_0 - y$) farkı küçülür ve oksijen sarf hızı da düşer.

$$\text{Oksijen temin hızı} = K_2 (\text{ÇON}) \quad (1.6)$$

şeklinde ifade edilir. Burada ÇON, t zamanındaki oksijen noksanlığını göstermektedir. Oksijen noksanlığı suda mevcut şartlarda bulunabilecek maksimum oksijen konsantrasyonu (buna doygunluk değeri adı verilir) ile o anda suda bulunan oksijen konsantrasyonu arasındaki farktır. K_2 , atmosferden oksijen kazanma sabitidir. (1/gün) Bir nehir parçası için sabit kabul edilebilirse de derinlik ve su hızı ile büyük ölçüde değişir.

Sudaki organik maddelerin oksijen tüketimi ile atmosferden oksijen temininden başka akarsulardaki oksijen dengesine tesir edebilecek diğer olaylar aşağıda sıralanmıştır.

1. Adsorpsiyon ve çökeltme ile BOİ'deki azalma
2. Yan kollarda BOİ değeri yükselen maddelerin nehre girmesi
3. Taban organizmaları tarafından oksijen sarfetmesi
4. Planktonların fotosentez yoluyla oksijen kazanması
5. Planktonların solunum yolu ile oksijen tüketmesi.

1.6. Su Kalitesi

Herhangi bir su kaynağının potansiyeli, başka bir deyişle, çeşitli amaçlar için "kullanılabilir su miktarı" araştırılırken 1970'li yıllara kadar doğrudan ve kaynağı niceliği ile ilgili bilgi ve verilere başvurulmakta idi. Ancak son yıllarda önemli boyutlara varan çevre kirliliği olgusu, kaynak kullanımının sadece nicelik değil su kaynağının niteliği ile sınırlandırıldığı gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla, "yararlanılabilir su potansiyeli" sözcüğü günümüzde suyun miktarı ile birlikte kalitesini de ifade eder hale gelmiştir. Su kaynaklarından azami ölçüde yararlanma çabası içinde olan ülkemizde de bu açıdan, suyun niceliğinin yanında niteliğinin bilinmesi ve gözlenmesi zorunludur.

Özetle açıklanacak olursa, su kalitesinin gözlenmesine aşağıdaki nedenlerle ihtiyaç vardır:

- Su kalitesinin ani veya sürekli değişimlerinin izlenebilmesi;

- Bu değişmelere neden olan doğal ve insan müdahalesine dayanan etkenlerinin bilinmesi;
- Su kirliliğinin kontrolü için alınan önlemlerin etkinlik derecelerinin belirlenmesi;
- Su kirliliği kontrol önlemlerinin güçlendirilebilmesi için suyun niteliğinin öngörülen standartlara uygunluğunun araştırılması;
- Gelişim planlarının çevreye etkilerinin değerlendirilmesi;
- Su kalitesinin modellenmesi.

Bu çalışmada ölçülen parametreler aşağıda açıklanmıştır.

1.6.1. Sıcaklık

İçme ve kullanma suyu olarak kullanılan sulardaki istenilen sıcaklıklar 2-12°C arasında değişmektedir. Bu değerlerin üstündeki sıcaklıklarda oksijenin çözünebilirliğinin azalması nedeniyle tad bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca 32°C'den yukarı sıcaklıklardaki suların tüketime verilmesi çoğunlukla arzu edilmemektedir. Çeşitli Avrupa ülkelerindeki ham su sıcaklık değerleri 12-25°C arasındadır (1, 5, 8, 9).

1.6.2. pH

pH değeri su içindeki H⁺ iyonlarının konsantrasyonunun bir ifadesi olup suyun asidik veya bazik olduğunu gösterir. Tabii sularda pH değeri genellikle CO₂ dengesine bağlıdır ve 6.7 ile 8.5 arasındadır. Damıtık suyun suyun pH değeri ise 6.5 veya daha düşük olabilir. Bunun nedeni su içinde çözünmüş halde bulunan CO₂ dir (4, 6).

pH değerinin esas önemi içme ve kullanma suyu temini için ham suyun artırılmasında ortaya çıkar. Ham suyun bulanıklılığının giderilmesi için uygulanan koagülasyonda kullanılan koagülan maddelerin sarfiyatında tasarruf sağlamak için ham suyun pH değerlerinin belirli sınırlarda tutulması gerekmektedir. Yüksek pH değerlerinde (pH>8.5) demir tuzları, düşük pH değerlerinde (6.0 < pH < 7.0) ise alüminyum sülfat koagülan madde olarak en çok kullanılan kimyasaldır. Ayrıca pH değerinin kontrolü ile diğer bazı faydalar da sağlanmaktadır. Şöyleki;

- Çökeltme işlemi için suya katılan koagülan madde olan alüminyum sülfatın bir kısmının filtrelerden geçerek daha sonra şebekede birikmesine engel olmak,
- Metalik parçaların korrozyonuna ve betonun parçalanmasına mani olmak,
- Ham su içinde hayvani ve bitkisel canlıların uygun yaşama ortamını bozarak muhtemel bir organik çoğalmayı önlemek,
- Çökeltme işlemindeki flokülasyonun daha iyi olmasını temin ederek durultucu havuzların içinde tasarruf sağlayabilmek,

- Suyun klor ile dezenfeksiyonunda verimi arttırarak klor sarfiyatında tasarruf sağlamak (5).

Bu belirtilen maksatlar için uluslararası ve TS 266 standartlarında müsaade edilebilir pH aralığı 6.5 ile 8.5 değerleri arasındadır (6).

1.6.3. Amonyak, Nitrit, Nitrat

İçme ve kullanma suyu temini maksadıyla kullanılan ham su kaynağında azotlu bileşiklerin bulunması çevredeki pis sulardan dolayı bir kirlenmenin ve organik maddelerin varlığının bir belirtisidir. Suda amonyak azotunun bulunması suyun yeni kirlenmiş olduğunu gösterir. Daha sonra bu amonyak azotu, sudaki mevcut bakteriler sayesinde okside olarak önce nitrite daha sonra da nitrata dönüşür. Ayrıca suda bu bileşiklerin bulunmasına ham suyun geliş sahası içindeki tarlalarda bu maddeleri içeren maddeler ile bir ilaçlama veya gübrelemenin yapılmış olması da sebebiyet verebilir (7).

Azotlu bileşikler, su içindeki bazı bakteri ve mikroorganizmalara bir besin kaynağı teşkil etmekte olup bu tür canlıların çoğalmasına sebep olmaktadır. Bunların sonucu, Bu suların geçtiği yerlerde mavi-yeşil alg yosunlarının teşekkülüne neden olmaktadır. Bu tür bileşikler toplum ve halk sağlığı açısından oldukça zararlı olup, özellikle nitrat azotu yüksek sular, ergin çocuklarda ve bebeklerde kanlarındaki oksijen ile birleşerek yeni bileşikler meydana getirirler ve bir kan hastalığı olan methemoglobinemiya'ya (mavi hastalık) sebep olurlar. Bu nedenle artılmış sulara nitrit ve nitrat bileşiklerinin bulunması arzu edilmez. Bu maksatla, Avrupa İçmesuyu Standartlarında amonyak ve nitrat iyonu için tavsiye edilen değerler sırasıyla 0.5 ve 50 mg/L dir. TS 266'da ise amonyak için bir değer olmayıp nitrat iyonu için bu değer 45 mg/L dir. Nitrit için ise hiçbir standartta bir değer verilmemiştir (6, 8, 9, 10, 11).

1.6.4. Fosfat

Su içerisindeki fosfatlar da, aynı nitrit ve nitrat gibi bakteriler ve mikroorganizmalar için bir besin kaynağı teşkil etmekte olup, artılmış su içerisinde bulunması arzu edilmez. Avrupa İçmesuyu Standartlarına göre toplam fosfat fosforu için maksimum müsaade edilen değer 0.3 mg/L dir. Bu değer üzerindeki konsantrasyonların giderilmesi için koagülasyon işlemi uygulamak gerekir (10, 11, 12).

1.6.5. Sülfat

Sülfat anyonlarının su içinde fazla miktarlarda bulunması suda toksik karakterli bazı minerallerin bulunduğunu gösterir. Su içindeki sülfat fazlalığı insanda normal olmayan

durgunluk tesiri yapar. Ayrıca, Suda tad bozulmalarına sebebiyet verdiği gibi yüksek konsantrasyonlarda da korrozif etki yapar. Bu nedenle içme ve kullanma suyu içerisindeki sülfat konsantrasyonu sınırlandırılmıştır. Uluslararası Standartlara göre tavsiye edilen minimum sülfat konsantrasyonu 200 mg/L, maksimum değer ise 400 mg/L dir. Avrupa Standartlarında bu değerler 150 mg/L ile 250 mg/L dir (10, 11, 12).

1.6.6. Serbest Klor

İçme suyu arıtıldıktan sonra emniyet düşüncesiyle dezenfeksiyon gerekmektedir. Klor ile dezenfeksiyon sonucunda su içinde kalan serbest bağlı klor miktarı 0.5 mg/L'yi geçmemelidir (6, 13).

1.6.7. Bakır

Tabii olarak sularda bakıra pek rastlanmaz. Ancak göletler, barajlar ve su depolarında alg yosunlarının üremesine karşı kullanılan bakır sülfat çözeltilerinden veya bakır boruların korrozyona maruz kalmasından su içerisine bakır taşınır. Çoğunlukla bakır bileşikler suda kolaylıkla çözünerek korrozyona sebep olurlar. Büyük konsantrasyonlarda ağızdan alınırsa mide hastalıklarına ve bağırsak rahatsızlıklarına neden olur. Uluslararası Standartlara göre tavsiye edilen maksimum bakır miktarı 0.05 ve 1.5 mg/L olup TS 266'da bu değerler 1.0 ve 1.5 mg/L'dir (6, 11, 13).

1.6.8. Kurşun

Tabii olarak sularda kurşuna rastlanmaz. Ancak su içine sanayi artıklarının karışmasından veya korrozif bir suyun kurşun borulardan geçirilmesiyle su içinde kurşun bulunur. Çünkü düşük pH, sertlik ve alkalilikteki sularda daha rahat çözünebilmektedir. Kurşun birikmesi vücutta toksik bir etki yaparak kabızlık, anemi, bağırsak ağrıları ve geçici felçliğe sebep olmaktadır. Bu nedenle kurşun su içinde çok az veya hiç bulunmaması arzu edilir. Uluslararası Standartlara göre tavsiye edilen maksimum kurşun değeri 0.1 mg/L olup bu değerler TS 266'da 0.05 mg/L'dir (6, 9, 11, 13).

1.6.9. Civa

Bazı yüzeysel sularda elementel halde bulunur. Kimyasal olarak inert olup suda çözünmez. Kırletici rol oynamamakla beraber çok zehirli olduğu için içme ve kullanma sularında bulunmasına mücadele edilmez. Uluslararası Standartlara göre maksimum mücadele edilen civa miktarı 0.001 mg/L'dir (6, 9, 11, 13).

1.6.10. Arsenik

Kuvvetli bir zehir olan arsenik, endüstri atıklarından veya bahçelerde bitkilere zarar veren haşaratların öldürülmesinde kullanılan kurşun arsenatın suya karışmasıyla su içinde bulunur. Vücutta bulunması halinde deri kanserine sebep olmaktadır. Uluslararası Standartlara göre ve TS 266'ya göre üst sınırı 0.05 mg/L'dir (6, 9, 11, 13).



2. DENEYSEL KISIM

2.1. Su Numunelerinin Alınışı

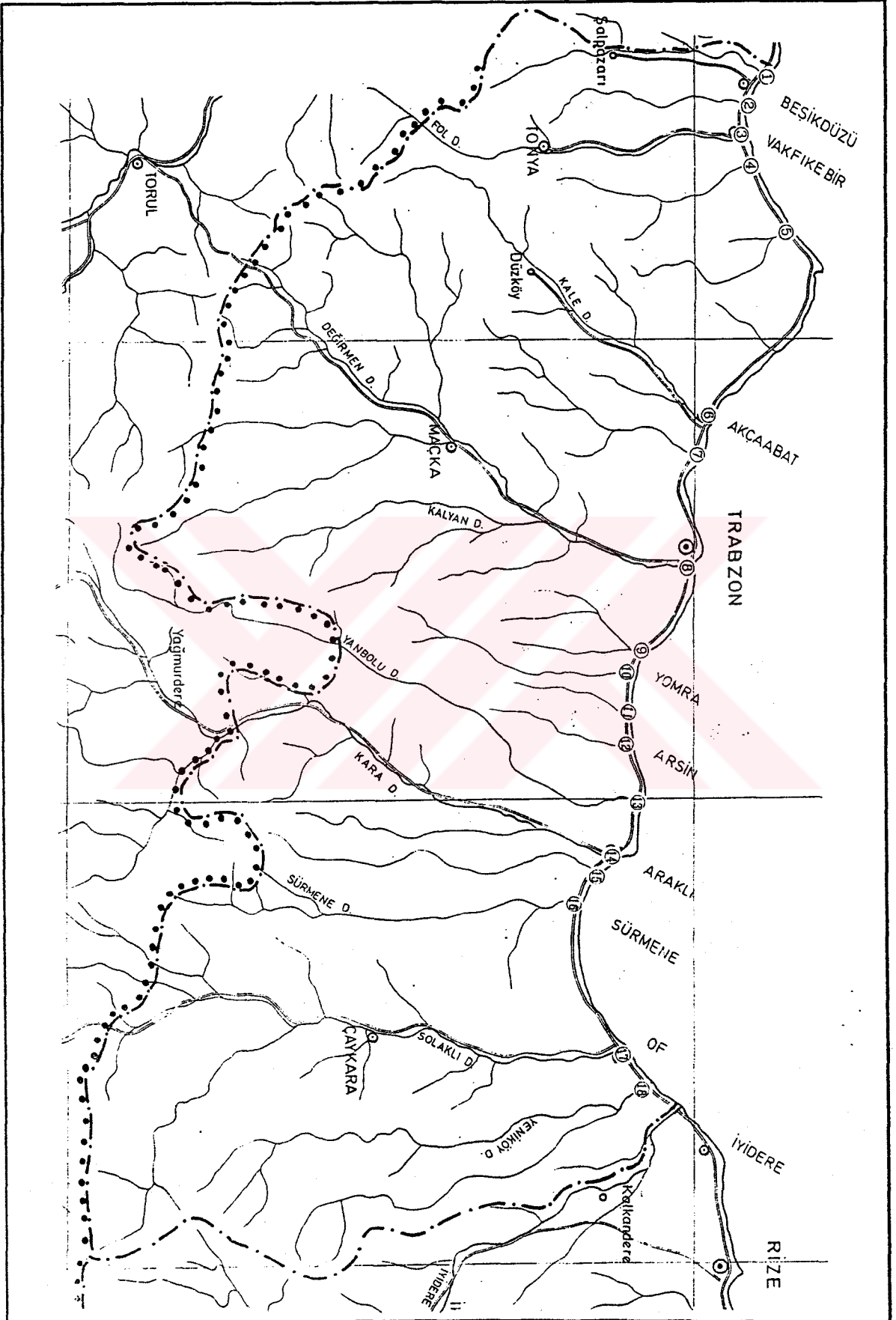
Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizinde güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi için uygulanan analiz tekniği kadar, su örneklerinin uygun yöntem ve özenle alınması da gerekmektedir.

Numune miktarı fiziksel ve kimyasal analizler için 2-3 L dir. Aynı numuneyi kimyasal mikrobiyolojik ve mikroskopik tayinler için kullanmamak gerekir. Çünkü bu tayinler için numune alma ve taşıma yöntemleri farklıdır.

Numune alındıktan sonra en kısa süre içinde analizi yapılmalıdır. Bazı parametreler için arazide ve yerinde analiz yapmak gerekir. Numunenin alınması ve analizin yapılması arasında ne kadar süre geçmesine müsaade edilebileceği numunenin karakterine, yapılacak analizlere ve saklama koşullarına bağlıdır. Mikroorganizmaların çoğalma nedeniyle, alınan su numunelerinin soğukta ve karanlıkta saklanmasıyla bu çoğalma büyük ölçüde geciktirilir (9). Numunenin bekletilmesi sırasında fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler meydana gelir. Koruma teknikleri numune kaynaktan uzaklaştıktan sonra doğal olarak devam eden kimyasal ve biyolojik değişmeleri sadece geciktirilir. Numunelerin tam olarak korunması güçtür.

Numuneler renksiz, kokusuz ve kimyasal olarak temiz camdan yapılmış şişelere alınmalıdır. Ancak bazı elementlerin analizi için polietilen şişelere alınması önerilir. Numune alma şişeleri, numune su ile üzerinde hava kalmayacak şekilde doldurulmalı ve ağızları sağlam bir şekilde kapatılmalıdır. Ayrıca şişeler numune almadan önce, numune alınacak su ile en az üç defa çalkalanmalıdır (9).

Bizim yapmış olduğumuz denemelerde kullanılan numuneler KTÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Yüksek Lisans Laboratuvarında ve Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü'nde seri olarak analize tabi tutulmuştur. Numune alma istasyonları Şekil 13'de gösterilmiştir.



Şekil 13. Numune Alma İstasyonları

2.2. Örnek Alınan Dereler

1. Ağsar deresi
2. Çamlık deresi
3. Fol deresi
4. Yalıköy deresi
5. İskefiye deresi
6. Söğütlü deresi
7. Yıldızlı deresi
8. Değirmendere
9. Yomra deresi
10. Harmanlı deresi
11. Arsin deresi
12. Falkoz deresi
13. Yanbolu deresi
14. Kara dere
15. Küçük dere
16. Sürmene deresi
17. Solaklı deresi
18. Baltacı deresi

2.3. Yapılan Analizler

2.3.1. Sıcaklık Tayini

Endüstriyel sularda sıcaklık tayini pek istenmez. İçme sularında ise sıcaklık 6-12 °C arasında olması gerekmektedir. Kaynak sularında sıcaklık mevsimlere göre değişmektedir. Eğer sıcaklıklar değişiyorsa başka suların karışma olasılığı vardır.

Numune alınma sırasında DIGI SENSE Digital pH/Temperature elektronik pH/sıcaklık ölçer kullanıldı ve havanın o andaki sıcaklığı da kaydedildi. Sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

2.3.2. pH Tayini

Sudaki pH tayini örneğin alındığı yerde yapılmalıdır. Eğer örnek laboratuara gönderilmiş ise ilk önce yapılacak tayin pH olmalıdır. Çünkü suda oksitlenme, hidroliz, çözülmüş gazların kaybı ve laboratuvar havasının absorpsiyonuyla pH değişebilir. Tayinler DIGI SENSE Digital pH/Temperature cihazı kullanılarak yapılmıştır.

pH ölçümü yapılmadan önce cihaz, örnek sıcaklığındaki pH'ı bilinen tampon çözeltiyle ayarlanmalıdır. pH metrenin elektrodu saf su ile yıkanıp, bir behere konmuş olan örneğe batırılır ve pH değeri sabit değere gelince okunur.

2.3.3. Nitrat Tayini

Çalışmamızda aşağıdaki reaktifler kullanılmıştır.

Susuz KNO_3 ;

Bunun için KNO_3 etüvde $105^\circ C$ 'de 24 saat kurutulmuştur.

Stok nitrat çözeltisi;

$105^\circ C$ 'de kurutulmuş KNO_3 'tan 0.7218 g alınarak 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Çözeltinin uzun süre muhafazası için üzerine 2 mL $CHCl_3$ ilave edilmiştir.

Standart nitrat çözeltisi;

Stok nitrat 10 mL alınıp 100 mL'ya tamamlanarak hazırlanmıştır.

Analiz Yöntemi:

Standart eğrisini çizmek için 1, 2, 4, 6 ppm'lik standartlar hazırlanmış, üzerlerine standart nitrat çözeltisi ilave edilmiştir. Çözeltiler spektrofotometrede 220 ve 275 nm'de okunarak eğri çizilmiştir. Aynı işlem numuneler üzerine uygulanarak konsantrasyon değerleri bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

2.3.4. Nitrit Tayini

Kullanılan reaktifler:

Nitrit reaktifi,

Asetik asit çözeltisi (1:1),

Analiz Yöntemi:

0.5 g nitrit reaktifi kapaklı bir erlene konularak üzerine 5 mL asetik asit çözeltisi ilave edildi. Sonra 50 mL numune ilave edilerek iyice karıştırılır. Karanlıkta 30 dakika bekletilir. Aynı yöntemle, saf su karıştırma (şahit) çözeltisi hazırlanır. Şahite karşı numunenin absorban değeri 530 nm'de ölçüldü. Sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

2.3.5. Sülfat Tayini

Kullanılan reaktifler:

Özel çözelti;

75 g NaCl 300 mL destile suda çözülerek 30 mL HCl ve 100 mL %95'lik etil alkol ilave edilmiştir. Daha sonra 50 mL gliserin ilave edilerek iyice karıştırılmıştır.

Standart sülfat çözeltisi;

0.1479 g susuz sodyum sülfat destile suda çözülerek 100 mL'ye tamamlanmıştır.

Kristal Baryum klorür,

Analiz yöntemi;

Numunelerden, 20'şer mL alınarak içine 0.1 g kristal BaCl₂ konulmuştur. Çözeltiye 1 mL özel çözelti ilave edilerek manyetik karıştırıcı ile 1 dakika civarında karıştırıldıktan hemen sonra türbidimetrede 420 nm'de ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

2.3.6. Fosfat Tayini (SnCl₂ Metodu)

Analiz için kullanılan reaktifler;

Çözelti karışımı;

0.13 g potasyum amonyum tartarat ½ hidrat 800 mL suda çözülmüş, üzerine 5.6 g amonyum molibdat ve 70 mL derişik sülfürik asit katılarak hazırlanmıştır.

Birleşik reaktif çözeltisi;

0.5 g askorbik asit 100 mL çözelti karışımında çözülerek hazırlanmıştır.

Stok fosfor çözeltisi;

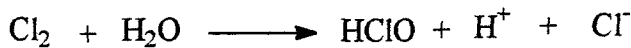
105 °C de 1 saat kurutulmuş Na₂HPO₄ den 0.4583 g alınmış ve 100 mL suda çözülerek hazırlanmıştır.

Analiz yöntemi;

Kör ve 1,2,4,8 ppm'lik çözeltiler hazırlanarak herbirinden 50'şer mL alınıp üzerine 2 mL birleşik reaktif çözeltisi ilave edilerek renk oluşumu için 10 dakika beklenmiştir. Daha sonra spektrofotometrede 880 nm de ölçülerek standart eğrisi çizilmiştir. Aynı işlemler diğer numuneler üzerine de uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

2.3.7. Serbest Klor Tayini

Klor, suda serbest ya da bağlı klor halinde bulunur hemen hidrolize olur. Bu reaksiyon gereği suyun pH değerini bir miktar düşürür, alkaliliğini azaltır.



Serbest klor, suyun pH'ı ile ilgili olarak hipoklorit ve hipoklorik asit ihtiva eder. Bağlı klor da yine suyun pH'sı ile ilgili olarak kloramin türevlerini (monokloramin -NH₂-Cl; dikloramin NHCl₂ ve trikloramin NCl₃) ve diğer türevlerini kapsar ve sonuçlar mg/L (Cl₂) olarak verilir. Deneylede Palintest-Comparator ve 0.1-1.0 mg/L, 0.5-5.0 mg/L'lik renk

diskleri kullanılarak ortotolidin ile hidrolize klorun yükseltgenerek sarı-kahverengi kompleksler vermesi esasına göre renk yoğunluğundan Cl_2 miktarları tayin edildi. Sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

2.3.8. Cu, Pb, Hg, As Tayinleri

Ağır metal tayinleri için örnekler temiz polietilen kaplarda $pH \leq 2$ de saklanmış ve GBC 905 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında tayin edilmişlerdir.

Tayin metalleri genellikle çözünmüş olarak bulunur ve birçok durumda bir ön muameleye gerek kalmadan doğrudan doğruya analiz yapılabilecek durumdadırlar. Ancak bu elementlerin konsantrasyonları oldukça düşük olduğundan doğrudan tayin edilemezler. Bu eser elementlerden bakır ve kurşun grafit fırın tekniği kullanılarak, civa ve arsenik ise hidrür tekniği kullanılarak tayin edilmiştir. APDC-MIBK ekstraksiyon sistemleri kullanılarak ön zenginleştirme yöntemi kullanılmıştır. Arkasından grafit fırın tekniği kullanılarak konsantrasyonları ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 9'da mg/mL (ppb) olarak verilmiştir.

3. BULGULAR

1995 yılın Aralık ayında Trabzon ili dahilinde 18 derenin mansap noktasından alınan örneklerde yapılan analizlerin sonuçları Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Analiz Sonuçları.

Dere Adı	Sıcaklık °C	pH	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Serbest Cl (mg/L)
Ağasar deresi	5	7.64	2.9	0.007	0.51	15.0	2.59
Çamlık deresi	5.5	8.14	2.8	0.002	0.29	9.0	0.51
Fol deresi	4.9	8.22	4.1	0.010	0.75	26.0	2.75
Yalıköy deresi	6.5	7.46	3.8	0.006	0.44	21.0	2.44
İskefiye deresi	7.7	7.85	2.0	0.008	0.55	18.0	0.55
Söğütlü deresi	4.5	8.38	1.9	0.009	1.08	33.0	1.8
Yıldızlı deresi	6.4	7.91	3.0	0.006	1.75	21.0	0.43
Değirmendere	9.5	8.24	3.1	0.012	2.12	35.0	2.75
Yomra deresi	6.3	7.73	3.0	0.004	0.95	10.0	0.95
Harmanlı deresi	8.6	5.57	2.4	0.003	1.75	29.0	2.75
Arsin deresi	6.3	7.52	2.3	0.003	0.42	27.0	0.42
Falkoz deresi	8.2	7.02	3.1	0.008	1.34	10.0	2.34
Yanbolu deresi	7.8	7.54	1.9	0.005	1.45	9.0	2.45
Karadere	7.4	7.76	2.2	0.011	1.69	12.0	2.69
Küçük dere	8.5	7.59	2.0	0.004	0.85	9.0	0.85
Sürmene deresi	7.3	7.00	1.6	0.003	1.37	14.0	2.37
Solaklı deresi	7.5	7.75	2.5	0.003	0.60	9.0	0.69
Baltacı deresi	8.7	7.07	1.8	0.004	1.75	10.0	2.75

Tablo 9. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Ağır Metal Analiz Sonuçları.

Dere Adı	Cu (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	As (µg/L)
Ağasar deresi	3.974	1.372	0.062	0.092
Çamlık deresi	1.055	1.290	0.024	0.016
Fol deresi	2.939	1.138	0.421	0.134
Yalıköy deresi	2.240	2.450	0.034	0.079
İskefiye deresi	1.692	1.225	0.254	0.062
Söğütlü deresi	1.953	1.492	0.847	0.124
Yıldızlı deresi	1.286	1.122	0.045	0.042
Değirmendere	5.666	4.079	1.986	0.244
Yomra deresi	1.464	1.393	0.021	0.027
Harmanlı deresi	3.855	0.867	0.018	0.014
Arsin deresi	3.560	0.964	0.020	0.046
Falkoz deresi	3.012	3.286	0.041	0.065
Yanbolu deresi	2.272	1.312	0.034	0.043
Karadere	3.319	1.907	0.583	0.183
Küçük dere	4.811	1.664	0.036	0.029
Sürmene deresi	1.935	1.508	0.427	0.146
Solaklı deresi	2.498	1.666	0.624	0.245
Baltacı deresi	1.880	1.852	0.010	0.246

Elde edilen analiz sonuçlarına göre:

Sıcaklık değerleri 5°C ile 9.5°C arasında değişmektedir.

pH değerleri 5.57 ile 8.38 arasında değişmektedir.

Nitrat değerleri 1.6 mg/L ile 3.8 mg/L arasında değişmektedir.

Nitrit değerleri 0.003 mg/L ile 0.112 mg/L arasında değişmektedir.

Fosfat değerleri 0.29 mg/L ile 2.12 mg/L arasında değişmektedir.

Sülfat değerleri 9.0 mg/L ile 35 mg/L arasında değişmektedir.

Serbest klor değerleri 0.43 mg/L ile 2.75 mg/L arasında değişmektedir.

Bakır değerleri 1.055 µg/L ile 5.666 µg/L arasında değişmektedir.

Kurşun değerleri 1.122 µg/L ile 4.079 µg/L arasında değişmektedir.

Civa değerleri 0.010 µg/L ile 1.986 µg/L arasında değişmektedir.

Arsenik değerleri 0.016 µg/L ile 0.244 µg/L arasında değişmektedir.

4. TARTIŞMA

Trabzon İli dahilinde Karadeniz'e dökülen akarsulardan "Ekim 1995"te 18 örnekleme noktasından alınan örneklerin analiz sonuçları Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Kıtaıçi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri Tablo 10'da ilgili parametreler için çıkarılmıştır (14).

Tablo 10. Kıtaıçi Yüzey Sularının Sınıflandırılması.

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ N/L)	0.002	0.01	0.05	>0.05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ N/L)	5	10	20	>20
Toplam Fosfat (mg PO ₄ ⁻³ P/L)	0.02	0.16	0.65	>0.65
Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁻² /L)	200	200	400	>400
Serbest klor (µg Cl ₂ /L)	10	10	50	>50
Bakır (µg Cu/L)	20	50	200	>200
Kurşun (µg Pb/L)	10	20	50	>50
Civa (µg Hg/L)	0.1	0.5	2	>2
Arsenik (µg As/L)	20	50	100	>100

Bu analiz sonuçlarına göre derelerin kalite kriterleri Tablo 11 ve Tablo 12'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Bu sınıflandırmaya göre:

Sınıf 1: Yüksek kaliteli su

Sınıf 2: Az kirletilmiş su

Sınıf 3: Kirletilmiş su

Sınıf 4: Çok kirletilmiş su

Tablo 11. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Kalite Kriterlerine Göre Sınıflandırılması.

Dere Adı	Sıcaklık °C	pH	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Serbest Cl (mg/L)
Ağasar deresi	1	1	1	2	3	1	1
Çamlık deresi	1	1	1	1	2	1	1
Fol deresi	1	1	1	3	4	1	1
Yalıköy deresi	1	1	1	2	3	1	1
İskefiye deresi	1	1	1	2	3	1	1
Söğütlü deresi	1	1	1	2	4	1	1
Yıldızlı deresi	1	1	1	4	4	1	1
Değirmendere	1	1	1	4	4	1	1
Yomra deresi	1	1	1	2	4	1	1
Harmanlı deresi	1	1	1	2	4	1	1
Arsin deresi	1	1	1	2	3	1	1
Falkoz deresi	1	1	1	2	4	1	1
Yanbolu deresi	1	1	1	2	4	1	1
Karadere	1	1	1	3	4	1	1
Küçük dere	1	1	1	2	4	1	1
Sürmene deresi	1	1	1	2	4	1	1
Solaklı deresi	1	1	1	2	3	1	1
Baltacı deresi	1	1	1	2	4	1	1

Tablo 12. Trabzon İli Dahilinde 18 Derenin Ağır Metal Kriterlerine Göre Sınıflandırılması.

Dere Adı	Cu ($\mu\text{g/L}$)	Pb ($\mu\text{g/L}$)	Hg ($\mu\text{g/L}$)	As ($\mu\text{g/L}$)
Ağasar deresi	1	1	1	1
Çamlık deresi	1	1	1	1
Fol deresi	1	1	2	1
Yalıköy deresi	1	1	1	1
İskefiye deresi	1	1	2	1
Söğütlü deresi	1	1	3	1
Yıldızlı deresi	1	1	1	1
Değirmendere	1	1	3	1
Yomra deresi	1	1	1	1
Harmanlı deresi	1	1	1	1
Arsin deresi	1	1	1	1
Falkoz deresi	1	1	1	1
Yanbolu deresi	1	1	1	1
Karadere	1	1	3	1
Küçük dere	1	1	1	1
Sürmene deresi	1	1	2	1
Solaklı deresi	1	1	3	1
Baltacı deresi	1	1	1	1

Sıcaklık kriterine göre derelerin 1.sınıf (yüksek kaliteli sular) su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Ancak Değirmendere, Falkoz, Küçükdere ve Baltacı gibi derelerin sıcaklık değerleri diğer derelere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerin daha önce yapılmış araştırmalara göre artış gösterdiği belirlenmiştir (15, 16). Sıcaklık kirlenmesinin nedeni olarak sanayi sularının deşarjı ve artan mikroorganizmaların sayısı ile ilgili olduğu belirlenmiştir (3).

pH kriterine göre derelerin 1.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Ancak Fol Deresi, Söğütlü ve Değirmendere gibi büyük derelerde daha önceki pH ölçümlerine göre

artış gözlenmiştir (17). Bunun nedeni olarak bu derelere bırakılan evsel atıkların, temizlik maddelerinin ve sanayi atıklarının neden olduğu belirlenmiştir. Yalnız Harmanlı deresinde pH'ın düşük olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni ise o yörede bulunan Cam İşleme fabrikasının atıklarını direkt olarak bu dereye akıtması olarak belirlenmiştir.

Nitrat ve Nitrit kriterlerine göre derelerin 2, 3 ve 4.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Bu değerlerin yüksek oluşunun nedeni insan ve hayvan atıklarından ve ayrıca bu yörelerde kullanılan kimyasal gübrelerin olduğu belirlenmiştir. İncelenen derelerin içerisinde Çamlık deresinin nitrat ve nitrit kriterlerine göre 1.sınıf su kaynağı olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni ise bu derenin civarında yerleşimin olmaması olarak belirlenmiştir.

Fasfat kriterine göre derelerin 3 ve 4.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Bütün derelerimizde fasfat değerleri, daha önce yapılan araştırma sonuçlarına göre artış kaydetmiştir. Buna ise, bu derelerin civarlarındaki yerleşim yerlerinin artması ve buna paralel olarak da derelere bırakılan atıkların artışı neden olmaktadır.

Serbest klor kriterine göre derelerin 1.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Ancak Fol Deresi, Karadere, Baltacı ve Değirmendere gibi büyük derelerde serbest klor miktarı daha önceki ölçümlere göre artış göstermiştir (15, 16, 17). Bunun nedeni olarak içme sularının dezenfeksiyonunda kullanılan klorun, evsel atıkların ve temizlik maddelerinin neden olduğu belirlenmiştir.

Civa kriterine göre Fol Deresi, Değirmendere, Söğütlü deresi ve Karadere'nin 2. ve 3. sınıf su kaynakları, diğer derelerin ise 1.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni bu derelere bırakılan evsel ve sanayi atıklarının direkt olarak derelere deşarjıdır.

Bakır kriterine göre derelerin 1.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Ancak Değirmendere ve Küçükdere'den alınan örneklerde bakır değerleri diğer örneklere oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir (16, 17). Buna ise bu derelerde bulunan su depolarında kullanılan $CuSO_4$ 'in neden olduğu belirlenmiştir.

Kurşun ve arsenik kriterine göre derelerin 1.sınıf su kaynakları olduğu belirlenmiştir. Ancak Değirmendere diğer derelerden alınan örneklere göre artış göstermektedir (15, 16). Bu kirliliğe, bu dere civarında bulunan boya tamirhanelerinin atıkları neden olmaktadır.

5. SONUÇLAR

Su kaynakları ve denizlerin yönetim ve kullanımı ile ilgili dünyadaki gelişmeler, Türkiye için de, ulusal ve uluslararası boyutta benzer özellikler göstermektedir. Ülkemizin tatlı su kaynakları sınırlıdır. Yıllık yağış ortalaması 640 mm olan Türkiye'nin toplam kullanılabilir su potansiyeli 110 milyar m³ / yıl civarındadır. Bu miktarların ortalama %16'sı içme ve kullanmada, %72'si tarımsal sulamada, %12'si sanayide tüketilmektedir (15). Bu yüzden su kaynaklarının korunması ve en elverişli bir şekilde kullanımı oldukça önem taşımaktadır. Bu amaçla Trabzon ili dahilinde 18 dere seçilerek alınan örneklerde 11 fiziksel ve kimyasal parametre çalışılarak bir kirlilik haritası ve derelerin kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Araştırılan parametreler açısından daha önce yapılmış araştırmalara göre sürekli bir artış gözlenmektedir. Bu artışlar derelerimizin çevre sağlığını tehdit eder değerde olan III. ve IV. sınıf sular haline gelmesine sebep olduğu için, zaman geçirilmeden önlemlerin alınması gerekmektedir. Alınması gereken önlemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Sanayi kuruluşlarının bir araya toplanması ve merkezi ortak arıtma tesislerinin kurulması,
- Kirlenici niteliği yüksek olan işletmelerin sıkı denetim altına alınması ve bu işletmelere arıtma tesisi zorunluluğu getirilmesi,
- İçme sularında dezenfektan olarak klor kullanımına son verilmesi, bunun yerine ise ozon kullanımına geçilmesi,
- Ayrıca bölgemiz açısından ayrı bir önem taşıyan Karadeniz'in korunması için çalışmalara hız verilmesi, bunun yanında kirlilik izleme ve veri bankalarının oluşturulmasına süratle geçilmelidir.

6. KAYNAKLAR

1. Gültekin, N., Torul, O. ve Serin, S., Endüstriyel Kimya - I Laboratuvar Notları, II.Baskı, K.T.Ü Yayınları, Trabzon, 1986.
2. Yaramaz,Ö., Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1992.
3. Karpuzcu, M., Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Neşriyat, İstanbul, 1994.
4. Gündüz, T., Kalitatif Analiz Ders Kitabı, Bilge Yayıncılık, Ankara, 1989.
5. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İller Bankası Genel Müdürlüğü, Trabzon Kenti İçme Suyu Arıtma Tesisi Proje Raporu, Ankara, 1985.
6. Türk İçme Suyu Standartları, TS.266, Ankara, 1984.
7. Giritlioğlu, T., İçmesuyu Kimyasal Analiz Metodları, İller Bankası Yayınları, 1975.
8. Türker, O. ve Dinçer, S., İçmesuyu Arıtma Tesisleri İşletme ve Bakım Semineri, İller Bankası Genel Müdürlüğü, 1991.
9. Hach Comp., Water Analysis Handbook, Hach Comp., Colorado, 1992.
10. Mutlu, G., İçmesuyu Yönünden Bazı Maddelerin Limit Değerleri, DSİ Teknik Bülteni, Sayı 65, 1988.
11. Welcher, F.J., Standard Methods of Chemical Analysis, Vol.2, Washington, 1975.
12. Rand, M.C., Greenberg, A.E. and Taras, M.J., Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 12.Edition, Washington, 1975.
13. Uslu, O., Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği, İnceleme, (1990) 7-14.
14. Abacıoğlu, M., Çevre Kanunu ve Çevre Sağlığı Mevzuatı, Seçkin Yayınevi, Ankara, 1995.

15. Gündüz, T., Çevre Sorunları, Bilge Yayıncılık, Ankara, 1994.
16. Kanca, M.A., Trabzon İçme Sularında Bazı Kalite Parametrelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 1995.
17. Dayı, A., Değirmendere Havzası Yüzeş Sularında Bazı İnorganik Kimyasal Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 1996.



7. ÖZGEÇMİŞ

Ümit MUTLU 1964 Rusçuk doğumludur. Lise tahsilini Ankara'da tamamladı. 1983 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Eğitimi Kimya Anabilim Dalı'nı kazanarak dört yıllık eğitim süresini tamamlayarak 1987 yılında Trabzon Beşikdüzü Anadolu Kız Öğretmen Lisesi'ne Kimya Öğretmeni olarak atandı. 1992 yılından itibaren Yunus Emre Anadolu Lisesi'nde Kimya Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

