

59242



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Besin Hijyeni ve Teknolojisi
Anabilim Dalı

**İZMİT KÖRFEZ SUYUNUN
KİRLİLİK PARAMETRELERİ ÜZERİNDE
FABRİKA ATIK SULARININ ROLÜ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

RABİA ÇOBAN

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM
DOKÜMANTASYON

Danışman : Doç. Dr. ECE SOYUTEMİZ

BURSA - 1997

İÇİNDEKİLER

1.	TÜRKÇE ÖZET.....	1
2.	GİRİŞ.....	3
2.1.	Atıksu ve kanalizasyon.....	5
2.2.	Atıksuların çevreye etkisi.....	6
2.2.1.	Alıcı ortamın kirlenmesine neden olan kirlenici kaynaklar.....	6
2.2.1.1.	Endüstrilerden atılan atıksular (Endüstriyel atıksular)..	7
2.2.1.2.	Yerleşim alanlarından atılan atıksular (Evsel atıksular).	7
2.2.1.3.	Yerleşim merkezlerinden kaynaklanan yağmur suları...	8
2.2.1.4.	Yaygın kirlenici kaynaklar.....	8
2.2.1.5.	Yağlar ve benzeri maddeler.....	9
2.2.1.6.	Atık ısı.....	9
2.2.2.	Atıksularda kirlenme şekilleri.....	9
2.2.2.1.	Kimyasal kirlenme	9
2.2.2.2.	Fiziksel kirlenme.....	10
2.2.2.3.	Fizyolojik kirlenme.....	10
2.2.2.4.	Biyolojik kirlenme.....	11
2.2.2.5.	Radyoaktif kirlenme.....	11
2.2.3.	Su kirliliğinin etkilenme mekanizması.....	12
2.3.	Su kirliliği standartlarına göre kirlenici parametreler.....	12

2.3.1. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅).....	12
2.3.2. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	14
2.3.3. Askıda katı maddeler (AKM)	15
2.3.4. Yağ ve gres.....	16
2.3.5. pH.....	16
2.3.6. Klorürler.....	17
2.3.7. Alkalinite.....	17
2.3.8. Azot.....	17
2.3.9. Fosfor.....	18
2.3.10.Kükürt.....	18
2.3.11.Zehirli bileşikler.....	19
2.3.12.Ağır metaller.....	19
2.3.13.Gazlar.....	20
2.4. Su kirliliği.....	20
2.4.1. Su kirliliğinin canlılar üzerindeki genel etkileri.....	21
2.4.1.1.Zehirli kirleticilerin etkisi.....	22
2.4.1.2.Silt ve çökebilen katı maddelerin etkisi.....	23
2.4.1.3.Organik maddelerin etkisi.....	24
2.4.1.4.İsı kirlenmesinin etkisi.....	24
2.4.1.5.Yağların etkisi.....	25
2.4.1.6.Besi maddelerinin (Nütrientler) etkisi.....	25
2.4.1.7.Organizmaların kirlenme üzerinde etkileri.....	26
2.4.2. Su kirliliği üzerinde hukuki düzenlemeler.....	28
2.5. İzmit Körfezi'nin konumu ve genel oşinografik özellikleri.....	30

2.6.1.	İzmit Körfezi'ne giren kirletici kaynakların dağılımları.....	33
2.7.	Sanayii kuruluşlarının atıksularının alıcı ortama deşarj standartları...	34
3.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	47
3.1.	Gereç.....	47
3.2.	Yöntem.....	49
3.2.1.	Örnek alınması.....	49
3.2.2.	pH tayini.....	49
3.2.3.	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayini (BOİ ₅).....	49
3.2.4.	Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini (KOİ).....	50
3.2.5.	Yağ ve gres tayini.....	50
3.2.6.	Diğer parametrelerin tayini.....	50
3.2.7.	Atık yükün saptanması.....	50
4.	BULGULAR.....	52
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	60
6.	KAYNAKLAR.....	64
7.	TEŞEKKÜR.....	67
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	68

1.ÖZET

İzmit Körfezinde 1960'lı yıllardan itibaren hızlı sanayileşme ve bunun sonucu olarak da yoğun kentleşme ile birlikte çevre sorunları görülmeye başlanmıştır.

Bu çalışma büyük sanayii kuruluşları kirlilik parametrelerinin izmit körfezi'ne getirdiği atık yükleri incelemek amacıyla yapıldı. Atık suları körfeze yaklaşık 11 farklı noktadan girmekte olan sanayii kuruluşları proses özelliklerine göre gruplandırılmış olup, 10'u kimya sanayii, 5'i gıda sanayii, 3'ü petrol sanayii, 4'ü metal sanayii, 3'ü selüloz - kağıt - karton sanayii, 2'si tekstil sanayii, 1'i deri - deri mamulleri sanayii, 1'i maden sanayii, 1'i aydınlatma sanayiine aittir. Körfezin batı, orta ve doğusunda dağılım gösteren bu kuruluşların alıcı ortama deşarj noktalarından ve açıktan deniz suyu numuneleri alınarak " Su Kirliliği Kontrol yönetmeliği " deşarj standartlarında belirtilen kirlenici parametrelere göre analizleri yapıldı.

Endüstri kuruluşlarından körfeze günde yaklaşık 59349.7 m³ su ile birlikte 1607.59 kg/gün BOI₅, 6881.18 kg/gün AKM, 463.553 kg/gün yağ ve gres, 14.192 kg/gün toplam ağır metal, 17.50 mg/1 N girmekte olduğu saptandı. Körfez deniz suyu analiz sonuçlarına göre endüstri kuruluşlarından TN 12.647 mg/1, TP 7.646 mg/1 olup kirliliğin açıklara doğru azalmakta olduğu saptandı. Nitekim açıktan alınan numunelerde TN 6.01 mg/1 TP ise 1.695 mg/1 olarak saptandı. Kimya sanayii'ne ait A₁ (gübre üretimi), A₃ (boya üretimi), Gıda sanayii'ne ait B₁ (sıvı yağ rafinasyonu), B₂ (maya üretimi), B₃ (süt ve süt ürünleri), B₅ (sitrik asit üretimi), Metal sanayii'ne ait C₃ (metal hazırlama-iletken plaka imalatı), C₄ (boru endüstrisi), Selüloz- Kağıt-Karton

sanayii'ne ait E₂ (yüzey kaplamalı dolgulu kağıt), Tekstil sanayii'ne ait F₁ (açık elyaf, iplik üretimi ve terbiyesi), F₂ (dokunmuş kumaş terbiyesi), Deri-Deri Mamulleri sanayii'ne ait G (aglomera deri ve pres kaplama) atık suların kirlilik parametreleri "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" deşarj standartlarına uygun olmadığı belirlendi.

Ayrıca körfezin doğu bölgesinde bulunan Gıda sanayii'ne ait endüstri kuruluşlarının yüksek değerlerde kirlilik taşıdığı görüldü. Gerek bölgedeki endüstri kuruluşlarının atıksularının yüksek değerlerde kirlilik taşıması, gerekse bu bölgede su hareketlerinin ve derinliğin az olması körfezin doğu bölgesinin yüksek değerlerde kirlilik taşımasına neden olmuştur.

Endüstriyel kaynaklı yüklerin gelecekte artmaması için birincil ve ikincil arıtımın azot ve fosfor açısından yeterli olmasının yanısıra, yeni kurulacak tesislerde üçüncül arıtımın uygulanmasının ötrofikasyonun azalması için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcük : Sanayii Kuruluşları, Atık Sular, İzmit Körfezi, Kirlilik Parametreleri.

2.GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda nüfusun hızlı artışı ve endüstrileşme çabaları sonucunda çevre kirliliği önemli bir sorun olmuştur. Eskiden halkın zevkle yüzdüğü denizler nahoş kokular yaymaya başlamış, balık kaynayan körfezler adeta bir bataklık halini almaya, hava teneffüs edilemeyecek şekilde kirlenmiş ve doğa gitgide özelliklerini kaybetmeye yüz tutmuştur (1).

Esasen bütün dünyada özellikle sanayileşmiş ülkelerde artan nüfus, gelişen ve değişen endüstri, ülkelerin doğal varlıklarını tehdit etmeye başlamış, yirminci yüzyılın son çeyreğine ve özellikle iki binli yıllara girerken çevre sorunları insanlığın en önemli konulardan biri olmuştur.

Gelişen ve gelişmiş ülkelerin çevre kirliliği açısından karşılaştığı ve çözüm yolları aradığı önemli sorunlardan biri de katı ve sıvı atıklar için alıcı ortam olan kıyı denizler, göl ve nehirlerde oksijen tüketimini artıran organik madde ile ötrifikasyona neden olan besin elementleri girdileridir. Genellikle alıcı ortamların üst sularına arıtılmadan ulaşan karasal kaynaklı besin elementleri, aşırı alg üremesine ve baskın haline gelmesine, bunun sonucu olarak da bazı türlerin ekosistemde yok olmasına sebep olmaktadır (2).

Atık sularda taşınan ve birincil üretimden açığa çıkan çökebilir nitelikteki organik maddeler karışımının ve su değişiminin sınırlı olduğu ve dolayısı ile oksijen girdisinin yetersiz kaldığı alıcı ortam alt sularında, bakteriyel parçalanma sonucu oksijen

tüketimine neden olmakta, önemli oksijen düşüşü ile birlikte, canlı türlerinin yok olmasını hızlandırmaktadır. Bu duruma gelmiş alıcı ortamlara boşaltılan kirlilik yükü azaltılsa bile ekolojik sistemlerin tekrar eski yapısına ulaşması mümkün değildir, sadece farklı yapıda yeni bir ekolojik yapıya ulaşabilir(2).

Alıcı ortamlarda ötrifikasyon olayı görülmeye başlandığında ve kirliliği yaratacağı sorunların farkına varıldığında, onu kontrol eden kaynaklar ve mekanizmalar çevre bilimciler tarafından kapsamlı olarak araştırılmaya başlanmıştır. Araştırmalar sonucunda, alıcı ortamlardaki karasal kökenli kaynakların neden olduğu kirliliğin boyutları ölçülmeye başlanılmış, deşarjlara karşı bazı sınırlamalar konulması yoluna gidilmiştir (2).

Ülkemizde de 1950 'den sonra gözlenen hızlı kentleşme ve sanayileşme ile birlikte, özellikle nüfusun ve sanayinin yoğun olduğu bölgelerde ciddi çevre kirliliği sorunları ortaya çıkarmıştır. Marmara denizi' nin kuzeydoğusunda yer alan İzmit Körfezi' nde alıcı ortama verilen atık su miktarı sistemin atık su özümleme kapasitesinin çok üzerinde olduğundan son 30 yıl içinde sistemdeki canlı organizma türleri azalmıştır(2).

Özellikle deniz ve suların kirlenmesinde, ağır metallerin doğurduğu sorunlar günümüzde insan sağlığını tehdit eden bir seviyeye gelmiştir. Bu elementlerden bazılarının iz olarak canlıların yaşamlarını sürdürmelerinde temel olmasına karşın bazıların da toksik etkileri bulunmaktadır. Ağır metallerinde suda yaşayan canlılar üzerindeki etkileri son yıllarda yoğun olarak araştırılmaktadır. Özellikle endüstriyel atıklar nedeni ile İzmit Körfezi ağır metaller yönünden de giderek kirlenmektedir. Cıva, Kurşun ve kadmiyum üçlüsünün meydana getirdiği çevre sağlık sorunları oldukça tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir(3).

Ülkemizde çevre kirlenmesinin en önemli iki etkeni düzensiz kentleşme ve bilinçsiz endüstrileşmedir. Ülkenin kalkınması için kurulmaları teşvik edilen fabrikalar

bazen kanunun açıklarından istifade ederek, bazen de bilgisizlikten dolayı endüstriyel atıkları bilinçsiz bir şekilde çevreye vermeye başlamıştır. Bu işletmelerin ekonomimize olan katkıları kadar deşarj ettikleri atık sularıyla da çevre kirlenmesine etkileri oldukça fazladır. Bunun için nüfus artışının, çevre kirlenmesinin ve tüketiminin kontrol altına alınması ve kaynakların daha iyi ve tekrar kullanma imkanlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bütün dünya insanların, dünyamızın tamamen elden çıkmadan, çevreyi temiz tutma ve koruma ilkesi etrafında birleşmeleri gereklidir. Ancak son yıllarda sağlık konularına gösterilen hassasiyetin artması, ilgili kurumu ve kuruluşları harekete geçirmiş, duyarlılık hız kazanmıştır. 1982 Anayasa'sınının 56'ncı maddesinde "Herkes sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devlet ve vatandaşlık görevidir" şeklinde belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı da halk ve çevre sağlığını korumak olup, sanayileşme ve hızlı nüfus artışı bakımından önde gelen iller arasında olan Kocaeli ili, İzmit Körfezi ve çevresi doğa zenginlikleri açısından da önem arz etmektedir. Bu nedenle Kocaeli ilinde en büyük sanayi kuruluşlarının atıksularının İzmit Körfez suyunda kirliliğe olan katkıları ve kirlilik probleminin çözümüne yönelik, ülke koşullarında uygulanabilir teknolojik esasların araştırılması amaçlanmıştır.

2.1 Atıksu ve kanalizasyon

Meskun alanlardan, ticaret ve sanayii alanlarından yüzey sularının ve atık suların toplanması ve taşınması, su temininden farklı nitelikte sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Septik şartların gelişmesini önlemek için atık suyun, mümkün olduğunca çabuk, toplandığı yerden arıtma veya deşarj tesislerine nakledilmesi gerekir. Buna ek olarak, atık su debileri hayli değişkendir ve su üzerinde yüzen veya su içerisinde askıda kalan katı maddeler içerebilirler. Sağanak yağışlar, yağış süresince debinin oldukça

fazla değişmesine neden olur. Yağış sırasında, drenaj alanlarından, çeşitli kaba malzemeler kanalizasyona taşınır(4).

Kanalizasyonun; atık suların ve diğer atık sıvıların taşınması için, üstü kapalı, ancak genelde dolu olarak akmayan boru sistemi (4).

Atık su: Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sular ile maden ocakları ve cevher hazırlama tesislerinden kaynaklanan sular ve yapılaşmış kaplamalı ve kaplamasız Şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzey altı akışa dönüşmesi sonucunda gelen sulardır(5).

Atık su kaynakları : Faaliyet ve üretimleri nedeniyle atık suların oluşumuna yol açan konutlar, ticari binalar, endüstri kuruluşları, maden ocakları, cevher yıkama ve zenginleştirme tesisleri, kentsel bölgeler, tarımsal alanlar, sanayii bölgeleri, tamirhaneler, atölyeler, hastaneler ve benzeri kurum, kuruluş ve işletmeler ve alanlardır(1).

Alıcı ortam : Atık suların bırakıldığı yakın veya uzak çevreyi ifade eder(1).

Debi : Bir akım kesitinden birim zamanda geçen suyun hacmidir(5).

2.2. Atıksuların çevreye etkisi

Atıksuların “evre” olarak adlandırılan “alıcı ortam”a etkileri 3 grupta incelenmektedir.

2.2.1. Alıcı ortamın kirlenmesine neden olan kirlетici kaynaklar

Atıksuların akıtıldığı alıcı ortam herhangi bir akarsu, göl veya deniz olabilir. Alıcı ortamın kirlenmesine neden olabilecek kaynaklar oldukça fazladır. Bu kirlетici kaynakların en önemlileri aşağıda verilmiştir(1).

2.2.1.1. Endüstrilerden atılan atık sular (Endüstriyel atık sular)

Deniz kenarında kurulan endüstriler doğrudan doğruya, içerilerde bulunanlar ise akarsular vasıtası ile atıksularını denizlere boşalttıkları zaman önemli kirlenme sorunları yaratmaktadırlar (1).

Esas itibariyle, üretilen ürüne bağlı olarak endüstriyel atıksular, gerek miktar gerekse nitelik bakımından hayli değişkendir. Üretim işlemi sırasında pek az su tüketildiğinden, büyük miktarlarda su, çoğu zaman atıksu olarak geri dönmektedir (4).

Endüstrinin tipine ve cinsine bağlı olarak kirlilik karakteristikleri ve kirlilik yükleri çok büyük farklılıklar gösterdiklerinden, bunların alıcı sulardaki etkileri de farklıdır(6). Bu atık sular, toksik metalleri, organik maddeleri, biyolojik kirleticileri ve radyoaktif maddeler içerebilirler(4).

Özellikle tekstil ve deri endüstrilerden gelen atıksular, renkli oldukları ve katı madde içerdikleri için alıcı sularda iki yönlü tehlikeye neden olurlar. Hem dip çamuru oluştururlar, hem de sularda renk meydana getirirler(4).

Metal kaplama ve demir- çelik endüstrilerinden gelen atıksular, içlerinde bazen eser miktarlarda, bazen de büyük konsantrasyonlarda toksik metalleri içermektedirler. Bu tip sular deşarj ortamına geldiklerinde, konsantrasyon ile orantılı olarak canlı yaşam üzerine toksik etki yaparlar. Özellikle Cd ve Hg gibi ağır metallerin birikim özellikleri olduğundan, sularda dip çamurunda ve canlıların bünyelerinde birikime neden olabilmektedirler. Bu birikim sonucu, sularda yaşayan balıklar ve diğer canlılar ölebilmekte, hatta onlarla beslenen diğer canlıların gıda zincirine girerek onların ölmelerine neden olabilmektedirler(6).

2.2.1.2. Yerleşim alanlarından atılan atık sular (Evsel atıksular)

Evsel atık su insan ve ev kaynaklı atık maddeleri kapsar. Sanayii bulunmayan ya da çok az sanayii bulunan konut alanlarından kaynaklanan atık su çeşididir .

İnsanda hastalığa yol açan organizmalar içerebildikleri için toplum sağlığı açısından en önemlisi insan kaynaklı atık maddelerdir. Ev kaynaklı atık maddeler çamaşır yıkama, yıkanma, temizlik, besin maddelerinin soğutulması ve bulaşık yıkama gibi işlerden kaynaklanır. Bu maddelerin çoğu sabun ve deterjan içerir. Mutfak kaynaklı atık maddelerde bulunan besin ve yağ parçacıkları da atık su sistemine karışır(4).

Sentetik deterjanların evlerde kullanılmaya başlanması özelliğini değiştirmiş ve bu sulara endüstriyel sularda rastladıklarımıza benzer nitelikler vermiştir. Deterjanlar, atıksuda köpük oluşturur ve havalanmayı etkiler. Oksijen gereksinimi yaratırlar ve ayrıca toksik etkilidirler. Azot ve fosfat konsantrasyonunun artmasına ve bazen alıcı ortama fazla miktarda katı madde, ağır metal eklenmesine neden olmaktadır (1).

2.2.1.3. Yerleşim merkezlerinden kaynaklanan yağmur suları

Ayrık atık su toplama sistemi olan yerleşim merkezlerinde yağmur suları, yağmur toplama kanalları vasıtası ile akarsu, göl veya denizlere akıtılmaktadır. Bu atık sular yağmur sırasında sürüklenen katı parçacıkları taşıdıkları için alıcı ortamdaki katı madde konsantrasyonu önemli ölçüde artmaktadır(1) .

2.2.1.4. Yaygın kirletici kaynaklar

Endüstriyel, evsel atıksular ve yağmur suları alıcı ortama bir noktadan akıtılmakta ve böylece kontrolleri nispeten kolay olmaktadır. Ancak tarım alanlarından, ormanlık alanlardan vb.. yerlerden yağmurlardan sonra akan sular genellikle bir kanalizasyona toplanmadan, serbestçe yüzeyden veya yeraltından akarak alıcı ortama erişmektedirler. Bu atıksuların toplanması veya kontrol edilmesi çok zordur(1).

İskan sahalarından kaynaklanan atıklar, hemen hemen her türlü kirleticiyi ihtiva etmektedir. Bunlardan atıksudaki katı maddeler, toksik maddeler ve ağır metaller çevreye en büyük zararı vermektedirler. Bunlardan başka, alıcı ortamdaki oksijenin azal-

masına sebebiyet veren bakteriler, besi maddeleri ve yağlar da içerebilen atık sular, bu maddelerden dolayı da alıcı ortamın kirlenmesine sebebiyet verebilirler(1).

Zirai alanlardan ve çiftliklerden akan sular, tabii ve suni gübrelerden kaynaklanan çok miktarda besi maddesi içerirler. Ayrıca bu kaynaktan gelen sulardan dolayı alıcı ortamdaki bakteri, askıdaki ve erimiş katı madde ve pestisidlerin konsantrasyonu da artmaktadır(1).

2.2.1.5. Yağlar ve benzeri maddeler

Tankerler veya boru hatlarıyla taşınan petrolün kazalar sonucunda yüzeysel sulara karışmasının yarattığı olumsuz etkiler açısından önem taşımaktadır (7). Petrol ürünleri kıyıya yakın noktalardan denize akıtıldığı zaman kıyıya sürüklenirlerse değdikleri katı yüzeylerin üstünde yapışkan bir madde oluştururlar. Petrol ürünlerinin toksik, anestezik ve narkotik etkileri vardır (8).

2.2.1.6. Atık ısı

Soğutma suyu kullanımı özellikle endüstriyel bölgelerde çok fazladır. Soğutma suları çoğunlukla nehirlerden veya denizden alınır, endüstride kullanılır ve ısınmış olarak tekrar alındığı su ortamına boşaltılır. Bu boşaltma sonucu, boşaltım ortamının sıcaklığı yükselerek biyolojik ve kimyasal olaylar hızlanır. Çözünmüş oksijenin sudaki çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır. Ayrıca biyolojik faaliyetin artması sonucu daha fazla oksijen tüketimi olacaktır(6). Ayrıca suyun içinde bulunan askıdaki katı madde konsantrasyonu ve çökme hızı da artmaktadır(7).

2.2.2. Atıksularda kirlenme şekilleri

2.2.2.1. Kimyasal kirlenme

Sularda organik ve inorganik maddelerin bulunmasıyla meydana gelen kirliliktir

a-) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme

Özellikle evlerden gelen atık sular büyük bir organik kirlilik yükü içermektedirler. Deşarj ortamına gelen bu organik kirlilik su ortamındaki bakteriler yardımıyla ayrıştırılır. Ayrışma aerobik şartlarda oluşur ve sudaki çözünmüş oksijen harcanır. Bunun sonucunda deşarjın yapıldığı su ortamının çözünmüş oksijen konsantrasyonu azalır. Bununla birlikte suda yaşayan balık ve diğer canlıların yaşamları için gerekli oksijen konsantrasyonu da düştüğünden sudaki canlı yaşamı tehlikeye girer. Balık yaşamı için sınır oksijen konsantrasyonu 4mg / l' litredir(6).

b-) İnorganik maddelerden kaynaklanan kirlenme

Bu maddeler toksik olmayıp, ancak yüksek dozlarda kirlenici olarak düşünülebilirler. İçme, sulama ve birçok endüstriyel alanda kullanılan suları uygunsuz hale getirebilirler(8).

Bu maddeler arasında demir, manganez, klorürler, ağır metaller, azot, fosfor ve diğer birçok madde sayılabilir(1).

2.2.2.2. Fiziksel kirlenme

Bu kirlilik suyun rengi, bulanıklığı, sıcaklığı v.b. özelliklerine etki eden bir kirlilik tipidir.

Termal kirlenme ise fiziksel kirlenmenin 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 istasyonlardan çıkan sular, göllerin ve akarsuların sıcaklıklarını yükseltmekte, çevre koşullarını değiştirmekte bunun sonucu olarak su, bitki ve hayvan hayatını etkilemektedir(9).

2.2.2.3. Fizyolojik kirlenme

Suyun tadını ve kokusunu etkileyen bir kirlilik tipidir. Gıda sanayii artıkları, şehir kullanma suyu artıkları azotlu maddelerle zengin olduğundan son derece kötü ko-

kuya neden olurlar. Endüstri artık sularının demir, mangan, fenoller v.b. 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(9).

2.2.2.4. Biyolojik kirlenme

Bu kirlilik sularda patojenik bakteri, mantar,alg, patojenik protozoa v.b. bulunmasıyla meydana gelen kirlilik tipidir. Diğer bir deyişle suların tifo, kolera, amipli dizanteri v.b. çeşitli hastalıkları yapan organizmalarla kirlenmesidir.

Endüstri artık maddelerinin ve özellikle kanalizasyon sularının herhangi bir arıtma işlemine tutulmadan plajlara dökülmesi nedeniyle hastalık yapıcı bakteriler çoğalmakta ve denize girenlerde başta kulak-burun-boğaz yanmaları, sinüzit, bağırsak hastalıkları, karaciğer hastalıkları ve tifo'ya neden olmaktadır(9).

2.2.2.5. Radyoaktif kirlenme

Atmosferdeki atom patlamalarının ve nükleer enerji santrallerinin sebep olduğu kirliliktir.

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

Nükleer santrallerinin atık maddeleri oldukça önemli çevre kirleticilerinden olup günümüzde atıklar ya toprağa gömülmekte veya deniz dibinde depo edilmektedir. Depo edilen bu nükleer atıklardan sızıntı meydana geldiğinde ayrıca rapor edilmektedir.

Radyoaktif kirliliğin diğer bir biçimi ise nükleer santrallerden meydana gelen sızmalar olmaktadır. Bunun belirgin örnekleri yakın zamanlarda Amerika Birleşik Devletleri'nde görülmüştür(9).

2.2.3. Su kirliliğinin etkilenme mekanizması

Su kirlenmesi genellikle kirleticinin kaynaklanması, kirleticinin taşınması ve kirleticinin çevreyi etkilemesi olmak üzere üç olaydan oluşur(10).

Kaynak insanoğlunun bir faaliyetinden doğabileceği gibi “endüstriyel atıklar v.b.” doğrudan doğruya tabii bir olay neticesinde de oluşabilir. Kirleticinin akıcı ortama eklendiği anda atık içindeki konsantrasyonundan başka alıcı ortama akıtılan toplam kirletici miktarı da önemlidir. Bu iki parametre, alıcı ortamdaki konsantrasyonu tayin eder, alıcı ortamdaki konsantrasyon ise kirleticinin çevreye tesirini tayin eden faktördür(10).

Kirleticinin kaynaktan alıcı ortama taşınması değişik yollardan yapılabilir. Doğrudan doğruya alıcı ortama akıtılabileceği gibi, yüzeyden veya yeraltından sızarak da alıcı ortama ulaşabilir. Kirleticinin, kaynaktan tesiri görüneceği alıcı ortama taşınması sırasında, seyredecek özelliklerinde değişiklikler olabilir(1).

Kirleticinin tesiri, kirleticinin cins ve miktarına ve alıcı ortamın cinsine göre değişik olabilir. Örneğin içinde balık yaşayan bir ortama az miktarda organik madde akıtıldığı zaman, bu maddeler balıklar için besin vazifesini görebilir. Ancak alıcı ortama akıtılan organik madde miktarı çok fazla arttırılırsa, sudaki çözülmüş oksijen miktarı azalır ve balıkların ölümüne sebebiyet verebilir(1).

A.B.D. Çevre Kalitesi Konseyi'ne göre “su kirliliği, kıymetli maddelerin arzu edilmedikleri bir ortamda toplanması” olarak tarif edilmektedir. Bu esasa göre alıcı ortama kirleticilerin akıtılması, alıcı ortamı kirletmekten başka geri kazanılmadıkları takdirde, kıymetli olabilecek maddelerin de kaybına sebebiyet vermektedir (1).

2.3.Su kirliliği standartlarına göre kirletici parametreler

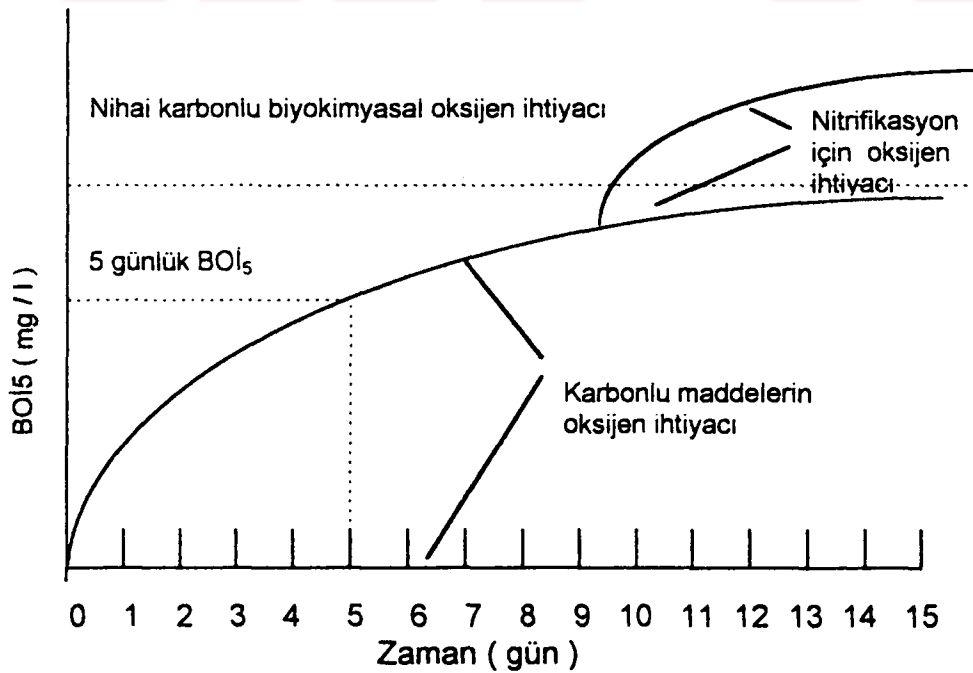
2.3.1. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, ayrışabilen organik maddelerin, aerobik şartlar altında bakteriler tarafından ayrıştırılıp sabit hale gelmeleri sürecinde bakteriler tarafından ayrıştırılıp sabit hale gelmeleri sürecinde bakteriler tarafından kullanılan oksijendir. Diğer bir deyişle kullanılan oksijen miktarı, kullanılan maddelerin miktarı ile orantılı olduğundan biyokimyasal oksijen ihtiyacı organik maddeler miktarının tayini için kullanılan indirekt bir yol sayılabilir. Aerobik ayrışımı gösteren biyokimyasal reaksiyon şu şekilde yazılabilir (1).

Organik madde+O₂+Mikroorganizma→CO₂+H₂O+Daha fazla mikroorganizma+sabit madde

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı, "Birinci kademe " veya karbon kaynaklı ve "İkinci kademe " veya azot kaynaklı olarak iki kademeye ayrılır(1).

Oksijen kullanımı başlangıçta 7-8 gün devam ettikten sonra bir duraklama olur. 8-12'nci gün de tekrar başlar ve 18-20 güne kadar devam eder, Deneylerde genelde birinci kademe biyokimyasal oksijeni ölçülmektedir (11).



Şekil - 1 : BOI₅ reaksiyon eğrisi (1)

Birinci kademe "Karbon kökenli" BOI_5 teki oksijen kullanımının değişimi :

$Y_1 = L_0(1 - 10^{-k_1 t})$ denklemi ile ifade edilebilir.

Y_1 = Herhangi bir " t " zamanına kadar, kullanılan BOI_5 değeri.

L_0 = Nihai karbon kaynaklı BOI_5

k_1 = Ayrışma hız katsayısı (Birinci kademe)

t = Zaman

Atıklar alıcı ortamda 10-15 günden fazla kaldığı zaman ikinci kademeli BOI_5 görülmeye başlar. Azot kökenli BOI_5 olarak da bilinen bu kademedeki su içindeki NH_3 özel bakterilerce NO_2 ve NO_3 'a dönüştürülerek önemli derecede oksijen sarfına yol açarlar.

İkinci kademe " Azot kökenli " BOI_5 teki oksijen kullanımının değişimi ise :

$Y_2 = L_n \ln(1 - 10^{-k_n t})$ denklemi ile ifade edilebilir.

Y_2 = Herhangi bir " t " zaman kadar kullanılan BOI_5 değeri

L_n = Toplam azot kökenli BOI_5

k_n = Ayrışma hız katsayısı (İkinci kademe için)

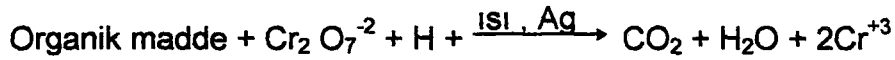
t = Zaman

BOI_5 değeri yukarıdaki denklemlerden görüldüğü gibi zamana göre değişmektedir. Ancak bundan başka sıcaklık ve diğer bazı parametreler de BOI_5 değerini etkilemektedir. Bu nedenle BOI_5 değerinin laboratuvarda tayini standart şartlarda ve $20^\circ C$ ayarlanmış bir inkübatörde 5 gün bekletilerek yapılır (1) .

2.3.2. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı organik maddelerin dolaylı bir şekilde tayini için kullanılan bir yöntemdir. Bu parametre ile organik maddeler, kimyasal stabilizasyonu için gerekli oksijen miktarı cinsinden belirlenirler. Kimyasal stabilizasyon için yükseltgen

olarak potasyum dikromat, katalist olarak ise cıva sülfat kullanılmaktadır. Okside olabilen organik maddenin miktarı reaksiyona giren potasyum dikromata orantılı olduğu için organik madde miktarı kolaylıkla tayin edilebilir (1). Test yüksek ısı derecesinde yapılmalıdır. Organik bileşiklerin bazı sınıflarının oksitlenmesine yardım etmek için bir katalizör (Gümüş sülfat) gereklidir. Organik maddenin oksitlenmesi, dikromatı üç değerli kroma dönüştürecektir(4).



Biyolojik yaşam için toksik etkili bileşikler içeren endüstriyel ve evsel atık sularda bulunan organik maddeleri ölçmek içinde KOİ testi kullanılmaktadır. Bir atık suyun KOİ'si genel olarak BOİ'den daha yüksektir. Çünkü biyolojik olarak oksitlenmeyen bir çok bileşik kimyasal olarak oksitlenebilmektedir. Çeşitli atıksulardaki KOİ ile BOİ arasında bağlantı kurulması, mümkündür. Bu bağlantının kullanılması için, KOİ'nin üç saatte belirlenmesine karşılık, BOİ için beş gün gerekmektedir(4).

2.3.3. Askıda katı maddeler (AKM)

Kiriliği belirtmekte kullanılan parametrelerin tamamı çözülmüş yada çözünmemiş formda su içinde katı maddeler halinde bulunmaktadır. Genellikle toplam katıların yanında, çözülmüş katılar ve çözünmemiş katılar kullanılır (12).

Toplam askıda katılar terimi, bir numunenin darası belli bir kap içinde su banyosunda buharlaşma ve daha sonra bir etüvde belirli sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulması sonucunda ağırlıktaki artış olarak belirlenen kalıntı şeklinde tanımlanabilir(12).

Yüksek oranda çözülmüş katı içeren sular hoşça gitmeyen ve insanlarda istenmeyen fizyolojik reaksiyona yol açarlar.

Katıların analizi biyolojik ve fiziksel atık su arıtma proseslerinin kontrolünde ve atık su deşarj limitlerinin sağlanıp sağlanmadığının tayininde büyük önem taşımaktadır. Zira kirlilik kontrolü açısından katıların kontrolü aynı zamanda biyokimyasal oksijen ihtiyacının da kontrolünü sağlamaktadır(11) .

2.3.4. Yağ ve gres

Evsel ve endüstriyel atık sularda bulunan yağ ve gres miktarı bu atık suların arıtılmasında dikkate alınacak önemli bir parametredir. Bu parametrenin en önemli özelliği suda kolayca erimeyip ayrı bir faz oluşturmasıdır. Bu özellik yağ ve gresin flotasyon (yüzdürme) aksamı ile kolayca ayrıştırılmasını sağlamasına rağmen atığın borularla transferini, biyolojik arıtma birimlerinde arıtılmasını ve alıcı ortama verilmesini zorlaştırmaktadır(13) .

Mezbahalardan et endüstrisinden kaynaklanan atık sular kanalizasyonlara büyük yük getirmektedir. Bu nedenle bir çok ülkede yağ ve gres içeren atık suların kanalizasyona veya alıcı ortama verilmeden önce geri kazanılması için gerekli ön arıtma sistemlerinin kurulmasını zorlayıcı yönetmelikler çıkarılmıştır(13) .

2.3.5. pH

Gerek doğal suların gerekse atık suların, hidrojen iyonu konsantrasyonu önemli bir nitelik parametresidir. Sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonu, su moleküllerinin ayrışma derecesiyle yakından bağlantılıdır. Hidrojen iyonu, konsantrasyonu genel olarak hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması olarak tanımlanan pH ile belirtilmektedir. Bir pH metre ile pH hassas bir şekilde ölçülebilir. Belirli pH değerlerinde renk değiştiren çeşitli indikatör çözeltiler kullanılmaktadır(4) .

Atıksuyun pH değeri, biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde önemlidir. İçme sularının pH değeri 6.0 - 8.0, buna karşılık doğal suların pH değeri 7.0 ve deniz suyunun pH değeri 8.0 kadardır(4).

2.3.6. Klorürler

Evsel atık sularda, klorürlerin belli başlı kaynağı insan idrarıdır. Örneğin insan dışkısı ile günde kişi başına yaklaşık altı gram kadar klorür atılmaktadır. Su sertliğinin yüksek olduğu yörelerde, su yumuşatıcılar da büyük miktarlarda klorürü atık suya katmaktadır. Klasik atık su arıtma metotları, önemli ölçülerde klorür giderimi sağlamadığından, normal konsantrasyonlardan daha yüksek miktarlarda klorür konsantrasyonlarının bulunması, alıcı ortamın atıksu deşarjı amacıyla kullanıldığının bir göstergesi olarak alınabilir(4).

2.3.7. Alkalinite

Atık suda alkalinite, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum gibi elementlerin hidroksit, karbonat ve bikarbonatlarının varlığından veya amonyaktan oluşmaktadır. Atık su genelde alkalidir ve alkaliliğini de, su temininden, yeraltı sularından ve evlerde kullanım sırasında ilave edilen maddelerden almaktadır(4).

2.3.8. Azot

Azot, fosfor ve potasyum elementleri, mikroorganizmaların ve bitkilerin büyümesi için gereklidirler ve besleyici (Nütrient) olarak tanınırlar. Azot yeterli olmadığında takdirde, atık maddenin arıtılması için azot ilave edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte alıcı sudaki alglerin büyümesinin kontrol edilmesi gerekli bulunduğundan, deşarj-

dan önce atık sularda azot miktarının azaltılması veya tamamen uzaklaştırılması istenebilir(4).

Ham atıksuda mevcut azot başlıca proteinli maddeler ve ürede bulunur. Bakteriler tarafından parçalanma ile bu bileşikler amonyağa dönüşmektedir. Atık suyun yaşı mevcut amonyağın miktarı ile belirlenir. Aerobik (oksijenli) bir ortamda, bakteriler amonyağı nitrit ve nitrat'a oksitlerler. Nitrat azotunun atık sularda fazla olması, atık suyun oksijen ihtiyacı bakımından stabil olduğunun göstergesidir(4).

Nitrat azotu atıksularda bulunan azot bileşiklerinin son oksidasyon kademesidir. Arıtılmış atıksularda nitrat azotu konsantrasyonu 0-20 mg / lt oranındadır. Tipik değer 15-20mg NO₃-N/lt'dir(4).

2.3.9. Fosfor

Alglerin ve diğer biyolojik organizmaların büyümeleri, gelişmeleri için fosfor da gereklidir. Yüzey sularında ortaya çıkan zararlı alg büyümeleri nedeniyle, evlerden ve sanayilerden atık su boşaltmalarında ve doğal yüzey suyu akışlarında fosfor bileşiklerinin miktarının kontrol edilmesi yoluna gidilmektedir. Evsel atık sular 4 ile 15mg /lt fosfor içerebilir(4).

2.3.10. Kükürt

Sülfat iyonu, doğal olarak, çoğu içme sularında ve atıksuda mevcuttur. Sülfür, proteinlerin sentezi için gereklidir ve parçalanmaları esnasında serbest kalır. Sülfatlar, kimyasal olarak, aerobik koşullar altında, bakteriler tarafından sülfürlere ve hidrojen sülfüre (H₂S) indirgenir.

Daha sonra H₂S; biyolojik olarak sülfürik aside oksitlenir, bu ise kanalizasyon borularında korozyona yol açar(4).

2.3.11. Zehirli bileşikler

Zehirli olmaları nedeniyle bazı elementler atık suların arıtılma ve deşarjında büyük önem taşırlar. Bakır, kurşun, gümüş, krom, arsenik ve bor mikroorganizmalar için zehirlidirler ve bu nedenle de biyolojik arıtmanın projelendirilmesinde göz önüne alınmalıdır.

Bazı sanayii atık maddelerinde mevcut organik bileşikler de zehirleyicidir(4).

2.3.12. Ağır metaller

Çevre deniz ve suların kirlenmesinde, ağır metallerin doğurduğu sorunlar günümüzde insan sağlığını tehdit eder bir seviyeye gelmiştir. bu elementlerden bazıları'nın iz olarak canlıların yaşamlarını sürdürmelerinde temel olmasına karşın bazılarının da toksik etkileri bulunmaktadır (3).

Nikel, kurşun, krom, kadmiyum, çinko, bakır, cıva gibi metaller eser halde bulunmaları durumunda biyolojik aktiviteyi etkileyebilir, yüksek konsantrasyonlarda ise bakterileri öldürerek biyolojik arıtma işlemini bozabilir(4).

Deniz, göl ve bunlara ulaşan akarsular boyunca kurulan fabrikaların atıkları suda, dip çamurunda ve bu ortamda yaşayan canlılarda toplanmakta ve seviyeleri giderek artmaktadır. Ağır metallerin suda yaşayan canlılar üzerindeki etkileri son yıllarda yoğun olarak araştırılmaktadır. Buna göre sudaki metaller organik, inorganik olarak çözülmüş veya parçacıklar halinde bulunulabilmektedirler. Çözülmüş durumdaki metaller iyon, karmaşık iyon veya molekül durumdadırlar. Parçacıklar ise kolloid, çözelti ve absorbe edilmiş olarak çok değişken durumlar göstermektedirler. Bunun yanında suyun sıcaklık derecesi, pH, çözülmüş oksijen, ışık ve tuzluluk gibi etmenler, ağır metallerin birikme ve etki mekanizmalarını değiştirmektedirler(4).

2.3.13. Gazlar

Arılmamış atık sularda bulunan gazlar, azot, oksijen, CO₂, H₂S, amonyak ve metandır. Çözünmüş oksijen, aerobik mikroorganizmaların ve aynı zamanda diğer aerobik canlıların solunumu için gereklidir. Atık suda bulunan oksijen miktarı, atık sudaki organizmaların organik maddeyi parçalamak için oksijeni kullanmaları nedeniyle çok düşük veya sıfırdır. Atık suyun kirlilik derecesinin belirlenmesinin yollarından biri de, atık suyun ne kadar oksijene gereksinme gösterdiğinin ve belirli bir zaman süresi içinde bu oksijeni kullanma hızının tayin edilmesidir. Atık suda bulunan organik maddelerin anaerobik parçalanmasının en önemli yan ürünü metan gazıdır. Metan çok çabuk tutuşan ve patlama tehlikesi olan bir gazdır. Bu nedenle metan gazının toplanma olasılığı bulunan bacalarda, pis su borularının birleşim noktalarında muayene, yenileme veya onarım için içlerine girilmeden önce portatif hava üfleyiciler vasıtasıyla havalandırma yapılmalıdır. H₂S'in çok küçük konsantrasyonlarda bile toksik etkisi bulunmaktadır(4).

2.2.4. Su kirliliği

Uygarlığın gelişmesi ile suyun yerküresi üzerindeki doğal yörüngesi orijinal durumunu kaybetmekte ve kalitesi arzu edilmeyen yönde bozulmaktadır.

" Su kaynaklarının kirliliği " terimi ise su kaynaklarını bozacak veya zarar verme derecesinde kalitesini düşürecek biçimde suyun içerisinde organik, inorganik, radyoaktif veya biyolojik herhangi bir maddenin bulunması olarak tanımlanmaktadır. Birleşik Amerika Çevre Koruma Örgütü tarafından hazırlanan Çevre Terimleri Sözlüğünde ise " su kirliliği ", suyun kalitesini ölçülebilecek nispette kötüleştirecek miktar veya konsantrasyonlarda suya, kanalizasyon suyu, sanayii artığı, diğer zararlı veya istenmeyen maddelerin ilave edilmesidir şeklinde ifade edilmektedir(9).

Bilimsel açıdan su kirliliği aşağıda açıklandığı şekilde oluşmaktadır. Su içine karışan artık maddelerdeki organik maddeler bazı bakterilerin yardımı ile mineralizasyona uğrar ve zararsız bir duruma dönüştürülür. Bu olaya kendi kendini temizleme de denilmektedir. Kendi kendini temizleme olayının olabilmesi için bazı bakteri guruplarının ve fazla miktarda erimiş oksijenin bulunması gerekir. Akarsulara, göllere ve denizlere boşaltılan organik ve toksik maddelerin oldukça fazla olması halinde, sudaki erimiş oksijen son derece azalmakta, bunun sonucu bakteriler ölmekte, dolayısıyla kendi kendini temizleme olayı tamamlanamamakta ve böylece de su kaynakları kirlenmektedir. Bu açıklamalardan da görüleceği gibi su kaynaklarına boşaltılan artıklarda bulunması gereken " sınır değerlerinin " saptanmasında belirlenmesi gerekli önemli parametrelerden birisi de " Biyolojik oksijen ihtiyacı" olmaktadır. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI), suda organik maddenin biyokimyasal olarak ayrışmasında tüketilen oksijen miktarının bir ölçüsüdür. Sulara fazla miktarda organik artıkların verilmesi, erimiş oksijenin fazla miktarda tüketilmesi sonucunu doğurur. Bu nedenle suların kirlilik derecesi yüksek oldukça, yani fazla miktarda organik maddelerin bu sulara akıtılması halinde, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOI₅) değeri de yüksek olacaktır. Diğer bir deyişle suların yüksek BOI değerleri o suların fazlaca kirlendiğini belirleyecektir(9).

2.4.1. Su kirliliğinin canlılar üzerindeki genel etkileri

Su çevresindeki hayat, ortamdaki sıcaklığın, çözülmüş oksijen konsantrasyonunun pH değerinin, suyun renginin, askıdaki ve toplam katı madde konsantrasyonunun, toplam alkalinitenin, besi maddesi konsantrasyonlarının, metal bileşiklerinin ve diğer fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin etkisi altındadır(14).

Herhangi bir kirleticinin belirli bir çevrede meydana getireceği etki; büyük ölçüde, kirleticinin içinde bulunduğu kullanılmış suyun miktar ve özellikleri ile boşaltıldığı

alıcı su ortamının hacim ve 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 de bu su çevresinden faydalanan insan grupları ve diğer canlı hayatı için tehlikeli durumların doğmasına sebep olabilir(14).

2.4.1.1. Zehirli kirleticilerin etkisi

Ağır metaller veya diğer zehirli maddelerden bir veya bir kaçını ihtiva eden kullanılmış suların alıcı sulara verilmesi, bu su çevresindeki organizmalar için zehirleyici etki yapar ve ortamdaki canlı hayatını tehlikeye sokar. Kütle halindeki balık ölümleri çoğu zaman zehirli maddelerin su yataklarına verilmesi neticesinde ortaya çıkmaktadır(14).

Bazı pestisitlerin, ağır metallerin ve radyoaktif atomların su çevresindeki besin zincirinde birikerek organizmadan organizmaya artan konsantrasyonlar halinde taşındığı bilinmektedir. Bunlara örnek olmak üzere DDT, cıva ve arsenik gösterilebilir. 0,02 ppm konsantrasyondaki DDT mikroorganizmaların vücudunda 5 ppm'e kadar yükseltilerek biriktirmektedir. Bu mikroorganizmalar ile beslenen balıkları ise bu değeri 2000 ppm'e çıkararak depolamaktadır. Bu şekilde beslenen balıkları yiyen deniz kuşlarının öldüğü görülmüştür. Bu şekilde ölen kuşun cesedinde rastlanan maximum DDT konsantrasyonu 1600 ppm olarak bulunmuştur. Aynı durum cıva ve kadmiyum içinde söz konusudur. Bu iki metalin balıkların bünyesinde biriktiği ve böyle balıkların sürekli yenmesi halinde çeşitli hastalıklara sebep olduğu bilinmektedir. Alglerin çevredeki arsenik ve kurşunu daha konsantre ederek bünyelerinde biriktirdikleri tespit edilmiştir(14).

Çok az zehirlenme özelliğine sahip maddelerin biriktirme özelliği veya kronik zehirlilik sebebiyle çoğu zaman bazı organizma türlerinin azaldığı görülmektedir (13).

Cıva, kurşun ve kadmiyum metal üçlüsünün meydana getirdiği çevre ve sağlık sorunları oldukça tehlikeli boyutlara ulaşabilmektedir. Bunların doğurduğu başlıca sağlık etkenlerini şöylece sıralayabiliriz: Cıva'nın sinir sistemi, böbrek ve embriyo'da; Kurşun'un kan hücreleri, sinir sistemi, böbrek ve embriyo'da; Kadmiyum'un ise akciğer, böbrek ve embriyo'da olumsuz toksik etkileri bulunmaktadır.

Yukarıda sayılan etkiler halk sağlığı ve gelecek nesiller yönünden üzerinde dikkatle durulmasını gerektiren kirlenme unsurlarıdır(3).

2.4.1.2. Silt ve çökebilir katı maddelerin etkisi

İnert (bozuşmayan) maddeleri ile siltlerin su yataklarının tabanında birikmesi, organizmalar için uygun ve yumuşak bir yaşama ortamı olan çevreyi bozar. Erozyon neticesinde su ortamına giren siltler, su derinliklerine ışığın nüfuzunu azaltarak, ısı radyasyonunu değiştirerek ve organik maddelerin, besi maddelerini veya zehirli maddeleri beraberinde taşıyarak çevredeki su kalitesini bozarlar(14).

Su yatağı tabanının çökebilir maddeler ile örtülmesi, balık yumurtalarının ve diğer organizma larvalarının gelişmesini önler ve gıdalarını bu ortamdan temin eden organizmaların beslenmesini güçleştirir.

Çökebilir katı maddelerin inorganik olanları, inşaat işleri sonucu, erozyon neticesinde maden ve taş ocağı işletmelerinin çeşitli faaliyetlerinden, kum-çakıl yıkama tesislerinden, kömür işletmelerinden, usulüne uygun olmayan bir şekilde yeni sürülmüş çiftliklerden, yol inşaatlarından ve benzeri proje tatbikatlarından kaynaklanmaktadır(14).

2.4.1.3. Organik maddelerin etkisi

Organik ve biyolojik olarak ayrışabilen artıklar su yatağına girer girmez bakterilerin hücumuna uğrarlar. Organik maddelerin ayrışmaları sırasında, sudaki hayat için fevkalade öneme haiz olan çözünmüş oksijen kullanılır ve ortamın çözünmüş oksijen konsantrasyonu azaltılmış olur. Ekonomik değer 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 çözünmüş oksijenin tamamı kullanılarak ortam anerobik (oksijensiz) bir durum olabilir. Bu durum sistemin ekolojik dengesinin bozulması ve su ortamındaki hayatın büyük ölçüde son bulması demektir (14).

2.4.1.4. Isı kirlenmesinin etkisi

Sıcaklık, su çevresindeki biyolojik hayatı etkileyebilen en önemli 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 mikro-organizmanın normal hayat faaliyetlerini sürdürebildiği, gelişme ve büyümesini yapabildiği bir sıcaklık aralığı vardır. Bu alt ve üst eşiklerin aşılması veya çok ani sıcaklık değişimleri organizmalar için çok tehlikeli olmaktadır.

Balıkların ve diğer su canlılarının üreyebilmeleri için kesin sıcaklık sınırları vardır. Çok sıcak sularda balıkların mevcudiyeti, ancak yetişkin bireylerin dışarıdan göç etmeleriyle mümkündür. Su yatağındaki sıcaklığın artması çevredeki alg türlerini de değiştirmektedir(14).

2.4.1.5. Yağların etkisi

Su yatağındaki kirlenme meydana getiren yağlar, ya petro-kimya tesisleri ve rafinerilerden veya tanker kazalarından ileri gelebilir. Su üzerini kaplayan yağlar su kuşları için çok cazip olmakta ve yağ üzerine konan kuşların tüyleri yağa bulanmaktadır. Neticede kuşların uçuş kabiliyeti azalmakta veya ışınlama yolu ile vücut ısısı kaybolmakta ve hayvanlar ölmektedir.

Sulardaki yağlı maddelerin su çevresindeki hayata tesirleri şu şekilde özetlenebilir:

—Serbest yağ ve emülsiyonlar alglerin ve fitoplanktonların üzerine sıvanarak onları tahrip ederler.

—Yağların bir tabaka halinde suyun yüzeyini kaplaması, su ortamına havadan oksijen girmesini önler.

—Yağların bir kısmı doğrudan zehirleyici özelliğe sahiptir (fenoller gibi).

—Balıkların yağlı suya dalmaları sonucu solungaçları ve vücutları yağa bulanarak soluk almaları güçleşir ve neticede ölebilirler.

—Böyle sularda yaşayan balık ve midyeler ölmeseler bile yağın kokusunu ve tadını absorbe ettikleri için etlerinin kalitesi bozulur ve uzun süre yenmeleri mümkün olmaz(14).

2.4.1.6. Besi maddelerinin (nütrientler) etkisi

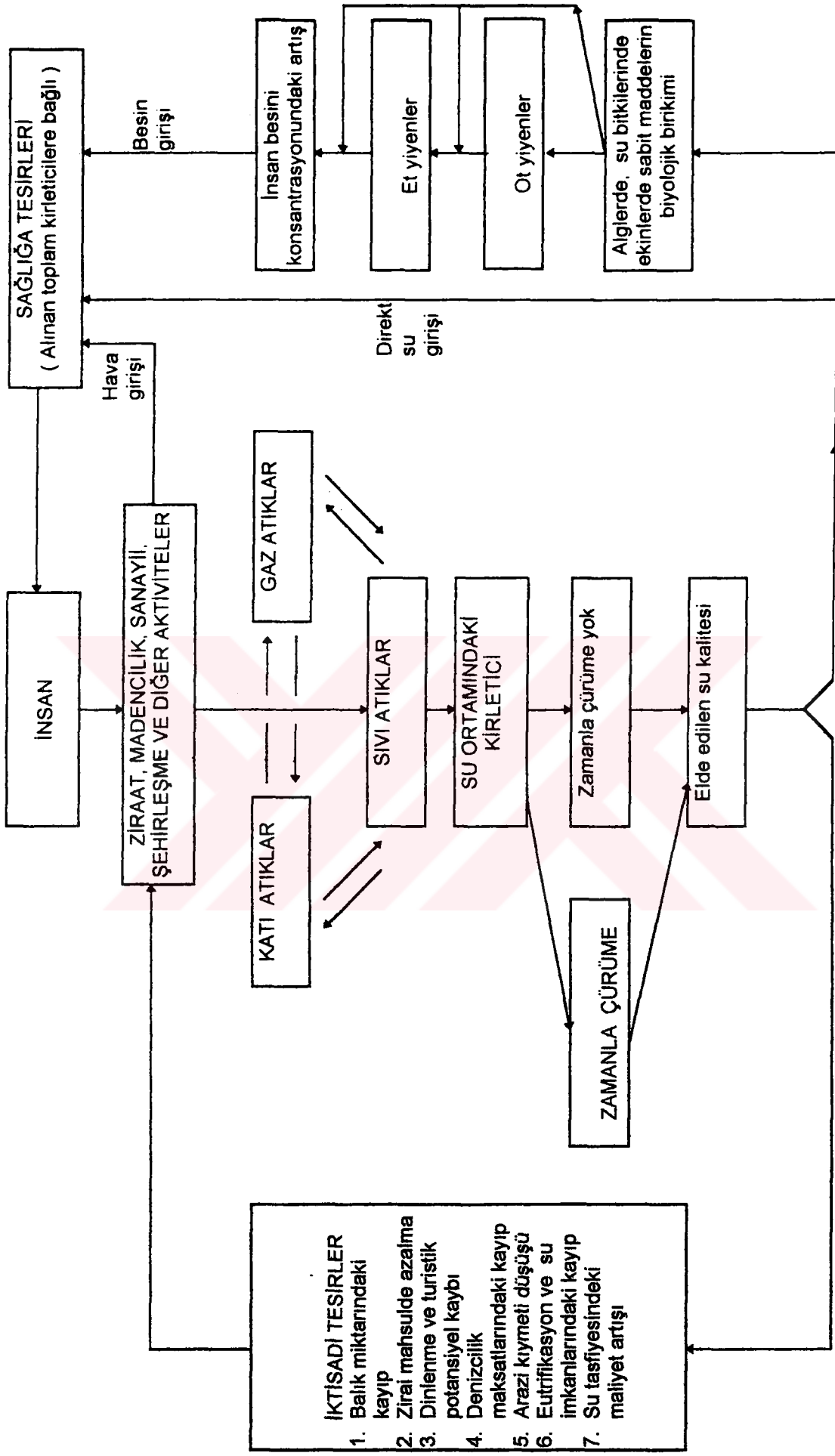
Ötrifikasyon, (tarladaki suni gübrelerin yağmur ve sulama suları ile denizlere taşınması) gerek tabii süreçler ve gerekse insan faaliyetleri sonucu, su yataklarındaki mikroorganizmaları yemlemeye yarayan besi maddelerinin artması manasına kullanılmaktadır. Ötrifikasyona sebep olan temel besi maddesi azot ve fosfor bileşikleridir.

Kullanılmış suların su yataklarına boşaltılması, alglerin gelişmesi için esas besin olan bu maddelerin bol miktarda ortama verilmesi demektir. Bunun neticesinde böyle su çevrelerinde algler ve diğer mikroorganizmalar arzu edilmeyecek miktarlarda çoğalarak suyun kalitesini bozarlar. Suyun tadı, kokusu ve rengi değişir. Böyle bir su yatağı, sahilinde yaşamak bakımından da uygun değildir. Böyle sahillerde yaşayanlarda beyaz benekler halinde cilt hastalıklarının görüldüğü de bilinmektedir(14).

2.4.1.7. Organizmaların kirlenme üzerinde etkileri

Su çevresindeki kirlenmenin organizmaların etkilerine karşılık, organizmaların da kirlenme üzerine etkileri vardır. Organik artıklar özellikle besi maddesi sağlayarak, bazı organizmaların kirlenmemiş su çevrelerine nazaran çok fazla artmasına neden olurlar.

Ağır metallerin, pestisitlerin, radyoaktif atomların, bakteri ve virüsler gibi zehirli kirleticilerin biyolojik büyüme üzerine ilave bir kronik etkisi daha vardır. İstiridyeler gibi pek çok su canlısı, zehirli bir çevre ile karşılaşınca daha temiz bir çevre bulmak üzere buldukları ortamdaki ayrılırlar. Bu sırada daha önce almış oldukları zehirli maddeleri vücut dokuları arasında depo ederler. Bu süreç hayvanın vücudunda biriken zehirli maddenin öldürücü seviyeye ulaşmasına kadar devam eder. Biyolojik yapıya sahip balıklar, kuşlar ve diğer memelilerin bu balıkları yemeleri halinde derhal öldükleri görülmüştür(14).



Şekil-2 : İNSAN VE SU ÇEVRESİ (14)

2.4.2. Su kirliliği konusunda hukuki düzenlemeler

Türkiye’de su kirliliği ile ilgili mevzuat gözden geçirildiğinde konu ile doğrudan veya dolaylı bir dizi kanun, yönetmelik, tüzük ve Türkiye’nin taraf olduğu uluslararası sözleşme bulunduğu, bu kanunların verdiği yetki çerçevesinde çeşitli kurum ve kuruluşların su kirliliğinin önlenmesinde görev üstlendikleri görülmektedir. Ancak bu düzenlemelere ilk bakışta yetkilerin değişik kuruluşlara dağıtılmış ve bu sebeple etkin bir su kirliliği kontrolü politikasının gerçekleştirilmemiş olduğu görülmektedir(15).

Denizlerimiz üç tarafımızı çevirmiştir, diğer taraftan kıta içi tatlı su kaynakları çok sınırlıdır. Nüfusun ve yaşam standartlarının hızlı artışına paralel olarak su tüketimi de hızla artmaktadır. Kısıtlı su kaynaklarına karşılık su tüketiminin hızla artması ve önemli bir su ürünleri üretim potansiyeline sahip olan kıyı ve denizlerin korunması gereği sonucunda geniş kapsamlı yeni hukuki düzenlemeler yapılması zorunlu hale gelmiştir. 2872 sayılı çevre kanunu uyarınca hazırlanmış olan ve 4 Eylül 1988 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren su kirliliği kontrolü yönetmeliği bu amaçla çıkarılmıştır(5).

Yönetmelik başlıca şu ana ağırlık noktalarına sahiptir.

Su ortamlarının sınıflandırılmasına yönelik düzenlemeler

Noktasal kaynaklardan alıcı ortamlara doğrudan atık su deşarjı

Kent içi atık su sistemleri

Deşarj izinleri ve denetim esasları

Çeşitli sanayii kuruluşlarına göre kirlilik standart parametre çizelgeleri ve ayrıca tebliğler kısmı da vardır.

Yönetmelikte çevrenin korunması görevi bakanlıklara, mülki amirlere ve yerel yönetimlere verilmiştir(5).

Yönetmeliğe göre yetkili kurumlar ve sorumluları aşağıdaki şekilde tarif edilmiştir.

Görev	Yetkili kuruluş
Atık artık ve yakıtların arıtılması, uzaklaştırılması, zararsız hale getirilmesi ve zararlı atıkların ithali ile ilgili hususlarda denetim	Çevre Bakanlığı
İşletme ve kullanım izni verilmesi	Sağlık Bakanlığı Turizm Bakanlığı Sanayii ve Ticaret Bakanlığı Valilik Büyük Şehir, Şehir Belediye Başkanlıkları
Çevre kanununun 15. ve 16. maddelerine aykırı hareket ve tehlikeli durumlarda faaliyetin durdurulması	Çevre Bakanlığı Sağlık Bakanlığı Valilik
Bağlantı izni, bağlantı kalite kontrol belgesi vermek ve kontrol etmek	Atık Su Altyapı Tesisleri Yönetimi GOSB (Organize Sanayii Bölge Müdürlüğü)
Alıcı su ortamına deşarj izni vermek	Mahalli Çevre Kurulu Valilik (Büyük Şehir sınırları dışında) Büyük Şehir Belediyesi (Büyük Şehir Belediyesi sınırları içinde)
İdari nitelikteki cezaların verilmesi	Valilik Büyük Şehir Belediyesi

Şekil-3 : Yetkili kurumlar ve sorumluluklar (5).

2.5 İzmit Körfezi'nin Konumu ve Genel Oşinoğrafik Özellikleri

Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan İzmit Körfezi yarı-kapalı bir körfez olup yaklaşık 49 km uzunluğundadır. Genişliği en dar yerinde 2 km, en geniş yerinde ise 10 km ve yüzey alanı 310 km² dir. İzmit Körfezi topoğrafik ve oşinoğrafik özellikleri dikkate alındığında üç bölüme ayrılır ve bunlar dar açıklıklar ile birbirine bağlanmıştır (2). Bölümlere ait temel fiziksel özellikler Tablo l'de görülmektedir.

Tablo : l- Bölümlere ait temel fiziksel özellikler(15).

Bölüm	Uzunluk (km)	En (km)	Maksimum Der.(m)	Yüzey alanı (km ²)	Hacim alanı (km ³)
Doğu	16	2 - 5	35	44	0.850
Orta	20	3 - 10	180	166	12.420
Batı	17	3 - 5.5	1000	100	-

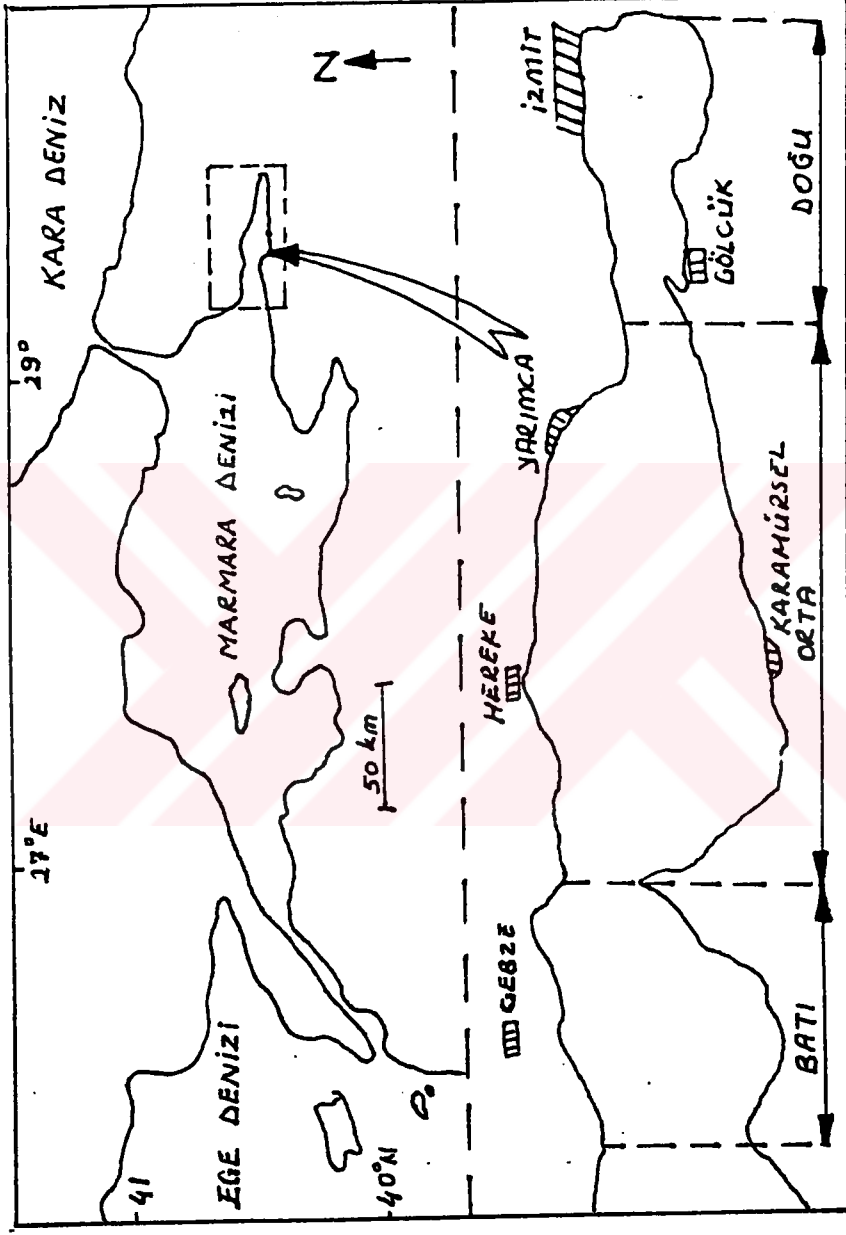
Körfezin doğu bölgesi sistemin en küçük ve sığ parçasıdır. Su hareketleri diğer bölgelere göre çok azdır. Bu bölgede körfez tabanı şehir kanalizasyonları, endüstri atıkları ve akarsuların getirdiği erozyon toprağı ile sürekli yükselmektedir. Orta bölgesi en büyük kısımdır. Dip topoğrafyası kuzey-güney yönünde oldukça değişiklik gösterir. Bölgenin kuzey alanı oldukça sığ olup 60 metre civarında bir derinliği vardır. Bölgenin güney tarafı en derin yerinde 180 metreyi geçen bir çukurdur. Orta bölgesi, daha sonra körfezin batı bölgesiyle dar bir açıklık olan Dil Burnu vasıtasıyla birleşir. Yaklaşık olarak 3 km genişliğinde 45-50 metre derinliğinde olan bu geçit körfezin Marmara Denizi'yle ilişkisini sağlar. Bu nedenle iç körfez suları doğu Marmara Denizi'nin oşinoğrafik karakterlerini taşır. Batı bölgesi Dil Burnu'ndan itibaren, 50 metre derinlikte iken, bölgenin sonunda 200 metrelik bir derinlikle eğimli bir topoğrafik yapı gösterir (12).

Bölgenin su toplama alanı 1205 km² olan körfezde yıllık ortalama yağış miktarı 700 mm ve buharlaşma 600 mm'dir. Körfeze giren tatlı su miktarı doğu bölgesi için 12, orta bölgesi için 8 m³/sn dir. Bölgesel olarak Karadeniz'den esen kuzeydoğu ve Marmara'dan esen güneybatı rüzgarları etkilidir.

İzmit Körfezi'nde iki tabakalı bir akıntı sistemi vardır. İlkbahar ve yaz mevsimi boyunca az tuzlu Karadeniz suları yüzeyden körfeze akmaktadır. Yaz döneminden sonra, yüzey sularının soğumaya başlaması, Karadeniz'den Marmara'ya giren suyun azalmasıyla meteorolojik şartlara bağlı olarak daha tuzlu Marmara'nın alt sularının körfez basenine girişi artar. Aynı dönemde fizikokimyasal parametrelerde de değişiklikler görülmeye başlanır. Sonbahar ve kış aylarında yüksek tuzlu Marmara sularının ara tabakanın altından körfeze girişi, kuvvetli kuzeydoğu rüzgarlarının üst sularda batı yönünde neden olduğu akıntılar sonucu önemli düzeyde artar. İki yönlü su dolaşımı sonucu yüzey suyu sıcaklık ve tuzluluk değerleri kış döneminde önemli değişimler gösterir(2).

Körfez çevresinde sayıları 140'ı aşan bir çok endüstriyel kuruluş bulunmaktadır. Bu endüstriyel kuruluşların bir çoğu katı ve sıvı atıklarını hiç bir ön arıtmadan geçirmeksizin körfeze deşarj etmektedirler(15). Endüstrilerin ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu kıyılar ile yarı-kapalı denizlerde kirlenme ve su kaynaklarının tahribatı günümüz dünyasının önde gelen sorunlarından birisidir(2).

Marmara Denizi'nin kuzey doğusunda yer alan İzmit Körfezi ülkemizde deniz kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerin başında gelmektedir. Çünkü, bugüne kadar endüstrilerden ve evsel atıklardan kaynaklanan atık sular genellikle kısmen arıtım veya hiç arıtım yapılmadan deniz ortamına verilmektedir(2).



Şekil- 3: Marmara Denizi ve İzmit Körfezi'nin konumu ve bölümleri (15).

2.5.1. İzmit Körfezi'ne giren kirletici kaynakların dağılımları

İzmit Körfezi yoğun endüstrileşme ve buna bağlı olarak önemli bir nüfus yoğunluğuna sahiptir. Gerek endüstriyel gerekse evsel kaynaklı atık sular körfeze boşalmaktadır. Körfezin kirliliğine neden olan kaynaklardan gelen atık yüklerinin bilinmesi eylem planının hazırlanması için son derece gereklidir. Ayrıca körfez için yapılmakta olan su kalite modelinin sağlıklı sonuçlar verebilmesi için bu bilgilerin mevcut durumu yansıtması gerekmektedir. Bu amaçla körfezin kirletici kaynakları ile ilgili mevcut araştırmalar (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22) değerlendirildiğinde bu konudaki en geniş kapsamlı çalışmanın 1984 yılında yapılmış olduğu görülmüştür(19).

İzmit Körfezi'nde kirletici kaynakların dağılımı aşağıda özetlenmiştir:

- a. Endüstriler (proses atık suları, soğutma suları, evsel atık suları, drenaj suları, arıtma tesisi çıkış suları),
- b. Yerleşim bölgeleri (evsel atık sular, küçük işletmelerin atık suları, drenaj suları),
- c. Tarım alanları (sulama suları drenajları, yağış suları drenajları),
- d. Akarsular (endüstri ve yerleşim bölgeleri drenaj suları, tarım suları ve diğer alanların drenaj suları, erozyon malzemesi),
- e. Gemiler (boşaltma, yükleme, temizleme, onarım atıkları, sintine suları),

Bu kaynaklardan, endüstriler, yerleşim bölgeleri ve akarsular noktasal, tarım alanları noktasal olmayan, gemiler ise hareketli kaynak olarak değerlendirilebilir(22).

2.6. Sanayii Kuruluşlarının Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları

Tablo-2: Sektör-Petrol Sanayii (Petrol dolum tesisleri ve benzerleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	400
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	60
Yağ ve Gres	mg / l	40
Hidrokarbonlar	mg / l	6
Fenol	mg / l	2
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg / l	0,5
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	2
pH	mg / l	6-9

Tablo-3: Sektör-Petrol Sanayii (Petrol Rafinerileri ve benzerleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	100
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	120
Yağ ve Gres	mg / l	20
Amonyun Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	40
Hidrokarbonlar	mg / l	15
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	2
Fenol	mg / l	2
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	0,2
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg / l	2
pH	mg / l	6-9

Tablo-4: Sektör-Kimya Sanayii (Sadece azot içeren gübre üretimi)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI5)	mg / l.	150
	kg / t	2
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	100
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	50
	kg / t	4
Nitrat Azotu (NH ₃ -N)	mg / l	50
	mg / l	4
pH		6-9

Tablo-5: Sektör-Kimya Sanayii (Fosfatlı gübreler ve fosforik üretimi)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
	kg / t	3
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	100
Toplam Kadmiyum	mg / l	0.5
	kg / t	0.5/1 *
Fosfat fosforu (PO ₄ ^{-P})	mg / l	35
	kg / t	9
Florür (F ⁻)	mg / l	15
	kg / t	3
pH		6-9

(*) : 50 gr. kadmiyuma kadar standart değer 0.5 g/t alınacaktır.

50-100 gr kadmiyum için standart değer 1.0 g/t olarak kullanılacaktır.

Tablo-6: Sektör-Kimya Sanayii (Azot ve diğer maddeleri içeren kompoze gübre sanayii)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
	kg / t	3
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	100
Toplam Kadmiyum	mg / l	0.5
	kg / t	0.5/1 *
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	50
	kg / t	14
Nitrat Azotu (NH ₃ -N)	mg / l	50
	kg / t	14
Fosfat fosforu (PO ₄ ^{-P})	mg / l	35
	kg / t	3
Florür (F ⁻)	mg / l	15
	kg / t	3-5
pH		6-9

Tablo-7: Sektör-Endüstriyel nitelikli diğer atık sular (Benzin istasyonları, yer taşıt yıkama atık suları)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Yağ ve Gres	mg / l	20
Balık Biyodeneyi (ZSF)		20
pH		6-9

Tablo-8: Sektör-Kimya Sanayii (İlaç üretimi ve benzerleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	50
Balık Biyodeneyi (ZSF)		6
pH		6-9

Tablo-9: Sektör-Kimya Sanayii (Boya ürünleri ve benzerleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	60
Balık Biyodeneyi (ZSF)		3
pH		6-9

Tablo-10: Sektör-Kimya Sanayii (Boya hammadde ve yardımcı madde üretimi

v.b.)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	0.5
Kadmiyum (Cd)	mg / l	0.15
Çinko (Zn)	mg / l	4
Toplam Krom	mg / l	2
Kurşun (Pb)	mg / l	2
Demir (Fe)	mg / l	30
Toplam siyanür (Cn ⁻)	mg / l	2
Balık Biyodeneyi (ZSF)		5
pH		6-9

Tablo-11: Sektör-Deri, deri mamulleri ve benzeri sanayilerin atık sularının alıcı ortama deşarj standartları

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	150
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	250
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	200
Yağ ve Gres	mg / l	30
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	2
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	0.5
Toplam Krom	mg / l	3
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4
pH		6-9

Tablo-12: Sektör-Gıda Sanayii (Maya üretimi)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	400
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	200
Yağ ve Gres	mg / l	60
pH		6-9

Tablo-13: Sektör-Kimya Sanayii (Kauçuk üretimi ve benzerleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	60
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	65
pH		6-9

Tablo-14: Sektör-Küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlenmesi yapılmayan diğer sanayiler)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	160
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	200
Yağ ve Gres	mg / l	20
Toplam Fosfor	mg / l	2
Toplam Krom	mg / l	2
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	0.5
Kurşun (Pb)	mg / l	2
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg / l	1
Kadmiyum (Cd)	mg / l	0.1
Demir (Fe)	mg / l	10
Florür (F ⁻)	mg / l	15
Bakır (Cu)	mg / l	3
Çinko (Zn)	mg / l	5
Cıva (Hg)	mg / l	-
Balık Biyodeneyi (ZSF)		10
pH		6-9

Tablo-15: Sektör (Su yumuşatma, demineralizasyon ve rejenerasyon, aktif karbon yıkama rejenerasyon tesisleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Klorür (Cl ⁻)	mg / l	2000
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg / l	3000
Demir (Fe)	mg / l	10
Balık Biyodeneyi (ZSF)	mg / l	10
pH		6-9

Tablo-16: Sektör-Gıda Sanayii (Zeytinyağı ve sabun üretimi, katı yağ rafinasyonu)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg / l	250
Yağ ve Gres	mg / l	60
pH		6-9

Tablo-17: Sektör-Kimya Sanayi (Petrokimya ve hidrokarbon üretim tesisleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	mg / l	100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg / l	300
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	200
Yağ ve Gres	mg / l	20
Hidrokarbonlar	mg / l	15
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	20
Fenol	mg / l	2
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg / l	1
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	2
Civa (Hg)	mg / l	-
Kadmiyum (Cd)	mg / l	0.15
Çinko (Zn)	mg / l	1
Kurşun (Pb)	mg / l	1
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	0.5
Bakır (Cu)	mg / l	1
Balık Biyodeneyi (ZSF)		6
PH		6-9

Tablo-18: Sektör-Tekstil sanayii (Açık elyaf, iplik üretimi ve terbiye)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	80
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	350
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	5
Serbest Klor (S.Cl ⁻)	mg / l	03
Toplam Krom T.Cr		2
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	0.1
Süfit	mg / l	1
Yağ ve Gres	mg / l	10
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4
pH		6-9

Tablo-19: Sektör-Gıda Sanayii (Yağlı tohumlardan yağ çıkarılması ve sıvı yağ rafinasyonu- zeytinyağı hariç)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Yağ ve Gres	mg / l	60
pH		6-9

Tablo-20: Sektör-Selüloz, kağıt, karton ve benzeri sanayii (Saf selülozdan elde edilen çok ince dokulu kağıt)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	120

Tablo-21: Sektör-Tekstil sanayi (açık elyaf, iplik üretimi ve terbiyesi)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	90
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	400
Toplam Askıda Katı madde	mg / l	140
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	5
Serbest Klor	mg / l	0.3
Toplam Krom	mg / l	2
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	0.1
Sülfid	mg / l	1
Fenol	mg / l	1
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4
pH		6-9

Tablo-22: Sektör-Metal sanayii (Elektrolitik kaplama)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	100
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	125
Yağ ve Gres	mg / l	20
Nitrit Azotu (NO ₂ ^{-N})	mg / l	5
Aktif Klor	mg / l	0.5
Toplam Krom	mg / l	1
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	0.5
Alüminyum (Al)	mg / l	3
Florür (F ⁻)	mg / l	50
Çinko (Zn)	mg / l	3
Balık Biyodeneyi (ZSF)		2
pH		6-9

Tablo-23: Sektör-Metal sanayii (Genelde metal hazırlama ve işleme)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	125
Yağ ve Gres	mg / l	20
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	100
Nitrit Azotu (NO ₂ -N)	mg / l	10
Sülfür (S ⁻²)	mg / l	0.5
Toplam Krom	mg / l	2
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	2
Kurşun (Pb)	mg / l	0.5
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg / l	2
Cıva (Hg)	mg / l	0.5
Kadmiyum (Cd)	mg / l	0.05
Alüminyum (Al)	mg / l	0.5
Demir (Fe)	mg / l	3
Florür (F ⁻)	mg / l	3
Bakır (Cu)	mg / l	50
Nikel (Ni)	mg / l	3
Çinko (Zn)	mg / l	3
Gümüş (Ag)	mg / l	5
Balık Biyodeneyi (ZSF)		
pH		
Aktif Klor	mg / l	0.5

Tablo-24 :Sektör-Gıda Sanayi (Süt ve süt ürünleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	170
Yağ ve Gres	mg / l	60
pH		6-9

Tablo-25: Sektör-Su yumuşatma demineralizasyon, aktif karbon yıkama ve rejenarasyon tesisleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Klorür (Cl)	mg / l	2000
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	mg / l	3000
Demir (Fe)	mg / l	10
Balık Biyodeneyi (ZSF)		10
pH		6-9

Tablo-26: Sektör-Maden sanayii (Seramik ve topraktan kap-kacak yapımı ve benzerleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	80
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	100
Kurşun (Pb)	mg / l	1
Kadmiyum (Cd)	mg / l	0.1
pH		6-9

Tablo-27: Sektör-Metal sanayii (İletken plaka imalâtı)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l.	2500
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	125
Yağ ve Gres	mg / l	20
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	100
Toplam Krom	mg / l	2
Krom (Cr ⁺⁶)	mg / l	1
Kurşun (Pb)	mg / l	0.5
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg / l	0.2
Demir (Fe)	mg / l	3
Florür (F ⁻)	mg / l	50
Bakır (Cu)	mg / l	2
Nikel (Ni)	mg / l	3
Gümüş (Ag)	mg / l	0.1
Balık Biyodeneyi (ZSF)		10
pH		6-9

Tablo-28: Sektör-Evsel nitelikli atık sular (Sınıf 1, kirlilik yükü ham 80'i olarak 60' kg/gün'den küçük nüfus<1000)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saat-lik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	50
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	180
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	70
pH		6-9

Tablo-29: Sektör-Metal sanayii (Sıcak galvanizleme (çinko kaplama) tesisleri)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	200
Askıda Katı Madde (AKM)	mg / l	125
Yağ ve Gres	mg / l	20
Amonyum Azotu (NH ₄ -N)	mg / l	400
Kadmiyum (Cd)	mg / l	0.1
Demir (Fe)	mg / l	3
Florür (F ⁻)	mg / l	50
Çinko (Zn)	mg / l	5
Balık Biyodeneyi (ZSF)		10
pH		6-9

Tablo-30: Sektör-Selüloz, kağıt, karton ve benzeri sanayii (%5'ten fazla odun lifleri ihtiva eden ancak kırıntı kağıt yüzdesi yüksek olmayan kağıt)

Parametre	Birim	Kompozit numune (2' saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	mg / l	35
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg / l	100

3.GEREÇ VE YÖNTEM

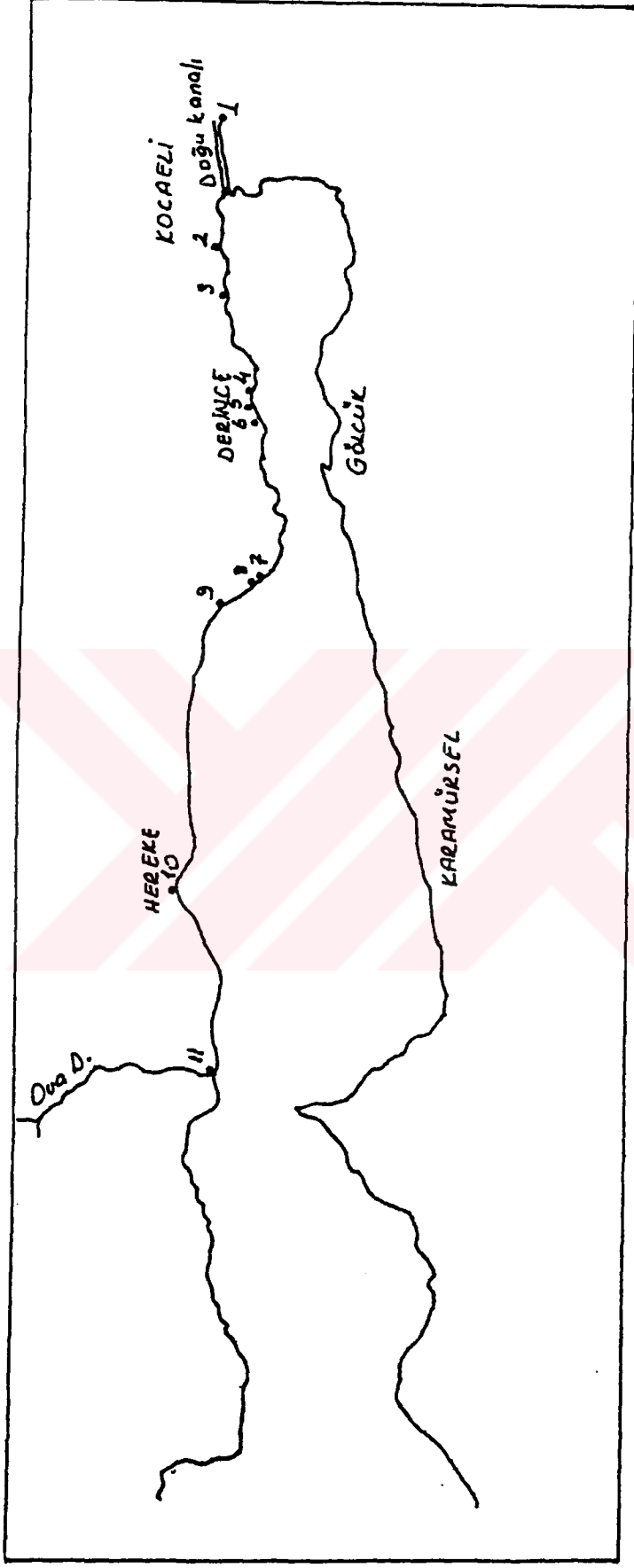
3.1.GEREÇ

Bu çalışmada İzmit Körfezine'ne deşarj eden büyük sanayii kuruluşuna ait atık suların ve bu kuruluşların alıcı ortama deşarj noktalarından körfez deniz suyunun analizleri yapıldı. Analizler Kocaeli İl Çevre Müdürlüğü Lâboratuvarlarında gerçekleştirildi.

Atık suların analizleri, "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" alıcı ortama deşarj standartlarında belirtilen parametrelerden; biyokimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, pH, yağ ve gres, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, klorür, florür, sülfür ve alüminyum bakımından yapıldı. Ayrıca ağır metallerden:nikel, kurşun, krom, kadmiyum, bakır, çinko, demir, gümüş ve siyanür ölçümleri saptandı. Sanayii kuruluşlarının alıcı ortama deşarj eden 11 farklı noktasından ve açıktan deniz suyu numuneleri alınarak "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" alıcı ortama deşarj standartları parametrelerinden; amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu ve fosfat fosforu bakımından incelendi.

Ömekler, endüstri kuruluşlarının proses özelliğine göre endüstriyel, evsel ve kimyasal arıtma atık sularının giriş ve çıkış deşarj noktalarından ve bu kuruluşların yoğun dönemleri olan kış aylarında alındı. Alınan ömekler özellikleri korunarak lâboratuara getirildi ve analizleri yapıldı.

Korfeze deşarj eden en büyük sanayii kuruluşları 10'u kimya sanayii, 5'i gıda sanayii,3'ü petrol sanayii, 4'ü metal sanayii, 3'ü selüloz-kağıt-karton sanayii, 2'si



Şekil- 4: Endüstriyel kaynaklı atık suların körfeze girdiği noktalar (21).

tekstil sanayii, 1'i deri-deri mamulleri sanayii, 1'i maden sanayii, 1'i aydınlatma sanayii olup, körfezin batı, orta ve doğusunda dağılım göstermektedir.

3.2.YÖNTEM

3.2.1.Örnek Alınması

Atık su örnekleri sanayii kuruluşlarının proses özelliğine göre endüstriyel, evsel veya kimyasal arıtma giriş ve çıkışlarından alındı. Örnekler ORI numune alma cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. 2 lt' lik cam kaplar atık su örneği ile çalkalanıp cihaza yerleştirildi. Su alma hortumu cihaza takılarak örnek alınacak atık su deşarj noktasına yerleştirildi. Cihaz programlanarak, her yarım saatte bir 2 saatlik kompozit numune alındı. Alınan numune kaplarının üzerine numunenin alındığı yer, tarih, saat ve debi özellikleri kaydedilerek lâboratuarlara getirildi.

Deniz suyu örnekleri de sanayii kuruluşlarının denize deşarj bölgelerinden ve açıktan aynı yöntemle alınarak " Su kirliliği Kontrol Yönetmeliği " esaslarına uyularak lâboratuara getirildi.

Atık su örnekleri bir gün içerisinde analizleri yapıldığından düşük sıcaklıklarda (+4 °C) saklanarak organizmaların meydana getireceği değişimler önlendi. Endüstri kuruluşlarının atık suları ve deniz suyu analizleri Titaş Otomatik Analiz cihazları kullanılarak yapıldı.

3.2.2. pH Değeri Tayini

TOA Water PH-Metre cihazı kullanıldı. Numune kabı analizi yapılacak su ile çalkalandı. İşaretili yerine kadar şırınga ile su numunesi dolduruldu (~10' ml) Üzerine 5 damla pH indikatör çözeltisi (Reagent 4) damlatıldı. Kapağı kapatılarak çalkalandıktan sonra pH değeri skaladan okundu(23).

3.2.3.Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini (BOI₅)

BOI₅ analizi için gerekli numunelerin alınmaları ve saklanmaları sırasında bozulma ihtimalleri bulunmaktadır. Numune alınması ile test edilmesi arasında meydana gelen oksijen gereksinimi değişmesini azaltmak için, bütün numuneler +4 °C' de veya altında saklanarak, numunenin alınmasından sonra 24 saati geçmemek üzere inkübasyona başlandı.

Belirli bir atık suyun tam stabil hale gelmesi için çok uzun bir inkübasyon dönemi gerektirdiğinden numuneler 20 °C'ye ayarlanmış bir inkübatörde 5 gün bekletildi.

BOI₅ tayininde, seyreltme ve aşılama metodu uygulanarak Velp BOI cihazı kullanılarak ölçüm yapıldı(25).

3.2.4.Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

KOI tayininde direkt foto metrik metot uygulanarak ölçüm yapıldı(25).

3.2.5.Askıda Katı Madde Tayini (AKM)

Askıda katı maddelerin tayini, atık su arıtma tesislerinin çalışmalarını, verimliliğini, özellikle birinci çökeltmenin verimliliğini belirlemek için uygulandı. Test, tesisin giriş ve çıkış sularında yapıldı.

Askıda katı madde tayininde, gravimetrik metot uygulanarak ölçüm yapıldı(26).

3.2.5.Yağ ve Gres Tayini

Yağ ve gres tayininde soxhelet ekstraksiyon metodu uygulandı(25).

3.2.6.Diğer Parametrelerin Tayini

Amonyum azotu, nitrat, nitrit, fosfat, florür, sülfür, sülfat, klor, klorür, alüminyum ve ağır metallerin tayininde direkt fotometrik metot uygulanarak ölçüm yapıldı (25).

3.2.7.Atık Yükün Saptanması

Kaynakların atık yükleri, körfeze akıtılan atık suların debileri (m³/gün) ve atık sulardaki kirlilik parametreleri belirlenerek saptandı. Bu amaçla endüstri kuruluşlarındaki yetkililerden elde edilen atık suların debileri ile, atık sulara ait BOI₅, AKM, Yağ ve

gres, toplam ağır metal değerleri ayrı ayrı çarpılarak her parametreye ait atık yükü önce g/gün olarak saptandı. Elde edilen değerin 1000'e bölünmesiyle atık yük kg/gün olarak elde edildi.



4.BULGULAR

İzmit Körfezi'ne deşarj eden sanayii kuruluşları 9 ayrı grup halinde incelendi.

Tablo-32' de Kimya Sanayii'ne, Tablo-33'de Gıda Sanayii'ne, Tablo-34'de Petrol Sanayii'ne, Tablo-35'de Metal Sanayii'ne, Tablo-36'da Selüloz, Kağıt, Karton Sanayii'ne, Tablo-37'de Tekstil Sanayii'ne, Tablo-38'de Deri, Deri Mamulleri ve Benzeri Sanayii'ne Tablo-39'da Maden Sanayii'ne, Tablo-40'da Aydınlatma Sanayii'ne ait atık suların kirlilik parametreleri belirtildi. Aynı zamanda kaynaklara ait kirlilik parametrelerinden BOI₅, AKM, yağ ve gres toplam ağır metal değerlerinin atık yükleri hesaplanarak kg/gün olarak tablolarda gösterildi.

Ayrıca körfeze kirlilik taşıyan büyük sanayii kuruluşlarının denize deşarj noktalarından ve açıktan alınan deniz suyu analiz sonuçları da Tablo-41'de belirtildi.

Tablo:31-Kimya Sanayii'ne ait atık suların kirlilik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi		BOİs		AKM		Yağ ve Gres		Toplam ağır metal (Cr,Cd, Zn, T, Cr, Pb, Fe, CN ⁻ , Cu)		KOI	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	Florür	Fenol	S ²⁻	pH	Değerlendirilmesini aşan parametreler
	m ³ /gün	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün									
A1 (Gübre üretimi) Havuz yıkama suyu	120	---	---	4975.2	41460	---	---	---	---	---	2990	0.37	5.12	0.48	---	---	---	2.5	AKM çok yüksek
A2 (Boya üretimi vb) Kimyasal arıtma	104	1.87	---	6.16	59.2	---	---	---	0.61	0.06	38.6	---	---	---	---	---	---	8.1	---
A3 (Boya üretimi vb) Endüstriyel arıtma	68	---	---	1.65	24.25	---	---	---	4.57	0.31	158	---	---	---	---	---	---	6.59	T CN yüksek
A4 (İlaç üretimi vb) Endüstriyel arıtma	4	46	0.18	0.07	17.5	---	---	---	---	---	143	---	---	---	---	---	---	6.15	---
A5 (İlaç üretimi vb) Eysel arıtma	4	12	0.05	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6.44	---
A6 (İlaç üretimi vb) Endüstriyel arıtma	120	14	1.68	1.75	14.6	27	324	---	---	---	34	---	---	---	---	---	---	6.25	---
A7 (Kauçuk üretimi vb) Kimyasal arıtma	120	13	3.25	5.68	22.7	---	---	---	---	---	46	---	---	---	---	---	---	6.13	---
A8 (Lastik ve kolon üretimi vb) Eysel arıtma	600	48	28.8	17.88	29.18	---	---	---	---	---	105	63	---	---	---	---	---	6.9	---
A9 (Lastik ve kolon üretimi vb) Eysel arıtma	220	8	1.76	4.82	21.9	---	---	---	---	---	24	5.28	---	---	---	---	---	6.8	---
A10 (petrokimya hidrokarbon üretimi) Biyolojik arıtma	9000	20	180	196.2	21.8	11.6	104.4	0.922	8.29	8.29	503	0.95	---	---	---	0.37	0.03	6.79	---
Toplam	10360	---	217.59	5209.41	---	---	107.64	---	8.66	35887	6960	5.12	0.48	---	---	0.37	0.03	---	---

K I M Y A S A N A Y I I

Tablo:32-Gıda Sanayiine ait atık suların kirlielik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi		BO ₅		AKM		Yağ ve Gres		KOl	pH	Deşarj standartlarını aşan parametreler
	m ³ /gün		mg/l	kg/gün	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l			
B ₁ (Sıvı yağ rafinasyonu) Kimyasal arıtma	60	---	---	---	---	---	46.045	2.763	4443	6.86	KOl yüksek
B ₂ (Maya üretimi) Kimyasal arıtma	8000	110	880	118	944	14.8	118.4	921	448	7.2	BO ₅ , KOl yüksek
B ₃ (Süt ve süt ürünleri) Endüstriyel arıtma	0.5	217	0.11	---	---	488.5	0.24	172	6	6	BO ₅ , yağ ve gres KOl çok yüksek
B ₄ (Dondurulmuş gıda üretimi) Eysel arıtma	0.2	46	0.01	22.6	0.05	---	---	---	---	6	-----
B ₅ (Sitrik asit üretimi) Eysel arıtma	1480	71	105.08	166.8	246.86	67.8	100.34	776	7.3	7.3	Yağ ve gres KOl çok yüksek
Toplam	9540.7		985.2		1190.91		221.743	6760			

G İ D A S A N A Y İ İ

Tablo:33-Metal Sanayiine ait atık suların kirlilik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi m ³ /gün	AKM		Yağ ve Gres		Toplam ağır metal(Cr ⁶⁺ , Cd, Zn, T.cr, Pb, Fe, T.CN, Cu)		KOl	NH ₄ -N	F ⁻	S ⁻²	A.Cl ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	NO ₃ -N	Al	pH	Deşarj standart larını aşan paramet reler
		mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün											
C1 (Genelde metal hazırlama ve işleme, çinko kaplama) Kimyasal arıtma	730	23.4	17.08	10.75	7.85	1.27	0.93	66.1	0.20	0.22	0.01	0.03	---	---	---	---	8	---
C2 (Metal hazırlama -elektrolitik kaplama) Endüstriyel arıtma	450	13.4	6.03	10.90	4.91	0.14	0.06	34.6	0.63	0.73	---	---	0.07	446	0.13	0.06	6.3	---
C3 (Metal hazırlama -iletken plaka imalatı) Endüstriyel arıtma	72	13.7	0.99	9.29	0.67	2.63	0.18	229	0.27	0.45	0.1	0.78	---	---	0.18	0.21	7.5	KOl, A.Cl Yüksek
C4 (Boru endüstrisi) Endüstriyel arıtma	2300	77.2	177.56	13.7	31.51	0.76	1.75	36.7	73.5	2.39	---	---	---	---	---	---	9.18	pH yüksek
Toplam	3552		201.66		44.94		2.92	366.4	74.6	3.79	0.11	0.81	0.07	446	0.31	0.27		

METAL SANAYII

Tablo:34-Petrol Sanayii'ne ait atık suların kirlilik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi m ³ /gün	BOI ₅		AKM		Yağ ve Gres		Toplam ağır metal (Cr ⁶⁺ ,CN ⁻)		KOI	NH ₄ -N	S ⁻²	Fenol	pH	Deşarj standartları için aşan parametreler
		mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün						
D1 (Petrol rafinerileri vb.) Endüstriyel arıtma	3740	24	89.77	14.6	54.60	10.3	38.52	0.13	0.48	10.1	1.22	0.17	0.53	7.40	---
D2 (Petrol dolum tesisleri vb.) Endüstriyel arıtma	120	11	1.32	18.35	2.20	3.37	0.41	0.01	0.001	26	---	0.1	0.28	6.11	---
D3 (Petrol dolum tesisleri vb.) Endüstriyel arıtma	110	51	5.61	16	1.76	13.2	1.45	0.01	0.001	162	---	0.1	0.56	7.15	---
Toplam	3970		96.7		58.56		40.38		0.482	289	1.22	0.37	1.37		---

PETROL SANAYII

Tablo:35-Selüloz- Kağıt- Karton Sanayi'ne ait atık suların kirlielik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi		BOI ₅		AKM		KOl	pH	Deşarj standartlarını aşan parametreler
	m ³ /gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l			
E1 (Nişasta katkıli kağıt- kırıntı kağıttan elde edilen kağıt)	27500	6	165	---	---	---	21	---	---
E2 (Yüzey kaplamalı dolgulu kağıt)	30	40	1.2	396.8	119.04	---	805	6.8	AKM, KOI çok yüksek
E3 (Saf selülozdan elde edilen çok ince dokulu kağıt)	1563	17	26.58	---	---	---	36	---	---
Endüstriyel arıtma	29093		192.78		119.04		362		
Toplam									

Tablo:36-Tekstil Sanayi'ne ait atık suların kirlielik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi		BOI ₅		Yağ ve Gres		Toplam ağır metal (T,Cr)		NH ₄ -N	C.Cl ⁻	S ⁻²	Fenol	pH	Deşarj standartlarını aşan parametreler
	m ³ /gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l	kg/gün	mg/l						
F1 (Açık elyaf, iplik üretimi ve terbiyesi) Endüstriyel arıtma	400	175	70	52.51	21.04	0.03	0.01	0.01	4.75	0.83	0.12	2.36	10.9	BOI ₅ Yağ ve gres, KOI, S Cl ⁻ , S ⁻² , Fenol, pH yüksek
F2 (Dokunmuş kumaş terbiyesi vb.) Kimyasal arıtma	400	110	44	---	---	0.03	0.01	0.01	3.31	---	0.1	2.42	10.5	BOI ₅ , S ⁻² , Fenol, pH yüksek
Toplam	800		114		21.04		0.02	0.02	8.06	0.83	0.22	4.78		

Tablo:37-Maden Sanayi'ne ait atık suların kirillik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi m ³ /gün	AKM		Toplam ağır metal (Cd, Pb)		KOI	pH	Deşarj standartlarını aşan parametreler
		mg/l	kg/gün	mg/l	mg/l			
H1 (Seramik ve toprak- tan kap- kacak yapımı) Endüstriyel arıtma	900	32.26	29.03	0.14	0.13	66	7.38	---
Toplam	900		29.03		0.13	68		---

Tablo:38-Deri- Deri Mamulleri ve Benzeri Sanayi'ne ait atık suların kirillik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi m ³ /gün	AKM		Yağ ve Gres	Toplam ağır metal (T.Cr, Cr ⁺⁶ , Fe)		Klorür	Sulfat	pH	Deşarj standartlarını aşan parametreler
		mg/l	kg/gün		mg/l	kg/gün				
G (Aglomera deri ve pres karton) Endüstriyel arıtma	1078	65.8	70.93	25.8	1.84	1.98	274	37.3	6.19	Yağ ve gres. KOI yüksek
Toplam	1078		70.93			1.98	274	37.3		

Tablo:39-Aydınlatma Sanayi'ne ait atık suların kirillik parametreleri

Endüstri Kuruluşu	Debi m ³ /gün	BOİs		AKM	KOI	pH	Deşarj standartlarını aşan parametreler
		mg/l	kg/gün				
I (Floresan lamba üretimi) Evsel arıtma	56	23	1.29	16	0.9	39	6.2
Toplam	56		1.29		0.9	39	

Tablo : 40-Körfez Deniz Suyu Analiz Sonuçları

Deşarj Noktası	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
	mg / l	mg / l	mg / l	mg / l
1	0.023	< 0.015	< 0.023	0.918
Açıktan	0.010	< 0.015	< 0.023	0.113
2	0.603	< 0.015	< 0.023	< 0.05
Açıktan	0.018	< 0.015	< 0.023	< 0.05
3	1.71	< 0.013	< 0.023	0.298
Açıktan	0.360	< 0.015	< 0.023	< 0.05
4	0.068	< 0.125	< 0.023	< 0.05
Açıktan	0.023	< 0.100	< 0.023	0.372
5	0.045	< 0.015	< 0.023	< 0.05
Açıktan	0.022	< 0.015	< 0.023	< 0.05
6	0.095	< 0.026	< 0.023	< 0.05
Açıktan	0.013	< 0.015	< 0.023	< 0.05
7	1.17	< 0.015	< 0.023	< 0.05
Açıktan	0.247	< 0.015	< 0.023	< 0.05
8	0.630	< 0.015	< 0.023	1.64
Açıktan	0.232	< 0.015	< 0.023	0.86
9	3.78	< 0.026	< 0.023	2.85
Açıktan	1.62	< 0.015	< 0.023	< 0.05
10	1.40	< 0.033	< 0.023	< 0.05
Açıktan	0.93	< 0.015	< 0.023	< 0.05
11	.28	< 0.015	< 0.023	1.64
Açıktan	---	---	---	---
Toplam	9.804	< 0.313	< 2.53	7.646
Açıktan Toplam	3.475	< 0.235	< 2.3	1.695

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

İzmit Körfezi'ne deşarj eden sanayii kuruluşları atık sularının analiz sonuçlarına göre; Kimya Sanayii endüstri kuruluşlarından A₁ (gübre üretimi) de AKM 4975.2 kg/gün, KOİ 2990 mg/l, A₃ (boya üretimi v.b.) de T.CN 0.24 kg/gün, Gıda Sanayii B₁ (sıvı yağ rafinasyonu) de KOİ 4443 mg/l, B₂ (maya üretimi) de BOİ₅ 880 kg/gün, KOİ 921 mg/l, B₃ (süt ve süt ürünleri) de BOİ₅ 0.11' kg/gün, yağ ve gres 0.24 kg/gün, KOİ 448 mg/l, B₅(sitrik asit üretimi) de yağ ve gres 100.34 kg/gün, Koi 776 776 mg/l, Metal Sanayii C₃ (Metal hazırlama- İletken plâka imalâtı) de KOİ 229 mg/l, A.Cl 0.78 mg/l, C₄ (Boru endüstrisi) de pH 9.18, Selüloz- Kağıt- Karton Sanayii E₂ (Yüzey kaplamalı dolgulu kağıt) de AKM 119.04 kg/gün, KOİ 805 mg/l, Tekstil Sanayii F₁ (açık elyaf, iplik üretimi ve terbiyesi) de BOİ₅ 70 kg/gün, yağ ve gres 21.04, S.Cl 0.38 mg/l, S⁻² 0.12 mg/l, Fenol 2.36 mg/l, pH 10.9, F₂ (Dokunmuş kumaş terbiyesi) de BOİ₅ 44 kg/gün, S⁻² 0.1 mg/l, Fenol 2.42 mg/l, pH 10.5, Deri- Deri Mamulleri Sanayii G (aglomera deri ve pres karton) de yağ ve gres 27.81 kg/gün, KOİ 944 mg/l olup " Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği " deşarj standartlarının üzerinde olduğu belirlendi.

Diğer endüstri kuruluşlarından Kimya Sanayii'nin A₂ (boya üretimi v.b.), A₄, A₅, A₆ (ilaç üretimi v.b.), A₇ (kauçuk üretimi v.b.), A₈, A₉ (lastik kolon üretimi), A₁₀ (petro- kimya hidrokarbon üretimi), Gıda Sanayii B₄ (dondurulmuş gıda üretimi) Metal Sanayii C₁ (genelde metal hazırlama ve işleme, çinko kaplama), C₂ (metal hazırlama-elektrolitik kaplama) D₁ (petrol rafinerileri vb..) D₂, D₃ (petrol dolum

tesisleri), Selüloz- Kağıt- Karton Sanayii E₁ (nişasta katkılı kağıt- kırpıntı kağıttan elde edilen kağıt) , E₃ (saf selülozdan elde edilen çok ince dokulu kağıt) , Maden Sanayii H (seramik ve topraktan kap- kacak yapımı) , Aydınlatma Sanayii I(flüoresan lamba üretimi) kirlilik parametreleri deşarj standartlarına uygundur.

Yapılan bu çalışmalar sonucu, endüstri kuruluşlarından körfeze günde 59349.7 m³ su ile birlikte 1607.59 kg/gün BOİ₅, 6881.18 kg/gün AKM, 463.533 kg/gün yağ ve gres, 14.192 kg/gün toplam ağır metal, 17.50 mg/l girmekte olduğu anlaşılmıştır.

1995 yılında İzmit Körfezi'ne günde endüstriyel kaynaklı yaklaşık 163.000 m³ atık su ile 24 ton BOİ₅, 19.4 ton AKM, 1.5 ton P ve 2.4 ton N girmekte olduğu belirtilmiştir (23).

1984 yılında ise Körfeze endüstriyel kaynaklardan günde 171500 m³ su ile birlikte 80 ton BOİ₅, 80 ton AKM, 2 ton P ve 14 ton N verilmekteydi (20).

Bulgularımızdan da görüldüğü gibi son yıllarda endüstriyel kaynaklı atık su yüklerinde önemli ölçüde azalma saptanmıştır. Bu değişikliğin en önemli nedeni uygulanmakta olan kontrol ve yönetim sisteminin sonucunda yapılan endüstriyel arıtma tesisleridir.

Bulgularımıza göre Tablo 33'te belirtilen Gıda Sanayii'ne ait endüstri kuruluşlarından B₁ (sıvı yağ rafinasyonu), B₂ (maya üretimi), B₃ (süt ve süt ürünleri) ve B₅ (sitrik asit üretimi) İzmit Körfezi'nde en yüksek kirlilik yükü taşıyan kaynaklardır. Bu endüstri kuruluşlarının 2'si körfezin doğusunda yer almaktadır. Bunları kirlilik yükü bakımından Tekstil Sanayii'ne ait endüstri kuruluşlarından F₁(açık elyaf , iplik üretimi ve terbiyesi) , F₂ (dokunmuş kumaş terbiyesi) ve Selüloz- Kağıt- Karton Sanayii'ne ait E₂ (yüzey kaplamalı dolgulu kağıt) kuruluşları izlemektedir .

Endüstrilerden gelen atık sular körfeze yaklaşık 11 farklı noktadan girmektedir. Bunlardan bazıları doğrudan denize, bazıları ise kanal veya dere aracılığı ile dolaylı yapılan deşarjlardır.

Geveci ve arkadaşları (2), kirliliğin kaynaktan başlayarak deniz suyunun doğal hareketiyle körfez içerisinde dağıldığını ve sonuç olarak kaynağın civarında yüksek olan kirliliğin açıklara doğru azalarak devam ettiğini bildirmektedirler. Tablo 41'de de görüldüğü gibi körfez deniz suyu analiz sonuçlarımıza göre; endüstri kuruluşlarının körfeze deşarj noktalarından alınan örneklerde TN 12.647 mg/l. iken, açıktan alınan örneklerde TN 6.010 mg/l., körfeze deşarj noktalarından alınan örneklerde TP 7.646 mg/l. iken, açıktan alınan örneklerde TP 1.695 mg/l. olup kirlilik açıklara doğru azalmaktadır. Ayrıca Tablo 41'de belirtilen deniz suyu analiz sonuçları incelendiğinde, endüstriyel kaynaklı atık suların körfeze deşarj noktalarında NH₄-N bakımından en düşük (0.023 mg/l) 1 no'lu, en yüksek (3.78 mg/l) 9 no'lu, NO₂-N değeri en düşük (<0.015 mg/l) 1,2,5,7,8,11, no'lu, en yüksek (0.125 mg/l) 4 no'lu, NO₃-N değeri (<0.23 mg/l) olup 11 noktada da aynı değerde, PO₄-P değeri en düşük (<0.05 mg/l) 2,4,5,6,7,10 no'lu, en yüksek (2.85 mg/l) 9 no'lu deşarj noktası olduğu belirlendi.

Bulgularımıza göre Tablo 41'de belirtilen 11 nokta incelendiğinde, 9 no'lu deşarj noktasının NH₄-N ve PO₄-P değeri bakımından en yüksek kirlilik yükü taşıyan nokta olduğu belirlendi.

Tablo 32'de görüldüğü gibi bu bölgede yer alan Kimya Sanayii'ne ait A10 (petro- kimya hidrokarbon üretimi) endüstri kuruluşunda 9000 m³/gün debi ile atık yük olarak BOI₅ 180 kg/gün, AKM 196.2 kg/gün, yağ ve gres 104.4 kg/gün, toplam ağır metal 8.29 kg/gün tespit edilmiştir. Bu kuruluşun atık sularındaki kirlilik parametrelerinin, " Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği " deşarj standartlarına uygun olmasına rağmen debisinin yüksek olması nedeniyle 9 no'lu noktadan elde edilen atık

yük yüksek değerlerdedir. Bu da 9 no'lu noktadaki deniz suyunda $\text{NH}_4\text{-N}$ 'u ve $\text{PO}_4\text{-P}$ 'nun yüksek değerlerde olmasını açıklamaktadır.

Bunu TN bakımından 3 no'lu, 10 no'lu ve 7 no'lu deşarj noktaları takip etmektedir.

Sonuç olarak, daha önceki yıllarda elde edilen değerler göz önünde tutulduğunda İzmit Körfezi'nde uygulanmakta olan kontrol ve yönetim sisteminin sonucunda yapılan endüstriyel atık su arıtma tesislerinin yararlı olduğu görülmektedir.

Bulgularımıza göre 30 endüstri kuruluşundan 12 kuruluşun atık sularının deşarj standartlarına uygun olmadığı, özellikle Gıda Sanayii'ne ait kuruluşlarda atık yükün fazla olduğu saptanmıştır. Endüstriyel kaynaklı yüklerin gelecekte artmaması için, kurulması düşünülen tesislerin çevre sağlığı ve ekolojik dengenin korunması açısından, üçüncül arıtım uygulanması sağlanmalıdır.

6.KAYNAKLAR

1.KOCASOY, G. : Atık su arıtma tesisleri, TMMOB Kim. Müh. Odası, İstanbul, 1991,1-13.

2.GEVECİ, A., MORKOÇ, E., KURTER, A., LEGOVIÇ, T., OKAY, O.S. : Kıyı sularında ve yarı kapalı deniz havzalarında endüstriyel gelişmelerin etkileri-özel çalışma alanı olarak İzmit Körfezi, Tübitak, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Gebze-Kocaeli,1995, 1-59.

3.YİĞİT, V., ÖZBAL, H., CERİTOĞLU, A., MÜFTİGİL, N., AKŞIRAY, F. : İzmit körfezindeki ağır metal kirliliğinin su ve dip çamuru ortamındaki dağılımı ile bazı canlılardaki Tübitak, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Gıda Teknolojisi Bölümü, Gebze birikimi, -Kocaeli, 1982, 3-4

4.İLLER BANKASI : Atık su arıtma tesisleri proses-işletme-bakım el kitabı, Ankara,1989, 1-17.

5.ANONİM : Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Resmi Gazete,4 Eylül 1988, 199/9.

6.GÜNŞEN, U : Su kirliliği parametreleri semineri, Bursa,1995.

7.TÜNAY, O., ORHAN, D., BEDERLİ, A. : Endüstriyel atık suların ön arıtması, Teknoloji iletimi semineri, No : 1, İSO-SKATMK, 1991.

8.KOCASOY,G. : Atık su arıtma tesisleri, Atıksu arıtma sistemleri okulu. TMMOB Kim. Müh. Odası, 1. Baskı,İstanbul,1989.

9.AYYILDIZ, M., YILDIRIM, O. : Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Önder matbaa, Ankara,1983, 67-78-80.

10.CURİ, K.(ed),Treatment and Disposal of Liquid and Solid Industrial Wastes Pergamon Press, Oxfort, 1980

11.ZEYTİNOĞLU, E. : Bursa bölgesi gıda sanayii atık sularının çevre kirliliğine etkileri, Bursa,1993,3.

12.ALP, K. : Atık sulardaki kirletici katı maddeler, Atık su analiz okulu, TMMOB Kim. Müh. Odası, İstanbul, 1991.

13. KOCASOY,G. : Atık sularda yağ ve gres, Atık su arıtma sistemleri okulu. TMMOB Kim. Müh. Odası, İstanbul,1989.

14.KARPUZCU, M. : Çevre kontrolünün esasları, İ.T.Ü. İnşaat Fak. ders notları, İstanbul,1981, 12-30.

15.MORKOÇ, E., TUĞRUL, S., OKAY, O.S., LEGOVIÇ, T. : Eutrophication and hydrochemical characteristics of the İzmit Bay, İstanbul, 1994,335.

16.ANONİM : İstanbul region drinking water and sewerage mater plan and feasibility studies, UNEP/WHO project,1971.

17.KOR, N. : İzmit Körfezi kirlenmesinin kontrolü, Tübitak yayını MAG-211/A, İstanbul, 1974.

18.ANONİM : İzmit kanalizasyon master planı, İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara, 1976.

19.ORHON, D., GÖNENÇ, E., TÜNAY, O., AKKAYA, M. : Çevresel kalite ölçütlerinin belirlenmesi, İzmit Körfezi'nde kirlenmenin önlenmesi ve giderilmesi projesi, İ.T.Ü-İnş. Fak., Sonuç raporu, İstanbul, 1984.

20. TİMUR, A., KINAYYİĞİT, G., DUMLU, G., İLHAN, R., ÇİLER, M. : İzmit Körfezi'nde kirlenmenin önlenmesi ve giderilmesi projesi, Teknolojik esaların saptanması, Tübitak-MAM Yayını, Gebze-Kocaeli, 1982.

21. TUĞRUL, S., MORKOÇ, E., OKAY, O.S. : The determination of oceanographic characteristics and assimilation capacity of the İzmit Bay, In wastewater treatment and disposal Ed by E. Kalafatoğlu, NATO TU-WATERS, TÜBİTAK-MAM Publ., Gebze-Kocaeli, 1989.

22. MORKOÇ, E., OKAY, O.S., GEVECİ, A. : Temiz bir İzmit Körfezi'ne doğru TUBİTAK-MAM, Gebze-Kocaeli, 1996, 24-26, 153.

23. ANONİM : TS-3263/Eylül/1979

24. ANONİM : TS-4957/Kasım/1985

25. ANONİM : Standard methods for the examination of water and wastewater, 16 th Ed., APHA, AWWA, WPCF, 1985.

26. ANONİM : TS-4957/Mayıs/1989 .

27. BABAN, A., ALTINBAŞ, U., ARMAĞAN, Z., ÇİKOĞLU, S., DÖKMECİ, S., KAVAKLI, M., KEMERDERE, N., KINLI, H. : İzmit Doğu kesimindeki açık kanalın iyileştirilmesi çalışmaları, TÜBİTAK-MAM, sonuç raporu, 1993.

7.TEŞEKKÜR

Bu araştırma çalışmalarımnda, bana her yönden destek olan ve yakın ilgilerini esirgemeyen sayın hocalarım, U.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Yalçın YILDIRIM, Prof.Dr. Aşkın BERKER'e, Danışmanım Doç.Dr. Ece SOYUTEMİZ'e Doç.Dr. Şahsene ANAR'a ve ayrıca Besin Hijyeni Anabilim Dalındaki araştırma görevlisi ve diğer görevli arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler ederim.

Ayrıca araştırmamın başlangıcından sonuna kadar her türlü imkanlarıyla bana yardımcı olan eşim Ramazan ÇOBAN'a, Çevre İl Müdürü Sayın Kemal Ali GÜL ve Müdürlük elemanlarına,TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre Mühendisi Leyla EGESSEL'e, Çevre Mühendisi Zeki ÇAYDAŞI'ya teşekkürü bir borç bilirim

8.ÖZ GEÇMİŞ

1956 Yılında Aydın'da doğdum.İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Aydın'da yaptım. Yüksek öğrenimimi 1978 yılında Gazi Üniversitesi Mesleki Eğitim Fakültesi Aile Ekonomisi Beslenme Ana Bilim Dalında tamamladım. 1978 yılından bu yana Ankara, İzmir ve Kocaeli'nde Kız Meslek Liselerinde Aile Ekonomisi ve Beslenme Öğretmeni olarak çalışmaktayım. Evliyim ve bir erkek bir kız çocuk annesiyim.