

57734

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZMİT KÖRFEZİNE ÇEVRE ATIKLARININ KATKI
ORANLARININ ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Murat BAYKARA**

**Ana Bilim Dalı : MAKİNA
Programı : ISI - ENERJİ**

EKİM 1995

**İZMİT KÖRFEZİNE ÇEVRE ATIKLARININ KATKI
ORANLARININ ARAŞTIRILMASI**

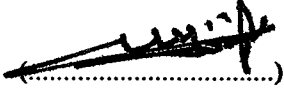
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Murat BAYKARA

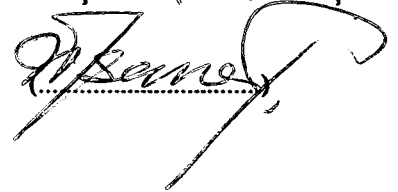
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23 Ekim 1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Aralık 1995

Tez Danışmanı Yrd.Doç.Dr. Uğur SİNANOĞLU **Başkan** Prof.Dr.H.Şinasi ONUR **Üye** Yrd.Doç.Dr. Hatil İ.SARAC







EKİM 1995

İZMİT KÖRFEZİNE ÇEVRE ATIKLARININ KATKI ORANLARININ ARAŞTIRILMASI

Murat BAYKARA

Anahtar Kelimeler: Atık sular, Çevre, Çevre kirliliği, Endüstri kirliliği, Kirlilik

Dünya üzerindeki büyük problemlerden birisi de çevre kirliliğidir. Endüstriyel atıklar çevreyi tehdit etmektedir. Bu problem henüz çözülmemiştir. İzmit körfezindeki kirlilik kaynakları aşağıdaki şu şekilde özetlenebilir. Endüstriyel atık sular, Evsel atık sular, İzmit körfezindeki deniz taşımacılığı, Marmara denizinin İzmit Körfezi ile karışımı, Tarımsal drenajlar. Bu çalışmada endüstriyel ve evsel kaynaklı atık sular incelenmiştir. Bu çalışmanın sekizinci bölümünde ondört endüstri tesisinin atık su çıkış değerleri, Dokuzuncu bölümde ise evsel atık su kaynakları incelenmiştir.



INVESTIGATION OF RELATIVE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION IN İZMİT BAY

Murat BAYKARA

Keywords :Waste Waters, Environmental, Environmental Pollution, Industrial Pollution , Pollution

The environmental pollution is one of the biggest problems in the world. Industrial waste sources are threatening environment this problem is not solved yet. In İzmit Bay the major sources of pollution are summarized bellow. Industrial waste water sources, domestic waste water sources, Sea transportation in İzmit Bay, interference of Marmara Sea to İzmit Bay and Agricultural drainage. In this study we investigated industrial and domestic waste water sources. The eighth part in this study fourteen industries was investigated. In the ninth part domestic waste water sources was investigated.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Ülkemiz gelişmekte olan bir ülkedir. Ve bu gelişmeden doğan sanayileşme çevre sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Aslında çevre sorunları yalnız sanayiden kaynaklanmaz diğer faktörlerin başında nüfus artışı ve onun beraberinde getirdiği kırsal kesimlerden şehirlere doğru olan göçler ve bunların sonucu doğan düzensiz yapılaşma sayılabilir.

Çevre sorunu Dünya ülkelerini 1972 yılında Stockholm'da bir araya toplamıştır. Ve bu birleşim sonucunda bir ortak bildiri yayınlamışlardır. Bu bildirin en önemli maddeleri arasında "Dünyanın Ekonomik Kalkınmasının, Çevrenin Korunması İle Birlikte Yürütülmesi" yer almıştır. Çevre kirliliği geç kalındıkça çözülmesi gittikçe zorlaşan ve aynı oranda tabiatta meydana getirdiği onarılması çok güç boyutlardaki zararları insanlığı tehdit etmektedir. Bu konuda yapılacak en büyük çalışma, her kesimin bu konuya bakış açısını olumlu şekilde değiştirmek ve bilinçlendirmek olacaktır.

Bu çalışmada İzmit Körfezi çevresinde üretimlerini sürdüren tesisler hakkında araştırmalar yapılmıştır.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren danışmanım sayın Yrd.Doç.Dr. Uğur SİNANOĞLU'na ve araştırma yaptığım kuruluşlardaki tüm ilgililere teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ	
1.1. İzmit Körfezinin Tanıtımı	1
BÖLÜM 2. ENDÜSTRİYEL KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ	
İNCELENMESİ	2
2.1. Endüstriyel Çevre Kirliliği	2
2.2. Kirlenme Kaynakları ve Etkileri	2
2.3. Kirletme Parametreleri	3
BÖLÜM 3. ÖRNEK TOPLAMA YÖNTEMLERİ VE ANALİZ SONUÇLARI	
SONUÇLARI	13
3.1. Örnek Toplama Yöntemleri	13
3.1.1. Kapma Örnek	13
3.1.2. Karışım (Kompozit) Örnek	13
3.1.3. Entegre Örnekler	14
3.2. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	14
3.3. İstatistikî Yaklaşım	15
3.3.1. Standart Sapma	15
3.3.2. Aralık	16
3.4. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	16
BÖLÜM 4. ATIKSU ARITMA PROSESLERİNİN İNCELENMESİ	
4.1. Atıksu Arıtma Proseslerine Bakış	17

BÖLÜM 5. FİZİKSEL ARITMA PROSESLERİ	18
5.1. Fiziksel Arıtma	18
5.2. Eleme	18
5.2.1. Elle Temizlenen Izgara	18
5.2.2. Mekanik Temizlemeli Izgaralar	19
5.3. Kum Tutucular	20
5.4. Dengeleme	21
5.5. Karıştırma	22
5.6. Çökertme ve Berraklaştırma	24
5.6.1. Çökeltme Türleri	24
5.6.2. Çökeltme Havuzları	25
5.7. Yüzdürme	27
5.7.1. Hızlı Karıştırmalı Yüzdürme Sistemleri	27
5.7.1.1. Mekanik Esaslı Hava-Su Besleme Sistemleri	27
5.7.1.2. Türbülans Esaslı Hava Üfleme Sistemleri	27
5.7.2. Çözünmüş Hava Yüzdürme Tekniği	28
BÖLÜM 6. BİYOLOJİK ARITMA	30
6.1. Doğada Organik Kirleticilerin Yok Olması	30
6.2. Biyolojik Arıtma Yöntemleri	30
6.2.1. Aerobik Arıtmanın Esasları	31
6.2.2. Aktif Çamur Prosesi	31
6.2.3. Aktif Çamur Sistemleri	32
6.2.3.1. Klasik Aktifleştirme Metodu	32
6.2.3.2. Lineer Şekilde Değişen Havalandırma Tatbik Edilen Sistemler	32
6.2.3.3. Tam Karışım Aktif Çamur	33
6.2.3.4. Kademeli Havalandırma	33
6.2.3.5. Kontak Stabilizasyon	34
6.2.3.6. Uzun Havalandırılmalı Sistemler	36
6.2.3.7. Yüksek Hızlı Havalandırma	36
6.2.4. Havalandırılmalı Lagünler	36
6.2.5. Stabilizasyon Havuzları	37
6.2.5.1. Aerobik Havuzlar (Oksidasyon Havuzları)	37
6.2.5.2. Anaerobik Havuzlar	37
6.2.5.3. Fakültatif (Aerobik - Anaerobik) Havuzlar	38
6.2.6. Damlatılmalı Filtreler	38
6.3. Anaerobik Arıtım Sistemleri	40

6.3.1. Tek Kademeli Çürütme	42
6.3.2. İki Kademeli Çürütme	44
BÖLÜM 7. KİMYASAL ARITMA.....	46
7.1. Kimyasal Oksidasyon	46
7.2. Nötralizasyon.....	47
7.3. Dezenfeksiyon.....	49
7.4. Pıhtılaştırma ve Yumaklaştırma	49
7.5. Susuzlaştırma	50
7.5.1. Vakum Filtrasyonu	51
7.5.2. Santrifüj	51
7.5.3. Filtre Pres.....	51
7.5.4. Bant Filtre	52
7.5.5. Çamur Kurutma Yatakları	52
BÖLÜM 8. İZMİT KÖRFEZİNİN DURUMU	53
8.1. Yapılan İncelemeler	53
8.1.1. Seka	53
8.1.2. Petkim.....	56
8.1.3. Fürsan Fermantasyon Ürünleri A.Ş.	57
8.1.4. Pak Gıda Sanayi	60
8.1.5. Mustafa nevzat İlaç Sanayi	62
8.1.6. Sümerbank Hereke Yünlü Dokuma	63
8.1.7. Petrol Ofisi	65
8.1.8. İgşaş.....	68
8.1.9. Sümerbank Yarımcı Seramik	70
8.1.10. Mannesman	71
8.1.11. Tüpraş.....	74
8.1.12. Trakya Sanayi	76
8.1.13. Çelik Halat	78
8.1.14. Arçelik	81
8.2. Eysel Nitelikli Atıksu Kaynakları	83
SONUÇLAR ve ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ	93

SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR

C	: Karbon
H	: Hidrojen
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
lt	: Litre
mg	: Miligram
N	: Nüfus
N	: Azot
O	: Oksijen
P	: Fosfor
Q	: Debi
AKM	: Askıda katı madde
BOI	: Biyokimyasal oksijen ihtiyacı
KOI	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
TAM	: Toplam askıda madde
TOK	: Toplam organik karbon
TOI	: Teorik oksijen miktarı
T _e OI	: Toplam oksijen ihtiyacı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Organik madde konsantrasyonunu gösteren çeşitli birimlerin birbiriyle karşılaştırılması.....	6
Şekil 4.1. Atıksu arıtma süreçlerinin akım şemasındaki sırası ve alternatif süreçlerin yerleşim diyagramı.....	17
Şekil 5.1. Elle temizlemeli ızgara.....	19
Şekil 5.2. Döner parçalayıcı ile teçhiz edilmiş bir ızgara.....	20
Şekil 5.3. Havalandırılmalı kum tutucu.....	21
Şekil 5.4. Çeşitli pervane tipleri.....	23
Şekil 5.5. Aktif çamurda dört ayrı çökeltme bölgesi.....	25
Şekil 5.6. Çökeltme havuzlarının plan şekilleri.....	26
Şekil 5.7. Dairesel bir çökeltme havuzunun kesiti ve dönerek çalışan çamur sıyrıcısının detayları.....	26
Şekil 5.8. Hızlı karıştırılmalı yüzdürme sistemleri.....	28
Şekil 5.9. Hava - su karışımı yöntemleri.....	29
Şekil 5.10. Çözünmüş hava yüzdürme tekniği.....	29
Şekil 6.1. Klasik aktif çamur işlemi.....	32
Şekil 6.2. Tam karışım ve sürekli akımlı aktif çamur reaktörü.....	33
Şekil 6.3. Kademeli havalandırma uygulanan aktif çamur sistemi.....	34
Şekil 6.4. Kontakt stabilizasyon sisteminde akım diyagramı.....	35
Şekil 6.5. Bir damlatılmalı filtrenin perspektif görünüşü ve kesiti.....	39
Şekil 6.6. Damlatılmalı filtrelerde biyokimyasal reaksiyonlar ile katı, sıvı ve gaz fazları.....	40
Şekil 6.7. Tek kademeli ve yüzer kapaklı anaerobik bir çamur çürütme tesisinin kesiti.....	43
Şekil 6.8. Çift kademeli bir çamur çürütme tesisinin akım diyagramı.....	44
Şekil 7.1. Aç kapa tipli karışım nötralizasyon.....	48
Şekil 7.2. Kademeli nötralizasyon.....	48
Şekil 7.3. Bir filtre presin kesiti.....	52
Şekil 8.1. Seka kağıt fabrikasının atıksu arıtma tesisinin akım şeması.....	54
Şekil 8.2. Fırsan fermantasyon ürünleri müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması.....	58
Şekil 8.3. Pak gıda müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması.....	60

Şekil 8.4. Sümerbank Hereke müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	64
Şekil 8.5. Petrol ofisi müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	66
Şekil 8.6. Mannesman müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	72
Şekil 8.7. Tüpraş müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	74
Şekil 8.8. Trakya sanayi müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	76
Şekil 8.9. Çelik halat müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	79
Şekil 8.10. Arçelik müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması	81
Şekil 8.11. Araştırma yapılan fabrikaların kimyasal oksijen ihtiyacının karşılaştırılması.....	87
Şekil 8.12. Araştırma yapılan fabrikaların biyokimyasal oksijen ihtiyacının karşılaştırılması.....	88
Şekil 8.13. Araştırma yapılan fabrikaların askıda katı madde miktarlarının karşılaştırılması.....	89



TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Tekrarlanan deney sayısına karşılık gelen "t" değerleri	15
Tablo 3.2. Deney sayısına bağı olarak "d _n " değerleri	16
Tablo 8.1. Araştırma yapılan tesislerin yer ve kategorileri	53
Tablo 8.2. Bölgelere göre evsel atık yükler	83
Tablo 8.3. İncelenen kuruluşların atık su debileri ve hidrolik eşdeğer nüfus değerleri	85
Tablo 8.4. İncelenen kuruluşların BOI ve BOI eşdeğer nüfus değerleri	85
Tablo 8.5. İncelenen kuruluşlardan kaynaklanan toplam atık su özelliklerinin miktarları	86
Tablo 8.6. Evsel nitelikli atık suların özelliklerinin miktarları	86

BÖLÜM 1- GİRİŞ

1.1. İzmit Körfezinin Tanıtımı

Çevresinde hızla büyüyen ve endüstrileşen yerleşim alanlarının yer aldığı İzmit Körfezi, Marmara denizinin doğusundadır. Körfezin doğu bölgesine su akıntısı oldukça düşüktür. Derinlik genellikle 0-15 metre arasında, en çok 30 metredir. İzmit şehri kanalizasyonları, endüstri atıkları ve akarsuların getirdiği erozyon ile körfez devamlı kirlenmekte ve tabanı devamlı yükselmektedir. Körfezin orta bölgesinde su derinliği genellikle 50 metrenin üzerinde olmak üzere, en çok 183 m.dir. Bu bölgede akıntı doğu bölgesine oranla daha fazladır. Batı bölgesinde su akıntısı oldukça fazladır. Ve ortalama derinlik 30-300 metre arasında değişmektedir. Körfezin orta ve batı bölgesine de Sanayi kuruluşlarının atık suları ile evsel kullanım atık suları boşaltılmaktadır. Ayrıca kapasiteleri büyük olmamasına rağmen akarsularla bu bölüme de erozyon toprağı taşınmaktadır.

İzmit körfezinin doğu kesiminde ve kuzey sahillerinde seçilen kesitlerdeki analiz sonuçları incelendiğinde, özellikle sahile yakın kesimlerde çözünmüş oksijenin balıkların yaşayamayacağı seviyeye düştüğü, BOI, KOI, koli basili değerlerinin çok yüksek boyutlara ulaştığı görülmektedir. İzmit Körfezi kirliliği zaman boyutunda gittikçe artmaktadır. Kirlilik körfezin kuzey sahillerinde ve doğu bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Bölgenin güney tarafında önemli kirletici kaynakların bulunmamasına karşılık, doğudan dökülen derelerden dolayı taban yükselmesi ve belirli seviyede organik kirlilik görülmektedir. (14)

BÖLÜM 2. ENDÜSTRİYEL KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

2.1. Endüstriyel Çevre Kirliliği

Çevre Kirliliği dünyada olduğu gibi, gün geçtikçe artan boyutlarıyla ülkemizde de önemini hissettirmektedir. Çevre kirliliği ülkenin doğal kaynaklarını kullanamaz hale getirirken, aynı anda insanlarımızı tedirgin etmektedir. Artan nüfus ve sanayileşme sonucu meydana gelen atık maddenin miktarı ve özellikleri o kadar büyümüştür ki, doğa bu şekilde ortama kontrolsüz şekilde bırakılan atıkları özümlemesi çoğu kez mümkün olamamaktadır.

Çevreye zarar vermeden kalkınmanın yolu, yatırım öncesi, çevreyi gözönüne alan bir planlamadan geçer.

Bu planlama uygun yer seçimini ve tesis kurulmadan önce yapılan arıtma önlem teknolojilerinin değerlendirilmesi gibi kriterleri içerir.

Tesiste kullanılacak arıtma yöntemi ve teknolojileri atıksu özelliklerine göre belirlenir.

2.2. Kirlenme Kaynakları ve Etkileri

Meskenlerden endüstriden ve zirai faaliyetlerden doğan her türlü artıklar, akıtılan yerdeki normal hayatı etkiler. Eğer bu etkiler, en iyi bir şekilde kullanma için, suları kabul edilmez bir hale sokuyorsa, su kirlenmiştir, denir. İndirgeyici kimyasal maddeler, suyun oksijenini ani olarak tüketirler. Organik maddelerin ayrışmasından dolayı ise, suda erimiş oksijen daha yavaş bir tempo ile tükenir, Oksijenin azalması, balıkların ve suda yaşayan diğer bitki ve hayvanların hayatını etkiler. Silt, çamur ve maden artıkları, suyun bulanıklığını arttırarak, ışık nüfuziyetini güçleştirir ve fotosentezi engeller. Tabana çökelen katı maddeler, tabanda yaşayan organizmaları boğar ve balıkların üreme yollarını kapatırlar. Asidler, alkaliler ve zehirli maddeler su hayatına olumsuz etkilerde bulunurlar. Aynı zamanda da dinlenme ve estetik maksatlar için zararlıdır. Deşarj noktasında pH değerinin ani olarak değişmesi, bu değişikliklere karşı hassas olan bitki ve hayvanların ölümlerine sebep olur. Mesela, amonyak, alkali sularda, asid sulardan daha zehirlidir. Civa gibi ağır metaller, tabiatta ayrışmadan kalan ve sulardaki besin zincirlerinde konsantrasyonları gittikçe artan stabil bileşikler teşkil ettiklerinden, çok zararlı kirleticilerdir.

Tuzların bir kısmı zehirli olmamakla beraber, içme, endüstride kullanma (tekstil ve kağıt endüstrisi, gıda imalatı) ve sulama maksatları için istenmez. Mesela sodyum klorür ve potasyum sülfat normal su ve atıksu tasfiye tesislerinden, hiç bir değişikliğe uğramadan alıcı sulara karışırlar. İnorganik fosfor ve azot tuzları, alglerin, su yosunlarının ve diğer su bitkilerinin aşırı üremesine sebep olurlar. Fosfatların ekserisi, ziraat alanlarının yağış sularıyla yıkanmasından ve sentetik deterjanlardan sulara karışır. Evlerden gelen atıksuların fosfor muhtevasının takriben yüzde 60'ı, deterjan kaynaklıdır. Endüstri sularında da çok fazla fosfor bulunabilir. Amonyak azotu da suda çok fazla miktarda erir ve çiftliklerden yağış sularıyla yüzeysel sulara karışır. Organik bileşiklerdeki azot, atıksu tasfiye tesislerinden suda erimiş inorganik azot halinde çıkar. Normal biyolojik tasfiye ünitelerinde, azot ve fosforun ancak yüzde 30 ila 50'si giderilebilmektedir.

Köpük ve diğer yüzücü maddeler, zararlı olmamakla beraber, suya, hoş olmayan bir görünüş verirler. Bunlar, kirlenmeyi gösteren bir indikatör olarak değerlendirilebilirler. Tat ve koku veren maddeler, içme suyu için istenmez. Bunlar endüstri artıklarından meydana gelebileceği gibi, sulara karışan azotun sebep olduğu aşırı alg üremesinin bir mahsulü de olabilir. Su sıcaklığının yükselmesi, ekseriya kirli suların istenmeyen özelliklerini daha da belirgin hale koyar ve büyütür. Enerji santrallerinin soğutma suları ısınmış olarak tekrar yüzeysel sulara verilince, sıcaklığın yükselmesi, oksijen tükenme hızını artırır, mavi-yeşil alglerin üremesini hızlandırıp sularda tad ve kokuya sebep olabilir.

İçme suları kullanıldıktan sonra kanallara verilir. Sonra toplanarak tasfiye edilir. Normal tasfiyeden (yani ikinci kademe biyolojik tasfiyeden) geçmiş atıksu ile bunu meydana getiren içme suyu mukayese edilirse, tasfiye edilmiş kanal suyunda toplam katı maddelerin 300 mg/lt, uçucu cinsten katı maddelerin 200 mg/lt ve fosforun 7 mg/lt arttığı görülür. Endüstri şehirlerinden gelen atıksularda ekseriya fenol, kadmiyum, krom, kurşun ve manganez mevcuttur. Bunlar ancak ileri tasfiye metodlarıyla giderilebilir. İnorganik azot ve fosforu, sudan uzaklaştırma metodları hem zor ve hem de pahalıdır. Erimiş tuzların giderilmesine ise nadiren başvurulur. Bunun için elektrodializ, ters ozmoz, iyon değiştirme, veya damıtma gibi usuller uygulanır.

2.3. Kirletme Parametreleri

Atık Su

Atık su, bir suyun kullanılmasından sonra bünyesinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişikliklerin bulunduğu sudur.

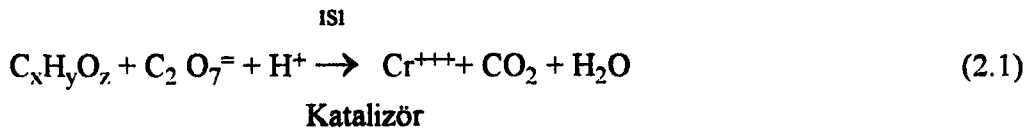
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)

Atıksuların bileşimleri çok değişiktir. Ve içindeki maddelerin kimyasal formüllerini vermek mümkün değildir. Ayrıca bu maddeler tabiatta ve tasfiye tesislerinde biyokimyasal ayrışmaya maruz kalacağından, ihtiva ettikleri maddelerin bu bakımdan değerlendirilmesi önemlidir. Bu sebeple ve atıksulardaki organik maddelerin, bu ayrışma sırasındaki etkileri gözönünde tutularak konsantrasyonları ifade edilmek yoluna gidilmiştir. Organik maddenin ölçüsü olarak, biyokimyasal oksidasyon sırasında harcanan oksijen esas alınır. Biyokimyasal oksidasyon, su içinde bir yanma olayı olup, bu esnada suda çözülmüş oksijen kullanılır. Ne kadar fazla oksijen sarfediliyorsa, sudaki organik madde miktarı, o kadar fazla demektir.

BOİ'si olan atıklar, suların çözülmüş oksijenini harcayarak balıklara ve diğer su canlılarına zararlı olduğu gibi, suda anaerobik koşulların hazırlanmasına ve H₂S, metan gibi istenmeyen gazların oluşmasına neden olmaktadır. Hatta çözülmüş oksijenin tümünün harcanması anaerobik koşullarda yaşayan tüm organizmaların ölümüne de sebebiyet vermektedir.

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

BOİ deneyinin oldukça uzun bir süre alması (5 gün) ve sonuçların zaman, sıcaklık gibi parametrelerle önemli değişiklikler göstermesi daha çabuk yapılabilen ve daha tekrarlanabilir olan yöntemlere ihtiyaç göstermiştir. Bu özelliklere sahip olan KOİ deneyi 1950'lerden beri Danimarka'da kullanılmakta idi. Bu deneyde atıksuda bulunan maddelerin kimyasal stabilizasyonları için gereken oksijen miktarı tayin edilir. Kuvetli oksitleyici olarak potasyum dikromat, katalizör olarak gümüş sülfat kullanılmaktadır. Deney yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir. Bu reaksiyon aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.



Toplam Organik Karbon (TOK)

Çok küçük organik madde konsantrasyonları için bilhassa uygun bir testdir. Bu deney bilinen konsantrasyonda bir numuneyi yüksek sıcaklıkta bir fırına enjekte ederek icra

edilir. Organik karbon, bir katalizörün mevcut olması halinde karbondioksit halinde oksitlenir. Meydana gelen CO₂ miktarı bir analizör vasıtasıyla tayin edilir. Analizden önce numuneyi asitleyerek ve havalandırarak inorganik karbonun mevcudiyetinden ileri gelmesi muhtemel hatalar ortadan kaldırılır. Bu test çok kısa bir zamanda yapılabildiğinden çok popüler hale gelmektedir. Bununla beraber bazı dirençli organik bileşiklerin oksitlenememesi mümkündür. Bu sebeple ölçülen TOK değeri, gerçekten mevcut miktardan biraz daha küçük olacaktır.

Teorik Oksijen İhtiyacı (T_eOİ)

Kullanılmış sularda hayvansal ve bitkisel menşeli organik maddeler, genel olarak karbon, hidrojen, oksijen ve azottan meydana gelir. Bu elementlerin teşkil ettiği esas kimyasal gruplar ise karbonhidratlar, yağlar, proteinler ve bunların ayrışma ürünleridir. Eğer, organik madde konsantrasyonu tayin edilecek numunenin kimyasal formülü bilirse, içindeki karbonun oksitlenmesi için gerekli oksijen hesaplanabilir. Bu değer KOİ ve BOİ'den daha büyüktür. Çünkü KOİ'de bile kimyasal olarak oksitlenemeyen bir kısım karbonlu maddeler daima mevcut olacaktır.

Toplam Oksijen İhtiyacı (TOİ)

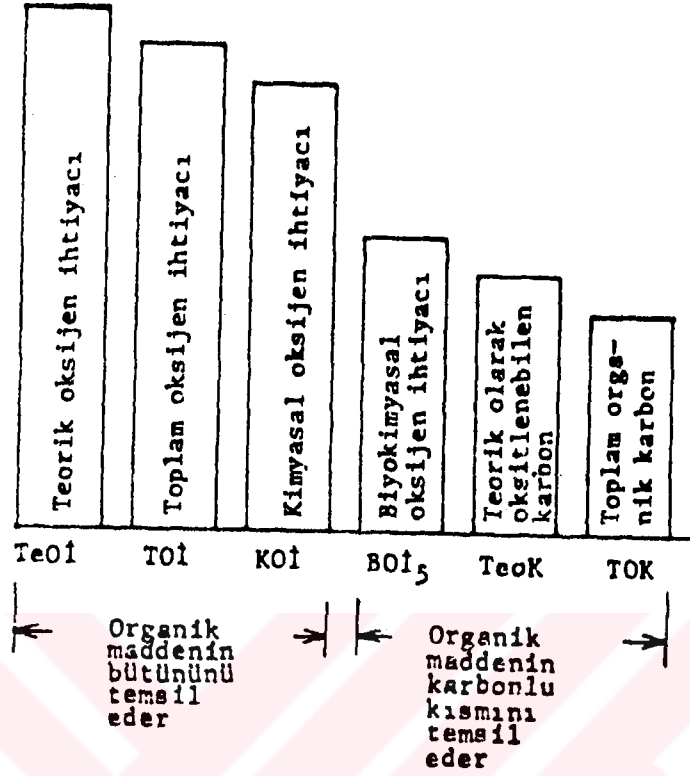
Son yıllarda, numuneyi platinle katalizlenen bir yanma odasında stabil nihai maddelere çevirmeyi ve bu esnada sarfedilen oksijeni bulmayı hedef alan hızlı bir deney metodu daha geliştirilmiştir. Bunun sonuçları da KOİ deneyi sonuçları ile korelasyon halindedir.

SICAKLIK

Sıcaklık çeşitli kullanımlar açısından ve canlı hayatı için çevresel faktörlerin en önde gelenlerden bir tanesidir.

İçme suyunun 10 °C de olması gerektiği 15 °C ve daha yüksek sıcaklarda hoş gitmeyecek bir özellik kazandığı saptanmıştır.

Canlı hayatını önemli ölçüde etkilediğinden, alıcı sularda sıcaklığın artışı çözülmüş oksijen seviyesini düşürmekte metabolizma faaliyetlerini artırmaktadır. Çoğu maddelerin zehirli etkisi sıcaklıkla artar, yüksek sıcaklık mantarların gelişme hızını ve dıpsel birikimlerin bozunma hızını artırır. Bu oluşumun balıkların yaşamını güçleştirir. Ani sıcaklık değişimi balık yaşamını etkiler ve 5 °C ve daha fazla ani artış zararlı etkiler doğurur. ABD'de yapılan çalışmalarda alıcı sularda sıcaklığın yazın 34 °C, kışın 23 °C'nin üstüne çıkmaması gerektiğini saptamıştır.



Şekil 2.1. Organik madde konsantrasyonunu gösteren çeşitli birimlerin birbiriyle karşılaştırılması.

TOPLAM ASKIDA MADDELER

Askıda katılar organik ve inorganik maddelerden oluşur. İnorganik askıda katılar oluşturan maddeler kum, silt, kil ve metal tuzlarıdır.

Organik askıda katılar, yağ, gres, bitkisel ve hayvansal atıklar ile organik bileşiklerden oluşur.

Askıda maddeler, tane büyüklüğü ve yüzey özelliklerine bağlı olarak ya uzun zaman askıda kalır veya hemen çökerler. Çökme sırasında dıpsel birikimler oluşur. Dıpsel birikimler, deniz veya göllerde dipte yaşayan organizma hayatına etki eder. Birikimin organik muhtevası fazla ise, kalınlığın artması ile anaerobik reaksiyonlar başlar. Bu ise suyun yaşam dengesini değiştirir. Askı halde kalan maddeler, suya bulanıklık verir. Bulanıklık ışık geçirgenliğini azaltır veya ortadan kaldırır. Sudaki çözünmüş oksijen azalır ve balık ölümleri oluşur. Ve yine sudaki askı maddeleri, canlıların solunum

sistemlerini tı kayabilir. Ayrıca askı maddeleri suda zamanla çözünerek, istenmeyen zehirli maddeler verebilmektedir.

PH

Suyun asiditesi veya alkalitesi ile ilgili bir parametre olup spesifik bir kirlenme parametresi değildir.

ph 7 nötr bir çözeltiyi temsil eder, Suyun ph'ı 6'nın altında ise dağıtım şebekesine ve ev tesisatına korozif etki yapar. ph değeri düşük sular dağıtım şebekelerindeki demir, bakır, çinko gibi metalleri çözerler.

ph'in düşük veya yüksek oluşu, su hayatına zarar verir. Hatta kabul edilebilir ph aralıkları dahi bazı balık cinslerine zarar vermektedir. Bu açıdan ph değerleri - değişimleri- zehirliliğe etki eder. ph'nin 7'den az değerleri insan gözünü tahriş etmektedir.

Atık sularda ph'in 6'nın altında olması halinde H₂S oluşumu başlar ve metal giderilmesi işlemlerinde verim düşer. Pek yüksek ph değeri - 11 civarı - ise biyolojik arıtma sistemlerinde, özellikle aktif çamurda biyokütlenin zarar görerek azalmasına yola çar.

KADMİNYUM

Birikici zehir olarak tüm canlıların yaşamında etkilidir. Özellikle böbrek hastalıkları, gelişme bozuklukları, hipertansiyon ve kanser olarak etki yapar. Japonya'da 0,6 mg/gün dozunda alınan kadmiyum önemli bir böbrek ve itairtai hastalığını oluşturmuştur. Bu gibi büyük sakıncası yönünden kullanım suyunda 0,010 mg/Tyi aşmamalıdır.

Deniz hayvanlarında da birikme yaptığından konsantrasyon faktörü olarak balıklar için 1000, deniz bitkileri için 3000 ve bazı deniz hayvanlarında 29600 olarak bulunmuştur.

Kullanım alanı: Elektrolizle kaplamada yaygındır.

AMONYAK AZOTU

Hem endüstriyel üretimi ile amonyak elde edildiği gibi, hemde doğal olaylar sonucu azotlu bileşiklerin ayrışmasıyla da amonyak elde olunmaktadır. Evsel atık sularda 12-50 mg/l amonyak bulunmaktadır. Amonyak gaz ve sulu çözelti halinde alındığında insanlara zehirli etki yapar. Özellikle solunum yolları mukozasını tahrib eder.

İyonlaşmamış amonyak 4,2 mg/l nin üstünde çoğu tatlı ve tuzlu su balıklarına zehirli etki yapar. Tanım olarak amonyak, amonyak azotu cinsinden ifade edilir.

ARSENİK

Kullanım sularında hiç bulunmaması gereken basit bir elementtir. İnsan sağlığına etkisi bulantı, kusma, bař ağrısı ile başlar, zehirlenmeye kadar yol ačan kandaki alyuvarların tahribine sebebiyet verir. Sindirim sisteminde de bozukluklar yapar.

BAKIR

Kullanım suyunda tad ve koku verdiğinden 1mg/l yi aşmamalıdır. Tüm bitki ve hayvanlarda bakır eser miktarda bulunur. Birikici olmamakla beraber belli bir konsantrasyondan sonra bulantı yapar ve bağırsakları tahriş eder. Yaygın olarak metal kaplamada, elektrik iletimi, ısıtma boruları ve birçok kimyasal maddenin imalatında kullanılmaktadır.

DETERJAN

Çok yaygın kullanım alanı olan deterjan, özellikle evsel ve endüstriyel de, emülsiyon kırıcılığı özelliğinden temizlikte, dezenfekte olarak kullanılmaktadır.

Bilhassa su yaşamına ve balıklara zehirli etki yapmakta;

2 mg/l'nin üstüne çıktığında akut görölmektedir. Hatta deterjanlar yüzey gerilimi yaptıklarından oksijen naklini azaltmakta dolayısıyla su yaşamına olumsuz etki yapmaktadır.

FENOL

Fenol, insanlar ve hayvanlar üzerinde zararlı etki yapar. Kullanım sularında konsantrasyonu $3,5\text{ mg/l}$ yi geçmemesi istenir. Balıklara etkisi zehirlilik ve lezzet düşürücü olarak saptanmıştır. Balıkçılık için kullanılan sularda $0,2\text{ mg/l}$ den fazlası zararlıdır. Ağız yoluyla alınan fenol, akut dozda insanlara etkisi sinir sistemini tahriş olarak saptanmıştır. Ağızda yaralara neden olan fenol vücutta birikmeden, idrarla dışarı çıkmaktadır.

Kullanım alanları özellikle reçine üretiminde olmak üzere, ilaç yapımı, boyar madde yapımı, dezenfekte ve fotoğraf malzemesi yapımında geçerlidir.

KROM

Krom, çelik alaşımlarında, metal kaplamada ve korozyon inhibitörü olarak yaygın şekilde kullanılır.

Krom, insan sağlığına çeşitli aıllardan zararlıdır, özellikle deride ve bağırsaklarda tahribata yol açar.

Yapılan araştırmalar 3 değerlikleri krom'un balıklara daha etkisi olduğunu göstermiştir. 6 değerlikli krom 0,0002 mg/l konsantrasyonda balık gelişmesini geciktirici etki yapar.

İnsan kullanımı için krom konsantrasyonunun (6 değerlikli olmak üzere) 0,0,5 mg/l den az olması istenir.

KURŞUN

Kurşun, insanlar tarafından alındığında kanda, sinir sisteminde ve dolaşım sisteminde bozukluklara yol açar böbrekleri tahrip eder. Alınan kurőunun büyük bir kısmı kemiklerde birikir. Kullanım suyunda 0,050 mg/l den fazla kurşun bulunmamalıdır. Su hayatına $7,5 \times 10^{-4}$ mg/l lik bir kurőunun zararlı etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Korozyona dayanıklılığı, ses ve titreşim absorpleyici ve düşük erime noktası gibi özellikleriyle, geniş bir kullanımı vardır.

NIKEL

İnsanlara zehirliliği çok az grlmştir. Denizlerde yaklaşık 0,0001-0,006 mg/l arasında bulunur. Deniz hayvan ve bitkileri 3 mg/l ye varan konsantrasyonlarda nikel'i içermektedirler. Daha yüksek konsantrasyonlarda fotosentezi etkilediği ve diğer su yaşamına zarar verdiği saptanmıştır. Üstelik 0,032 mg/l ye kadar düşük konsantrasyonda dahi su hayatına zarar verdiği belirlenmiştir.

Metal olarak kullanılan nikel, aynı zamanda alaşımlarda ve elektrolizle kaplamada da kullanılmaktadır.

SİYANÜR

Atık sularda rastlanan en zehirli maddelerden biridir. Siyanür, zehirliliği ph ile önemli ölçüde - oranlı olarak- değişir. ph'ın 7 nin altına düştüğünde siyanürün tamamı daha zehirli HCN ye dönüşür.

Siyanrlerin canlılara etkisi oksijen metabolizmasının engellenmesi şeklinde olur. Siyanür, balıklara diğer su hayatına olduğundan daha zehirli etki gösterir. 0,2 mg/l nin üstünde çoğu balık için öldürücüdür. İnsan kullanımı açısından, sulardaki limit 0,2 mg/l olarak saptanmıştır.

Siyanür, atık su arıtma tesislerinde de zararlı etkiler yapmakta ve biyolojik arıtmayı da zehirlemektedir.

CİVA

Metal ve tuz halinde bulunan civa, alaşımlarda ve çeşitli kimyasal madde üretiminde kullanılır. Civa vücuda deri ve solunum yoluyla girerek; sindirim sisteminde absorbe edilmek suretiyle öldürücü dozu 1- 30 gr. arasında etkisini göstermektedir.

Civa tuzları, balıklara ve diğer su hayatına son derece zehirli olduğundan; kullanım sularında 0,0002 mg/l yi geçmemelidir.

TOPLAM FOSFOR

Doğada yaygın olarak bulunan fosfor, canlı yaşamı için gerekli bir elementtir. Fosforun bir kontrol parametresi olarak ele alınmasının nedeni sularda alg yaşamını - su yosunu - geliştirmeleri ve sonunda ayrıışan alglerin suyun oksijenini tüketerek yaşamın ortadan kalkmasında rol oynamalıdır.

Kullanımı fosforlu gübreler, deterjan katkı maddesi ve korozyon inhibitörü üretimi alanlarıdır.

TOPLAM KATI MADDE

Toplam katı madde, çözünmüş maddelerle askı maddelerinin toplamından oluşur.

Çözünmüş maddeler, suya tad verirler bu yüzden kullanma suları için toplam çözünmüş maddeye konulan üst limit 500 mg/l'dir.

Toplam çözünmüş maddeler, su hayatı için osmotik basıncı değiştirerek etkili olur. Tatlı su balıkları için çözünmüş maddelerin zararlı olmaya başladıkları limit 5000 - 10000 mg/l olarak belirlenmiştir. Ayrıca toplam çözünmüş madde miktarı çeşitli maddelerin zehirlilik derecesini etkiler.

TOPLAM KJELDAHL AZOTU

Toplam kjeldahl azotu, organik azot ve amonyak azotunun toplamından oluşur. Bu parametre atıklarda, amonyak azotuna dönüşebilen azot potansiyelini belirlemek açısından yararlıdır.

YAĞ VE GRES

Yağ ve gres birlikte bir kirletici parametre olarak tanımlanır. Şu bileşiklerden oluşur:

Hafif Hidrokarbonlar: Hafif yakıtlar, benzin, gazyağı, jet yakıtı vb.

Ağır Hidrokarbonlar : Petrol, diesel yakıtı, artık yağlar, asfalt ve katran.

Yağlayıcı yağlar ve kesme yağları : Bunlar emülsiziye olan ve emülsiziye olmayan yağlardır. Emülsiziye yağlar sabun ve diğer katkı maddelerini içerirler.

Bitkisel Hayvansal yağlar : Çoğunlukla gıda ve diğer doğal madde üretim proseslerinden kaynaklanırlar.

Balıkların galsamaları - solungaçları - yağ ile kaplanarak solunum engellenir. Ayrıca balıklar yağların bulaşmış olduğu organizmalarla beslendiklerinde lezzetleri bozulur. Yağların dipte toplanmaları dipsel organizmaların yaşamını engeller. Yağlar, balık ve su hayatına zehirli etki yapar. Petrol atıklarınının 0,3 mg/l konsantrasyon'da tatlı su balıklarına son derecede zehirli etki yaptığı saptanmıştır.

Yağ ve gres 100 lt/km² konsantrasyonda su yüzeyinde görünür bir film oluşturur. Yağ filmi oksijen transferine engel olur. Yağ ve gres sudaki çoğu zehirli maddeyi bünyesinde topladığından bunların konsantrasyonlarınının tayin edilmesini güçleştirir.

FLORÜR

İnsanda bulantı, spazm, kan bozukluğu ve 2,5 gr dozluğunda öldürücü etki yapar. İçme sularında 1,5 mg/l miktarda dişleri sarartır.

Florür, sürekli kullanım halinde 14 mg/l lik dozda kalsiyum florür olarak kemiklerde birikir.

Kullanım alanları genellikle alüminyum üretiminde, çelik yapımında, organik sentezlerde, elektrolizle kaplama banyolarında, izolasyonda ve plastik madde üretimindedir.

ÇİNKO

Yüksek konsantrasyonda İnsan ve hayvanlar için zararlı olan çinko; çeşitli alaşımlarda ve galvaniz prosesiyle çelik kaplamacılığında kullanılır.

Çinko, 0,047 mg/l gibi düşük konsantrasyonda dahi su hayatına zararlı olup; 0,1 mg/l gibi bir konsantrasyonda ise bazı balıkların ölümüne neden olduğu görülmüştür. İnsan için zehirliliği akut ve kronik olarak saptanmış; balık bünyesindeki birikimi dolayısıyla balık galsama, hücrelerin yapısına ve mukozasına zararlı etkileri olmuştur. Bu nedenle, deniz suyundaki etkisi daha az olduğu halde balık bünyesindeki birikimi daha etkili olmaktadır.

Ayrıca, çinko sülfat'ın çoğu bitki için öldürücü unsur olduğu ve böylesi bir suyun tarımsal kullanımında yasaklandığı belirlenmişti.

ZEHİRLİLİK

Zehirlilik su içindeki çeşitli maddelerin oluşturduğu etkileri belirlemesi bakımından, ele alınan atığın zehirlilik açısından durumunu en iyi ortaya koyan parametredir.



BÖLÜM 3. ÖRNEK TOPLAMA YÖNTEMLERİ VE ANALİZ SONUÇLARI

3.1. Örnek Toplama Yöntemleri

3.1.1. Kapma Örnek

Belli bir yerden bir örnek alındığı zaman, örnek sadece o yerin o andaki kompozisyonunu belirtir. Bununla beraber ortam büyük bir su kütlesi ve zamanla değişken olmayıp, oldukça uzun bir süre için sabit ise, örneğin daha uzun bir zaman için ve daha büyük bir su kütlesini temsil ettiği söylenebilir. Bu durumlarda ortamdaki sadece bir kapma örnek almak yeterlidir. Bazı yüzeysel sular ve atık su deşarjları bu tip ortama örnek olarak gösterilebilir.

Ortamın sabit olmayıp zamanla değişken olduğu durumlarda ise belirli aralıklarda kapma örnek alınır. Ve her bir örnek ayrı ayrı analiz edilir. Bu durumda ortamın ne kadar değişken olduğu da anlaşılabilir. Örnek alma sıklığı ortamın değişkenliğine göre beş dakikadan birkaç saate kadar değişebilir.

Ortamın karakteristiği zamanla değil de mekanla değişiklik gösteriyorsa, örnekleri değişik noktalardan almak gereklidir.

3.1.2. Karışım (Kompozit) Örnek :

Karışım örnek dediğimiz zaman genellikle aynı noktadan değişik zamanlarda alınan kapma örneklerin debilerine orantılı olarak karıştırılıp hazırlanan örnekler anlaşılmaktadır. Bu tip hazırlanan örnekte parametrelerin ortalama konsantrasyonu kolayca izlenebilir ve bu ortalama konsantrasyon bir atıksu arıtma tesisinin randımanını hesaplamakta kullanılır. Bu şekilde laboratuvarlarda çok sayıda örnek analizi yapılarak toplam ve ortalama neticelerin hesaplanmasına gerek kalmamış olur. Bu nedenle 24 saat aralıklarla örnek alınıp karışım hazırlanması ve bu örneğin analizinin yapılması standartlaşmıştır. Örneğin bekleme süresi içinde değişmeye uğrayabilecek olan parametrelerin tayininde karışım örnekler kullanılmamalı, bu parametreler örnek toplanır toplanmaz, eğer mümkünse örneğin alındığı yerde tayin edilmelidir.

Çözünmüş gazlar, bakiye klor, çözünebilir sülfid, sıcaklık ve ph hemen tayini yapılması gereken parametrelerden birkaçıdır. Çözünmüş oksijen, ph, sıcaklık gibi parametrelerin değişmesi demir, mangan, alkalinite veya sertlik gibi parametrelerin de

değişmesine neden olur. Aynı noktadan değişik zamanlarda alınarak hazırlanan karışımlarda sadece örneğin bekletilmesiyle değişmeyen parametrelerin tayini yapılmalıdır.

3.1.3. Entegre Örnekler

Bazen aynı anda veya birbirine çok yakın zamanlarda değişik noktalardan kapma örnekler alınır ve bunlardan karışımlar hazırlanır. Burada ortalama kompozisyonu bulmak için bir çok noktalardan alınan örnekler akış hızlarına orantılı olarak karıştırılarak karışım örnek hazırlanır.

Entegre örnek hazırlamak için belli derinlikten, üstteki su tabakasıyla karıştırmadan örnek alabilmek için özel gereçlere ihtiyaç vardır. Örnek alınacak suyun değişik yerlerdeki hacminin, hareket şeklinin ve kompozisyonunun bilinmesi gerekmektedir. Bundan dolayı entegre örnek toplamak oldukça zor bir işlem olup, her su için uygulanabilecek belli bir yöntemi detaylı olarak vermeğe imkan yoktur.

3.2. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Analiz sonuçlarının hassasiyeti aynı örneğini aynı yöntem kullanılarak analizi yapıldığı zaman her defasında aynı sonucun elde edilmesidir. Elde edilen değer örnekte bulunan gerçek değerler ile aynı, veya farklı olabilir. Sürekli olarak gerçek değerden farklı değer elde edilmesi sistematik bir şekilde aynı hatanın tekrarlanmasından kaynaklanabilir. Deneyin hassasiyeti standart sapma ile ifade edilir.

Deney sonucunun doğruluğu ise, ölçülen parametrenin örnekte bulunan miktarının tam veya çok yakın olarak elde edilmesidir. Gerçek değerle ölçülen değer arasındaki fark yüzde olarak bağıl hata şeklinde ifade edilir.

Uygulanan analiz yöntemi çok hassas olmasına rağmen çözeltilerin iyi kalibre edilmemiş olmasından, yanlış seyreltme yönteminden, hatalı tartımlardan veya cihazın iyi kalibre edilmemiş olmasından dolayı analizi yapılan parametrenin sadece bir kısmını tayin ederek gerçek değerden farklı, hatalı sonuç elde edilebilir. Diğer taraftan cihazın hassasiyetinin iyi olmamasından, örnekteki biyolojik faaliyetlerin hızını değişken olmasından ve analistin kontrolü dışındaki faktörlerden dolayı uygulanan yöntem doğru olmasına rağmen fazla hassas kesin olmayabilir.

Deney yönteminin kesinliği, hassasiyeti ve doğruluğu, tayini yapılan maddeden belirli bir miktar koyarak hazırlanan sentetik örneğin analizi yapılarak saptanır. Ancak askıdaki katı madde, BOI ve birçok fiziki parametreler için sentetik örnek hazırlanamadığından dolayı bu deneylerin yöntemlerinin kesinliğinin tespit edilebilmesine rağmen doğruluğu saptanamaz.

3.3. İstatistiki Yaklaşım

3.3.1. Standart Sapma

Bütün şartlar aynı tutularak deney birçok defa tekrarlandığı zaman, kontrol edilemeyen faktörlerden dolayı elde edilen değer (X), bütün deneylerden elde edilen sonuçların ortalamasından (\bar{X}) farklı bir değerdir. bu durum aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3.1)$$

Burada;

σ = Standart sapma

X = "Bir" deneyde ölçülen değer

\bar{X} = " n " kere tekrarlanan deneylerde elde edilen sonuçların ortalaması

n = Tekrarlanan deney sayısıdır.

Eğer standart sapma bilinmiyorsa ve az sayıdaki örneklerin analizinden tahmin edilmeye çalışılıyorsa aşağıdaki ifadeden faydalanılır.

$$X \pm t \cdot \sigma / \sqrt{n} \quad (3.2)$$

Buradaki "t" değeri tekrarlanan deney sayısına göre değişmektedir. Bu değerler tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Tekrarlanan Deney Sayısına Karşılık Gelen "t" Değerleri.

n	t
2	12.71
3	4.30
4	3.18
5	2.78
8	1.96
10	2.26

3.3.2. Aralık

"n" sayısındaki deneylerden elde edilen en küçük ve en büyük değer arasındaki fark standart sapma ile yakinen ilgilidir. Deney hataları normal bir seviyede olduğu zaman n kez tekrarlanan bir deney yönteminde tekrarlanan deney sayısının (n) ancak % 5'inde "R", standart sapma (σ) ile " d_n " faktörünün çarpımından daha fazla bir değere sahip olur. Tablo 3.2.' de d_n faktörünün değerleri deney sayısı ile bağımlı olarak verilmiştir.

Tablo 3.2. Deney Sayısına Bağlı Olarak " d_n " Değerleri

n	d_n
2	12.77
3	3.72
4	3.63
5	3.86
6	4.03

Bu aralıklar kullanılarak tekrarlanan analizlerde teknik veya örnekleme hatalarının olup olmadığı kolayca saptanabilmektedir.

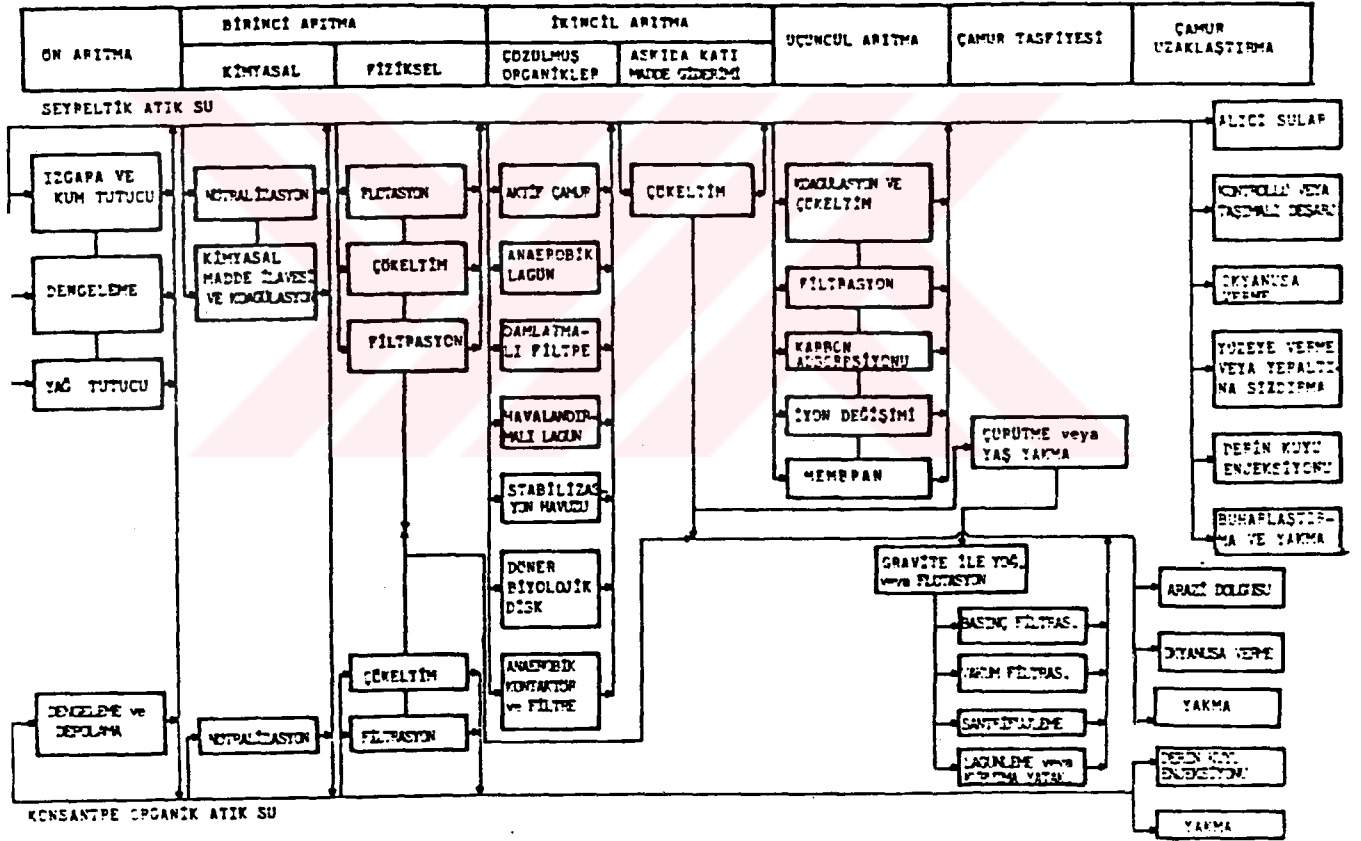
3.4. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Seri halinde tekrarlanan deneylerde elde edilen sonuçların çoğu ortalama değere çok yakın olup, bir veya birkaç tanesi bazen ortalama değerden çok farklı olabilmektedir. Elde edilen farklı değerlerin teknik bir hatadan kaynaklandığı bilindiği takdirde hatalı değer kullanılmaz atılır. Eğer ortalama değerden çok farklı olan, deney sonucunun nedeni bilinmiyorsa, farklı değeri atmak doğru olmaz. Bu olay deney tekniğinde bir hata olduğunu gösterir ki bu da ortalamaya yakın değerler elde edilen deneyler sonuçlarının da doğruluğu hakkında şüphe uyandırır.

BÖLÜM 4. ATIKSU ARITMA PROSESLERİNİN İNCELENMESİ

4.1. Atıksu Arıtma Proseslerine Bakış

İhtiva ettikleri kirlenici parametreleri ve kaynakları çok çeşitlilik gösteren atıksuların arıtılması için tatbikatta en sık kullanılan prosesler fiziksel, biyolojik kimyasal ile ileri arıtma teknolojileridir. Endüstriyel atıksuların arıtımında kullanılan bazı atıksu arıtma alternatifleri ve akım şemasındaki değişik yerleşimleri şekil 4.1. de verilmiştir.



Şekil 4.1. Atıksu arıtma süreçlerinin akım şemasındaki sırası ve alternatif süreçlerin yerleşim diyagramı

BÖLÜM 5. FİZİKSEL ARITMA PROSESLERİ

5.1. Fiziksel Arıtma

Fiziksel arıtma prosesleri atıksudaki kirlilikleri fiziksel işlemler kullanarak ayıran, atıksuyun fiziksel formunu değiştiren proseslerdir. Bu prosesler şunlardır.

5.2. Eleme

Genel olarak atıksu arıtma tesislerinde ilk rastlanan temel işlem elemedir.

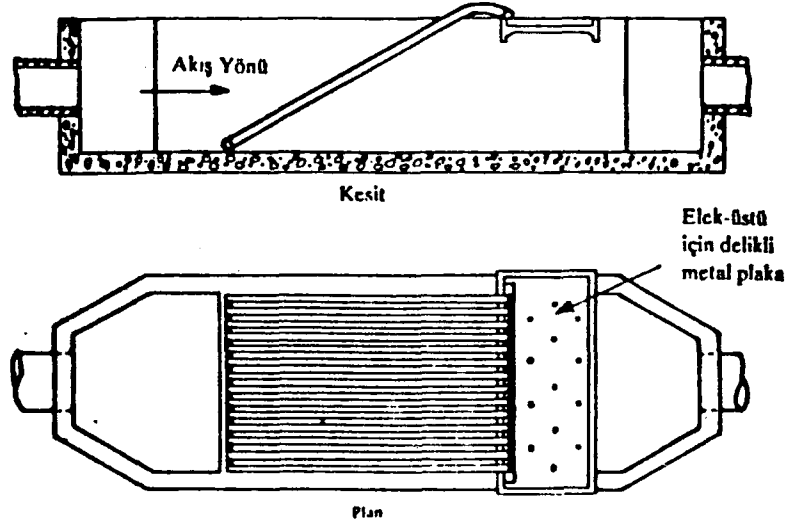
Eleme, kaba ve çökebilir katı parçaların engel oluşturma suretiyle alıkonma işlemidir. Bu işlem genel olarak uniform boyutta açıklıklara sahip olan elekler tarafından gerçekleştirilir.

Eleme işleminin amacı atıksu içinde bulunan kaba katı maddelerin uzaklaştırılması suretiyle, arıtma tesisindeki pompa ve diğer mekanik teçhizatı korumak, vana, boru ve benzeri aktarma cihazlarının tıkanmasını önlemektir. Ayrıca tesise gelecek katı atık yükü hafifletilmiş ve yüzücü maddeler tutulmak suretiyle dezefeksiyon işleminin verimi artırılmış olur.

Uygulamada en fazla kullanılan eleyiciler ızgaralardır. ızgaralar elle temizlemeli ve mekanik temizlemeli olarak ikiye ayrılırlar.

5.2.1. Elle Temizlenen ızgara

Elle temizlemeli ızgaralar küçük boyutlu arıtma tesislerinde kullanılır. ızgara boyu tutulan maddelerin kolaylıkla tutulacak şekilde ayarlanır. ızgaranın üst tarafında suyun drene olması için delikli bir drenaj plakası vardır. Ve su burada drene olup, katı maddeler tasfiye edilmek üzere kolaylıkla alınır. ızgaralar alüminyum veya paslanmaz çelik malzemedен yapılmışlardır. Şekil 5.1.'de elle temizlemeli ızgara görünmektedir.



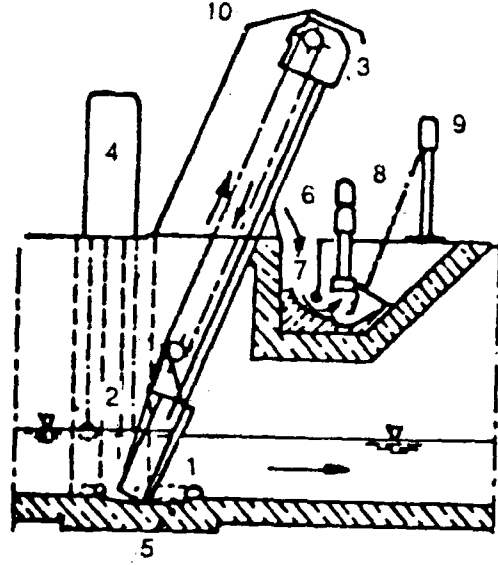
Şekil 5.1. Elle Temizlemeli Izgara

5.2.2. Mekanik Temizlemeli Izgaralar

Bu tip ızgaralarda ızgara çubuklarının arası, tutulan maddelerle dolduğu zaman ızgaranın menba tarafında sular kabarır. Dolayısıyla ızgaranın önünde ve hemen arkasındaki su seviyeleri arasında bir fark teşekkül eder. Bu değer, önceden tespit edilmiş bir büyüklüğü geçerse, temizleme mekanizması harekete geçerek ızgarayı temizler.

Tutulan maddeler parçalandıktan sonra tekrar suya döndürülürse, bunların zararsız hale getirilmesi için sarf edilecek emek ve masraftan tasarruf temin edilebilir. Bu halde tutulan maddeler ilk çöketim havuzları tabanına çökeltip çamur ile birlikte muameleye tabi tutulurlar. Bu maksatla, bıçakları, çubukları eğri olan bir ızgaranın arasına geçen ve tutulan maddeleri dönerek parçalayan kesici silindirler kullanılırlar. Bazı hallerde ise, tutulan maddeler bir kap içinde toplanır ve bir defada parçalanırlar. Şekil 5.2.'de mekanik temizlemeli bir ızgara görünmektedir.

1. Izgara
2. Kavrama
3. Tahrik tertibatı
4. Su seviye farkına göre çalışan şalter
5. Yüzgecin bulunduğu bacaya bağlantı kanalları
6. Izgarada tutulan maddeleri sıyırmak için levha
7. Yıkama oluğu
8. Döner parçalayıcı
9. Vinç
10. Kapak



Şekil 5.2. Döner parçalayıcı ile teçhiz edilmiş bir ızgara.

5.3. Kum Tutucular

Kum ve çakıl gibi maddeleri sudan ayırmak ve bunların tasfiye tesisinin diğer ünitelerine geçmesini önlemek için kum tutucular'dan faydalanılır. Kum - çakıl gibi âtil maddelerin, pompa ve tasfiye tesislerinden önce sudan ayrılması, makinaların aşınmasını önler ve çökeltim havuzlarında kum ve çakıl toplanmamasına engel olur.

Kum tutucunun yüzey alanı, maksimum debide istenen maddelerin çökmesine yetecek büyüklükte olmalıdır. Debi azalınca, daha küçük çaplı ve çökmesi arzu edilmeyen tanelerde tabana çökler ise de, bunlar yatay hızı sabit tutmak sayesinde tekrar tabandan kaldırılabilmektedir. Bunun için yatay hızı, tabana çökmesi arzu edilmeyen taneleri sürükleyerek, onları süspansiyona karıştıracak bir değerde tutmak icap eder.

Kum tutucular şu şekilde sınıflandırılabilir.

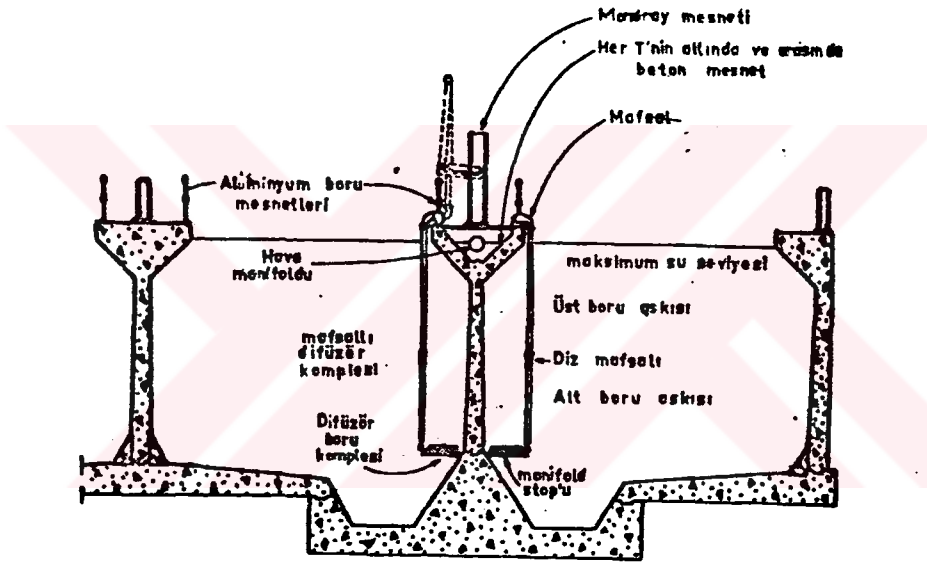
1. Dikdörtgen planlı uzun kum tutucular
2. Dairesel kum tutucular
3. Düşey akımlı kum tutucular
4. Ana akım doğrultusuna nazaran yan tarafta bulunan kum tutucular
5. Havalandırmalı kum tutucular.

Uygulamada yatay akışlı kum tutucularda kum yıkama ekipmanlarına gerek duyulması ve kum taşıma ekipmanlarındaki aşırı aşınma, özellikle büyük arıtma tesislerinde

havalandırmalı kum tutucular tercih edilir. Havalandırmalı kum tutucuların diğer bir faydası da, istenmeyen gazların atıksudan sıyrılması ve havalandırma sayesinde atıksuyun aerobik duruma getirilmesi ve arıtımın kolaylaştırılmasıdır.

Sistemde hava enjeksiyonu ile yaratılan türbülans hafif organik katı partikülleri askıda tutarken, daha ağır olan kum dibe çöker.

Kum tutuculara, difüzör adı verilen delikli borularla hava verilir. Difüzör boruları tabandan 45 ile 60 cm. yukarıya konur. Verilen hava sıvı akımının, havuz içinde spiral bir yol almasına sebep olur. Debi değişiklikleri çöktürme verimine önemli şekilde tesir etmez. Hava verilmesi için gerekli işletme masraflarının yüksek olması mahzurlu tarafını teşkil eder.



Şekil 5.3. Havalandırmalı kum tutucu

5.4. Dengeleme

Atıksu arıtma tesislerinde atıksu debileri genellikle sabit değildir. Debi dengeleme işleminin amacı bu değişikliklerden meydana gelen çeşitlilik durumlarını sabitleştirmek ve mansap tarafındaki ekipmanlara düzenli ve kararlı bir akış sağlamaktır.

Debi dengeleme havuzu debideki değişiklikleri bünyesinde bertaraf eden bir depolama tankıdır. Genel olarak dengeleme eleme ve kum tutma işleminden sonra yapılmalıdır.

Dengeleme havuzu birincil arıtma işleminden önce yerleştirilebilir. Ancak bazen dengelemenin birincil arıtmadan sonra ve biyolojik arıtmadan önce yapıldığına da

rastlanır. Zira birincil arıtmadan sonra yapılan dengelemede çamur ve köpük sorunları azalacaktır.

Dengelemenin Yararları

- Dengelemeden sonra atıksuyun arıtılabilirlik özelliği artırılır.
- Müteakip biyolojik arıtma iyileştirilir zira şok yüklerden gelen inhibitör maddelerin etkisi ve ph değişiklikleri kararlılığa kavuşur.
- Katı yüklemdeki sabitlik ikincil çöktürme tanklarının performanslarını artırır, yüzey alan gereksinimlerini azaltır.
- Atık filtre alanı gereksinimleri azalır ve filtre performansı yükselir.

Dengeleme havuzlarında karıştırma ve havalandırma gereksinimleri vardır. Karıştırma ekipmanları tank muhtevasını karıştırır ve katıların çökmesini önler. Karıştırma gereksinimini azaltmak için, kum tutma üniteleri dengeleme havuzlarından önce yerleştirilmiş olmalıdır.

5.5. Karıştırma

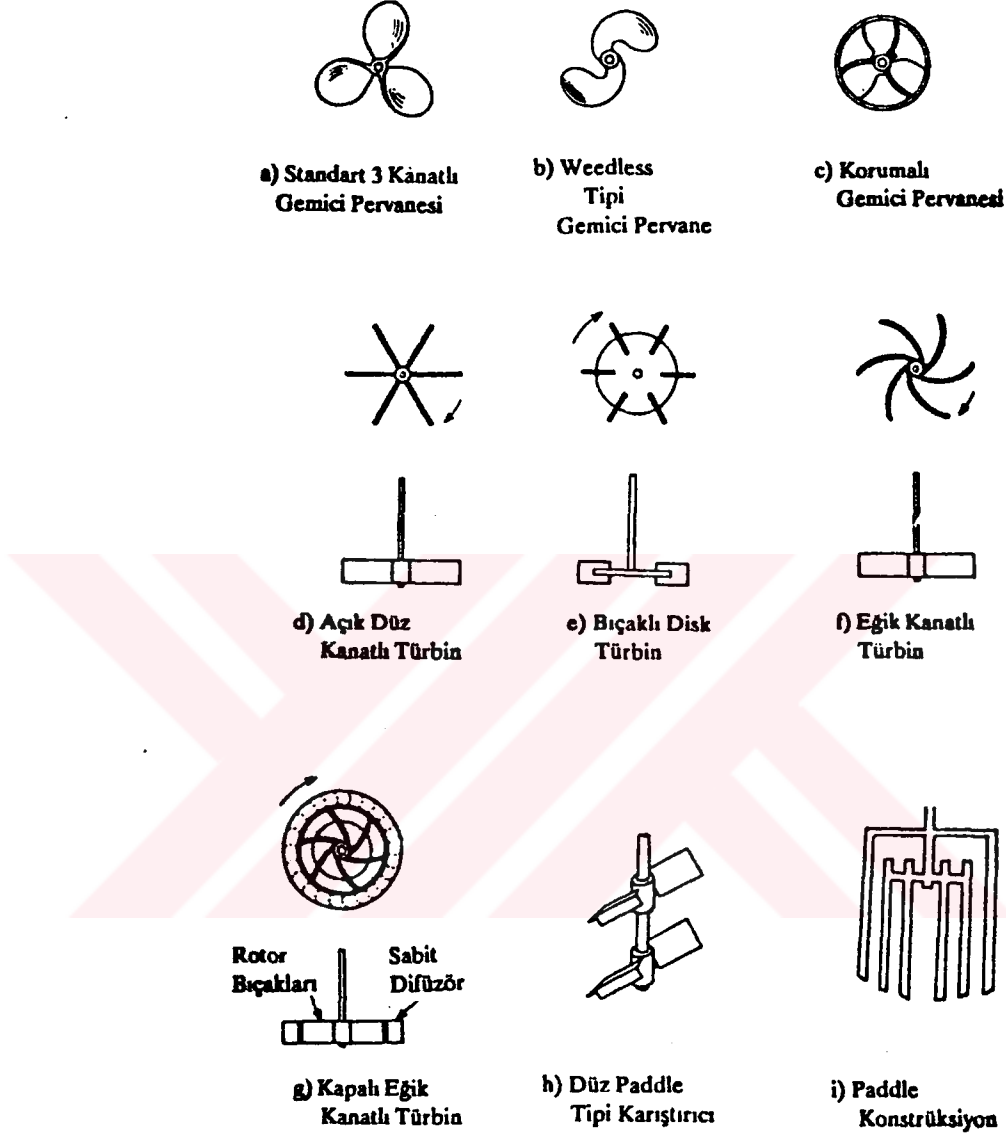
Karıştırma temel prosesi birden fazla maddenin birbiriyle karışması için uygulanan bir işlemdir. Atıksu arıtma tesislerinde karıştırma prosesi şu amaçlarla uygulanmaktadır.

- Kimyasal maddelerin atıksuya ilavesi,
- Katkı maddelerin karıştırılması,
- Çürütme tankında, karıştırma suretiyle besi maddeleri ve mikroorganizmalar arasında yakın bir kaynaşma sağlanması,
- Biyolojik arıtma süreçlerinde, organizmalara gerekli havanın temini için havanın aktif çamurla karıştırılması,

Sıvıların karıştırılması için şu yöntemler kullanılır.

- Açık kanallarda şaşırtma plakları ile hidrolik düzenin bozulması,
- Borular,
- Pompalar,
- Statik mikserler
- Havuz, tank ve kaplardaki mekanik karıştırıcılar,

İlk beş maddedeki karıştırma çıkış rejimindeki türbülans ile sağlanır. Mekanik karıştırıcılarda ise türbülans mekanik bir pervane sayesinde sağlanır. Şekil 5.4.'de muhtelif pervane örnekleri görülmektedir.



Şekil 5.4. Çeşitli pervane tipleri

Paddle karıştırıcıların sıvıyla temas eden geniş bir yüzey olduğundan bunlar yavaş olarak döndürülürler. Bu tip karıştırıcılar özellikle flokleştirme ve yumaklaştırma işlemlerinde alım, kireç, polielektrolit gibi maddelerin atıksu veya çamurla karıştırılması için kullanılır.

Türbin tipi karıştırıcılar genel amaçlı olup, özellikle sıvıların birbirleriyle karışımı, çamur karıştırma gibi uygulamalarda başarılıdır.

Gemici pervaneler ise kuvvetli aksenal akımlar meydana getirirler. Katıların askıda tutulması, gazların sıvılarla karıştırılması uygulamalarında başarılıdır.

Pervanelerin sıvı kütleyi savurması sonucu vortex oluşabilir ki bunun mutlaka giderilmesi gerekmektedir. Vortex oluşumu akışkan hızı ile pervane hızı arasında bir fark yaratır ve böylece karıştırma etkinliğini azaltır.

5.6. Çökeltme ve Berraklaştırma

Çökeltme ve berraklaştırma işlemleri aynı fiziksel ilkenin, çöktürme işleminin uygulamaları olup, katı partiküllerin dibe çökerek berrak sıvı fazdan ayrılması esasına dayanır. Berraklaştırmada esas amaç üstte duru su elde edilmesi olup, su arıtma tesislerinde daha yaygın uygulama bulur ve bunu genellikle bir çökeltme işlemi izler, çökeltme ise daha ziyade birincil atıksu arıtmada kullanılır. Burada amaç çamurun berrak su fazından çökeltme suretiyle ayrılmasıdır. Çökeltme ve berraklaştırma ekipmanları ilke olarak birbirine benzer, ayrıntılarda amaca yönelik farklılıklar göze çarpar.

5.6.1. Çökeltme Türleri

Parçacıkların çökmesi sırasında dört tür çökeltme mekanizmasına rastlanır. Bunlar,

1. Tip Çökeltme, Ayrık Parçacık

Düşük katı konsantrasyonunda süspansiyon halinde parçacıklar kendi başlarına hareket ederek komşu parçacıklarla herhangi bir girişimde bulunmadan münferit olarak çökeltme eğilimindedirler.

2. Tip Çökeltme Yumaklaşma

Yine seyreltik çözeltilerde, bazı parçacıklar yumaklaşmaya başlarlar. Böylece kütleleri artar ve daha hızlı çöklerler.

3. Tip Engelli Çökeltme veya Bölgesel Çökeltme

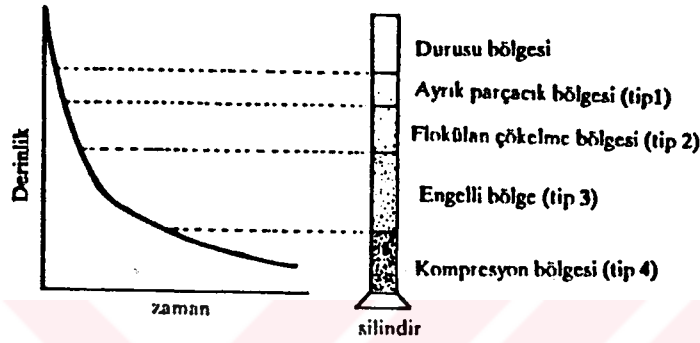
Ara konsantrasyonlarda artık parçacıklar arası kuvvetler komşu parçacıkların çökmesini engellemeye başlar. Parçacıklar birbirine göre sabit pozisyonlarda kalma eğilimindedir. Ve parçacıklar kütlesi bir birim olarak çökler. Çökelen kütlelerin üzerinde bir katı-sıvı interfazı oluşur.

Bu tür çökeltmeye biyolojik arıtma tesislerinde, ikincil arıtma birimlerinde rastlanır.

4. Tip Kompresyon Çökmesi

Bir noktadan sonra parçacıklar o kadar yoğunlaşır ki yapısal bir kütle oluşur ve artık çökme bu kütlelerin kompresyonu ile gerçekleşir. Kompresyon olayı üsteki sıvı fazdan sürekli çökmekte olan parçacıkların ağırlığı etkisiyle meydana gelmektedir.

Bu olaya, çamur kütlelerinin dip kademelerinde, ikincil çökme birimlerinin dibinde ve çabuk kalınlaştırma işlemlerinde rastlanır. Şekil 5.5. de bu 4 ayrı çökme bölgesi şematik olarak verilmiştir.

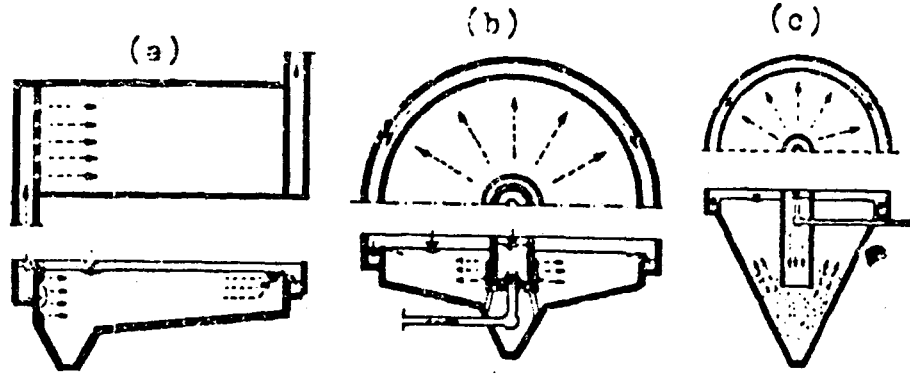


Şekil 5.5. Aktif çamurda dört ayrı çökme bölgesi

5.6.2. Çökme Havuzları

Atıksu tasfiyesinde çökeltme havuzları daire veya dikdörtgen planlı olarak yapılır. Havuzlara su, mümkün olduğu kadar türbülanssız olarak girmelidir. bu maksatla özel giriş tertibatlı yapılır. Dairesel havuzlarda akım radyal olup hız merkezde fazla, çevrede çok küçüktür. Bu sebeple akımın stabilitesi her yerde sağlanamaz.

Bu neden ile, dikdörtgen havuzlar, çökeltme verimi bakımından daha elverişlidir. Ayrıca daha az yer kaplar. Fakat çabuk tahliyesi, dairel havuzlar kadar kolay ve verimli olmaz. Mekanik vasıtalarla (çamur sıyrıcılarına) ihtiyaç kalmadan çamurların uzaklaştırılması istenirse, taban eğimi fazla olan konik havuzlar yapmak gerekir. Bunların en önemli mahzuru, derinliklerinin fazla olması sebebiyle yeraltı suyu ve sert zeminde inşa güçlükleri ile karşılaşılmasıdır. Şekil 5.6.'da çökeltme havuzlarının plan şekilleri görülmektedir.

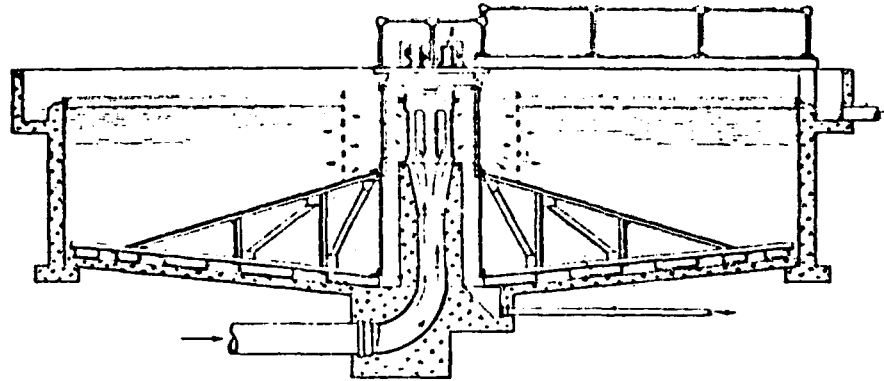


Şekil 5.6. Çökeltme havuzlarının plan şekilleri

a) Yatay-paralel akımlı b) Yatay-radyal akımlı c) Düşey-radyal akımlı

Dikdörtgen havuzlarda (uzunluk/genişlik) oranı 3:1 ila 5:1 arasında değişir. Derinlik 2 ila 2,5 m.'dir. Dairesel havuzların çapı 10 ila 40 m arasındadır. Havuz kenarında su derinliği 2 ila 3 m. arasındadır. Taban eğimi %8 civarındadır.

Tesis ve bakım masraflarının az olması sebebiyle, daireSEL havuzlar, dikdörtgen havuzlara genel olarak tercih edilmektedir. Her ne kadar havuza giriş sırasında daha büyük bir türbülans meydana gelirse de, çevreye doğru akımın hızı yavaşlar. Dairesel havuzlarda dikdörtgen havuzlara nazaran daha büyük bir savak uzunluğu temin edilebilir. Dairesel havuzlarda çamur sıyrıcısı dönerek çalışır. Katı maddelerin bu şekilde uzaklaştırılması daha kolay, daha sürekli ve daha verimli olmaktadır. Çamur çukurundaki katı maddeler, çamur tahliye vanası açılarak yer çekimi ile havuz dışına alınır. Şekil 5.7.'de daireSEL çökeltim havuzu kesitiyle görülmektedir.



Şekil 5.7. Dairesel bir çökeltme havuzunun kesiti ve dönerek çalışan çamur sıyrıcısının detayları.

5.7. Yüzdürme

Katı veya sıvı-sıvı ayırımı ilkesine dayanan yüzdürme prosesi, sudaki bulunan hafif batmayan ince veya kaba askıda katı maddelerin, atık suda bulunan askıda organik veya inorganik birleşiklerin ve yağ cinsi maddelerin, mikroskopik gaz kabarcıkları vasıtasıyla yüzeye kadar getirilip, tabaka halinde bırakılmaktadır. Daha sonra sıyrıcılar aracılığıyla yüzen tabaka, altaki su tabakasından ayrılmaktadır.

Atık suda ince partikülleri bulunması halinde, yüzdürme prosesini çabuklaştırma amacıyla, sık olarak özel kimyasal madde yüzdürme havuzuna veya daha önceki üniteye ilave edilmektedir. Örneğin pH ayarlayıcı maddeler, demir veya alüminyum sülfatlar sayılabilir. Çökeltme prosesinin tam zıt işlemi olarak yüzdürme prosesi tanımlanabilir.

Yüzdürme prosesi evsel atıksu arıtımında aynı zamanda petrokimya, konserve, gıda, conta, maden v.b. atıksuların arıtımında kullanılmaktadır.

Atıksu akışı esnasında, yüzdürme tankı, kum tutucu ünitenin içinde veya ardından yer almaktadır, aynı zamanda pıhtılaştırma-yumaklaştırma ünitelerinin ardından ve çökeltme + biyolojik arıtma ünitelerinden önce sıralanmaktadır. Böylece mümkün olduğu kadar, diğer arıtma ünitelerinin atık giderme verimi etkilenmemiş bulunmaktadır. İki temel yüzdürme tipi uygulanmaktadır. Bunları inceleyecek olursak.

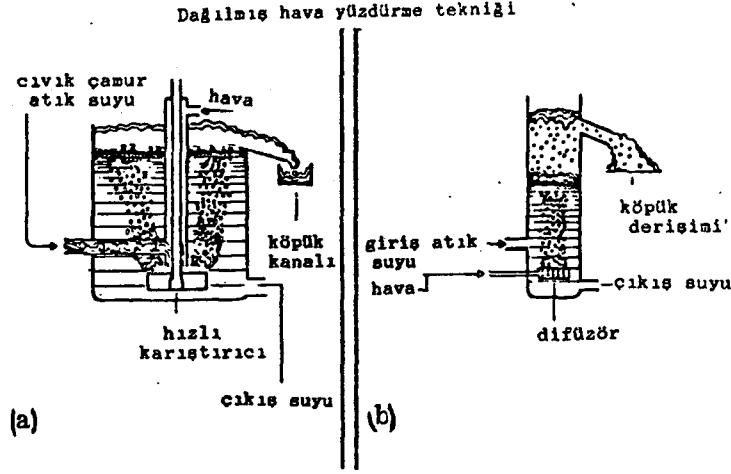
5.7.1. Hızlı Karıştırmalı Yüzdürme Sistemleri

5.7.1.1. Mekanik Esaslı Hava-Su Besleme Sistemleri

Yüzdürme tankı, dikdörtgen veya genelde silindirik şekildedir. Üflenen hava ve atıksu, sırasıyla, karıştırıcının üstünden ve altından beslenmektedir. Ve tankın içerisinde çok hızlı dağılıp karıştırılmaktadır. Atıksuyun kalma süresi 2-20 dk 'dır. Oluşan 0,1-1 mm. çaplı hava kabarcıkları sayesinde askıda katı maddelerin ayırımı sağlanmaktadır.

5.7.1.2. Türbülans Esaslı Hava Üfleme Sistemleri

Bazı yağ (ince veya kalın tabaka halinde), iri lifler, kağıt v.b. gibi yüksek konsantrasyonlu atıksularında, ekonomik açıdan, karıştırıcı yerine, yüzdürme tankı iki bölüme ayrılmaktadır. Birinci bölümde basınçlı havayla atıksu karışımı özel yapılı gözenekli ayırıcı levha arasından geçip ikinci bölümde çok ufak 0,1-0,05 mm. çaplı hava kabarcıkları haline dönüşmektedir. Sistemde atıksu kalışı 2-5 dk. arasındadır. Türbülans esasına dayanan bu sistem, tasarımı, diğer sisteme nazaran daha karmaşıktır. Şekil 5.8'de bu iki sistemin kesit görünüşleri verilmiştir.



Şekil 5.8. Hızlı karıştırmalı yüzdürme sistemleri

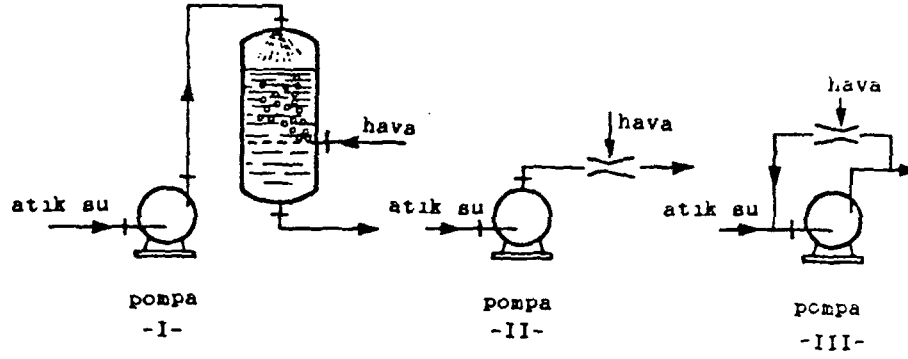
- a- Mekanik esaslı hava-su besleme sistemi
- b- Türbülans esaslı hava

5.7.2. Çözünmüş Hava-Yüzdürme Tekniği

50-100 m³/saat üzerinde yüksek kapasiteli tesisler için kullanılan en yaygın kullanılan yüzdürme tipidir.

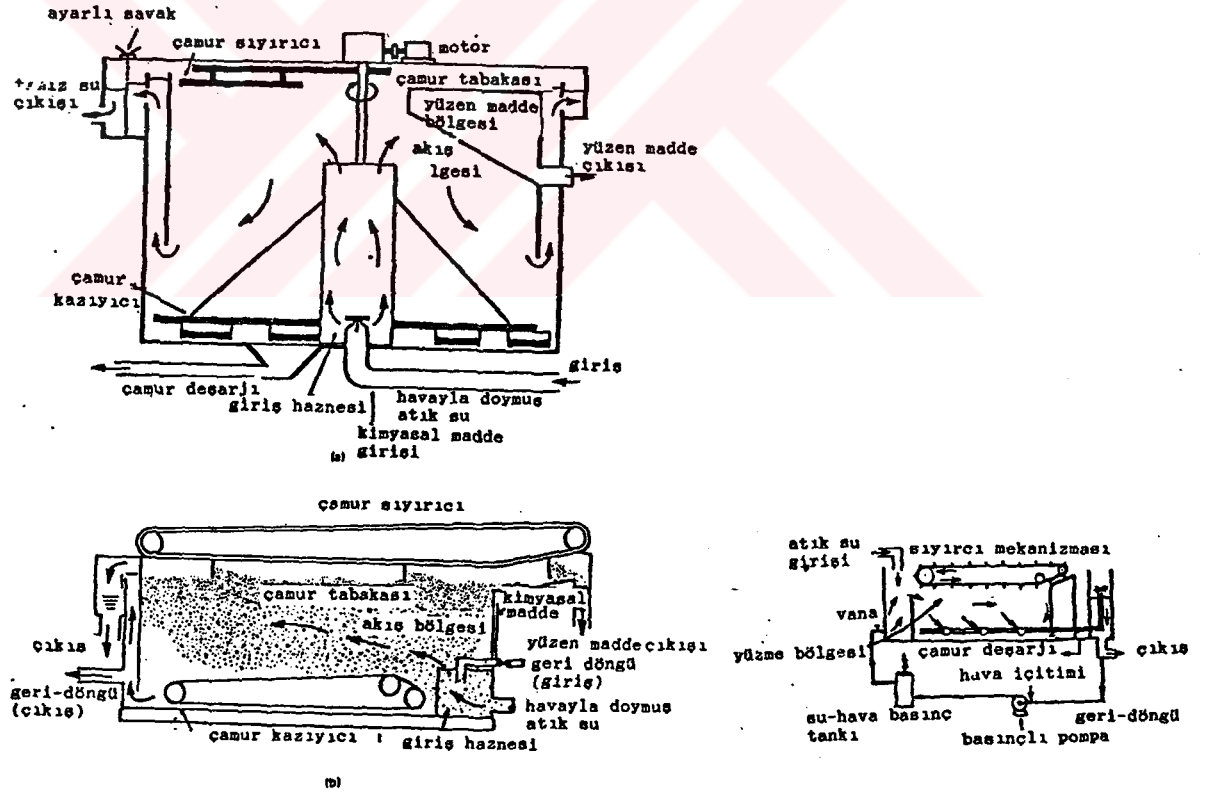
Suda doymun halde bulunan basınçlı hava, yüzdürme tankında, sistemin basıncı, atmosfer basıncı veya boşluk basıncına düştüğünde, çok ufak kabarcıklar halinde, 40-70 mikron çap arasında, suyun içinde serbest bırakılmaktadır. Kimyasal madde ilaveli basınçlı atıksu ile karışımı, geri döngüyle birlikte, tankın tabanından girmektedir. Ve yüzdürme tankındaki çeşitli perdelerle çarpılarak, dağılmaktadır. Yüzen çamurlu maddeler, kazıyıcı veya sıyırıcı vasıtasıyla, ayrı bir bölüme deşarj edilmektedirler. Ve özel çamur pompaları vasıtasıyla uzaklaştırılmaktadırlar.

Hava, sisteme çeşitli yollarla basılmaktadır. Genelde, atıksu pompasının, emiş hattına kompresörle gönderilmektedir ve ara basınç tankında 2-3 dk. tutulduktan sonra, yüzdürme tankına suyla birlikte sevkedilmektedirler. Bu yöntem pahalı olmasına rağmen işletmesi düzenli olmaktadır. Şekil 5.9'da çeşitli yöntemler verilmiştir.



Şekil 5.9 Hava-Su karışımı yöntemleri

Bu yüzdürme tekniği petrol, deterjan, yağ, gliserin v.b. sanayi atıksularının arıtımında, % 60-95 arası atık giderme verimi sağlanmaktadır. Ayrıca kötü kokuları da kaldırmaktadır. Şekil 5.10'da bu sistemlerin yapıları görülmektedir.



Şekil 5.10 Çözünmüş hava yüzdürme tekniği

- Silindirik tipi
- Dikdörtgen tipi
- Atıksu-basınçlı hava akım şeması

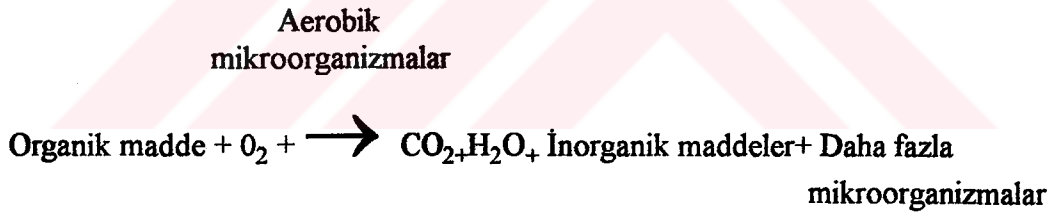
BÖLÜM 6. BİYOLOJİK ARITMA

6.1. Doğada Organik Kirleticilerin Yok Olması

Bir organizma, çoğalmak ve hayatı faaliyetlerini devam ettirmek için bir enerji kaynağına, ve yeni hücre maddelerinin sentezi içinde karbona muhtaçtır. Azot ve fosfor gibi inorganik elementler ile, kükürt, potasyum, kalsiyum ve manganez gibi diğer iz elementler, hücrelerin teşekkülü için çok lüzumludur. Karbondioksit ve organik maddeler, mikroorganizmaların, hücrelerini kurmaları için iki genel karbon kaynağını teşkil eder. Biyokimyasal reaksiyonlar oksijenin mevcut olması halinde meydana geliyorsa buna aerobik ve bu tip organizmalara aerobik organizma denir.

Anaerobik organizmalar ise, sadece oksijenin mevcut olmadığı bir ortamda gelişebilir. Fakültatif adı verilen bir üçüncü sınıf organizma vardır ki, bunlar oksijenli veya oksijensiz ortamların her ikisinde de yaşayabilme kabiliyetine sahiptirler.

Doğada, herhangi bir organik kirlenici alıcı bir ortama (akarsu, göl, deniz v.s) aktıldığında burada bulunan aerobik mikroorganizmalar faaliyete geçerler ve,



reaksiyonuna uygun olarak organik kirlenicileri bertaraf ederler. Bu proses ortamda yeterli oksijen bulunduğu müddetçe devam edebilir. Ancak organik kirlenicilerin miktarı fazla olduğu takdirde bakterilerce kullanılan oksijen sisteme atmosferden veya başka kaynaklardan eklenen oksijenden fazla olmakta ve böylece kısa bir süre içinde mevcut oksijen yok olmakta ve sistem anaerobik (havasız) şartlara dönüşmektedir. Bu şartlar altında biyolojik parçalanmayı sürdüren bakteriler metan, karbondioksit ve az miktarda H₂S gibi gazlar meydana getirmektedir.

6.2. Biyolojik Arıtma Yöntemleri

Biyolojik arıtma yöntemleri aerobik ve anaerobik olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir.

6.2.1. Aerobik Arıtmanın Esasları

Mikroorganizmalar ya sıvı içinde süspansiyon halde dağılı, yahut katı bir yüzeye yapışık olarak çoğalarak organik maddeleri gaz halindeki nihai ürünlere ve hücre maddesi haline dönüştürürler. Olay aerobik, anaerobik ve fakültatif olabilir. Aerobik ayrışmada, hücre sentezi için lüzumlu enerji, organik maddenin bir kısmı yakılarak elde edilir. Ortamda organik maddenin olmaması halinde, hayata devam için lüzumlu enerjiyi elde etmek için hücrenin kendi dokusu, iç solunumla yakılarak gaz halindeki nihai maddelere ve bir kalıntıya çevrilir. Biyolojik arıtma tesislerinin çoğunda oksidasyon (= disimilasyon), sentez (asimilasyon) ve iç solunum (otooksidasyon) olayları aynı anda meydana gelir. Atıksuyun içindeki organik maddenin kimyasal formülü COHNS şeklinde gösterildiğine göre, bu olayları şu denklemlerle ifade edebiliriz.

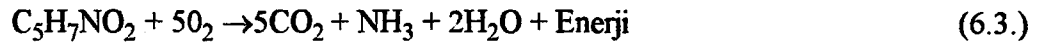
Oksidasyon (Disimilasyon)



Sentez (Asimilasyon)



İç Solunum (Otooksidasyon)



Aerobik arıtma proseslerinin en önemlileri şunlardır.

6.2.2. Aktif Çamur Prosesi

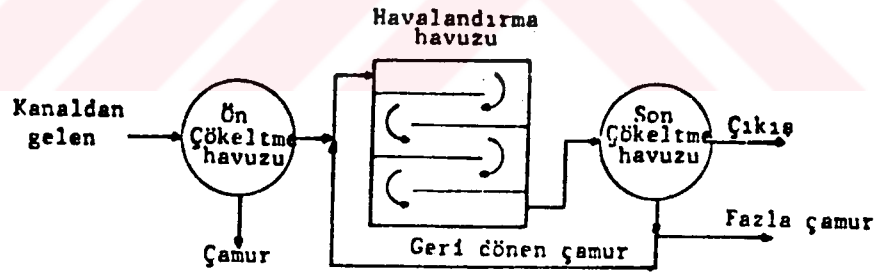
Aktif çamur sistemi aerobik biyolojik aktif ürünlerin (mikroorganizma) atıksu ile havalandırılarak karıştırıldığı ve oluşan flokların ayrı bir yerde çökeltildiği sürekli bir sistemdir. Bu sistemde üretilen biyolojik çamurun bir kısmı aşı çamuru olarak geri dönüştürülüp sürekli gelen atıksu ile karıştırılır. Aktif çamur sisteminde mikroorganizmalar atık sudaki organik maddeleri çözümleyip oksidasyon - sentez işlemi ile organik maddeleri CO₂, H₂O, NO₃ ve SO₄ gibi son ürünlere dönüştürmektedir. Sistemde istenilen verim bekletme süresinin ve aktif flokların konsantrasyonunun kontrol altında tutulması ile sağlanır. Sistemde havalandırma

basıncılı havalandırma veya yüzeysel karıştırıcılar ile sağlanmaktadır. Konvansiyonel aktif çamur sistemine akım modeli piston akış şeklindedir.

6.2.3. Aktif Çamur Sistemleri

6.2.3.1. Klasik Aktifleştirme Metodu

Bu metoda göre çalışan sistemde bir havalandırma havuzu, bir son çökeltme havuzu ve bir de geri devir çamur tertibatı ihtiva eder. Fazla çamurlar ya geri devir hattından veya havalandırma havuzu muhtevassından alınarak uzaklaştırılır. Akım modeli, mikroorganizmaların geriye döndürüldüğü bir piston akım şeklindedir. Geri devir çamuru, çökeltmiş sularla karışmış halde havalandırma havuzuna alınır. Ve takriben 6 saat havalandırılır. Gelen atıksu ve geri devir çamuru, kabarcıklı veya mekanik havalandırma tertibatıyla karıştırılır. Bu zaman zarfında organik maddelerin adsorpsiyonu, flokülasyonu (yumaklaşması) ve oksidasyonu meydana gelir. Havalandırma havuzu muhtevası daha sonra son çökeltme havuzuna alınır ve çökeltilen maddeleri sudan ayrılır. Çökelmiş mikroorganizmalardan meydana gelen çamur geri devredilir. Geri devir oranı 0,25 ile 0,50 arasındadır. Şekil 6.1'de aktif çamur sisteminin akım şeması görülmektedir.



Şekil 6.1. Klasik aktif çamur işleminin akım şeması

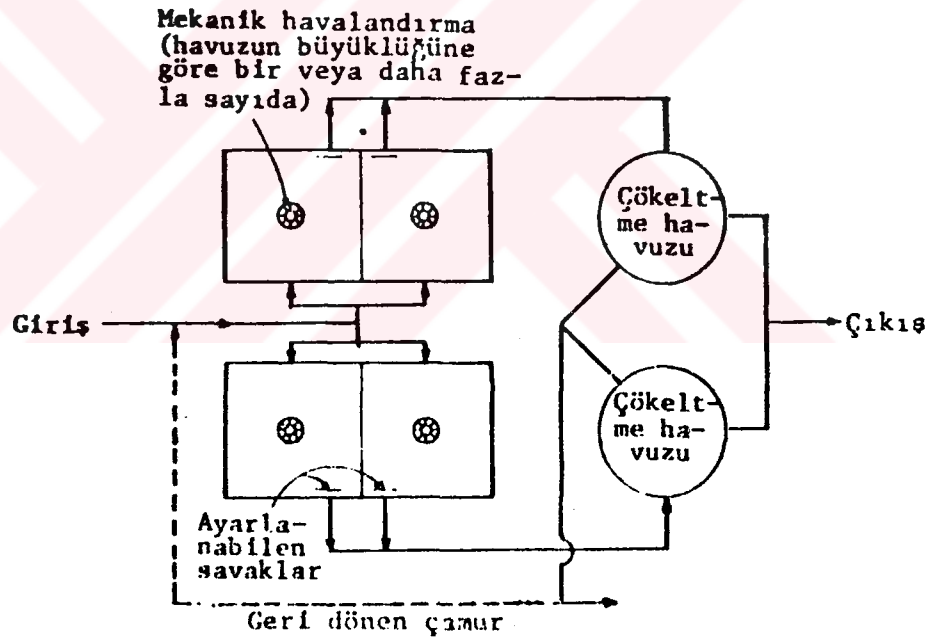
6.2.3.2. Lineer Şekilde Değişen Havalandırma Tatbik Edilen Sistemler

Bu sistemin gayesi, sevkedilen hava miktarını mikroorganizmaların ihtiyacına uydurmaktır. Havalandırma havuzunun girişinde, yeni çökelmiş sularla, geri devir çamuru ilk defa temasa gelir ve karışır. Bu sebeple burada oksijen ihtiyacı pek fazladır. Dolayısıyla havalandırma boru veya plaklarının bu kısımlarda daha sık olarak konulması gerekir.

Atıksu ve biyolojik madde karışımı havalandırma havuzu boyunca ilerlerken, yeni hücreler meydana gelir. Mikroorganizma sayısı artar ve mevcut besi maddesi konsantrasyonu azalır bunun sonunda besi maddesi / mikroorganizma oranı küçülür, oksijen ihtiyacı düşer. Bu neden ile oksijen sevk miktarını azaltmak üzere havuz çıkışına doğru difüzörlerin aralıkları arttırılır. Buradaki fayda oksijen sevk kapasitesi azaltılıp işletme masraflarının düşmesidir.

6.2.3.3. Tam Karışimli Aktif Çamur

Bu sistemde çökeltmiş suyun ve geri devir çamurunun havalandırma havuzuna bir kaç noktadan verilmesidir. (Su + Çamur) karışımı, havuzdan geçerken havalandırır. Havalandırma havuzundan çıkan süspansiyon toplanıp son çökeltme havuzunda çökebilen maddeleri sıvıdan ayrılır. Havalandırma havuzuna gelen organik yük ve oksijen ihtiyacı bir uçtan diğer uca üniformdur. Şekil 6.2. de sistemin akış şeması görülmektedir.

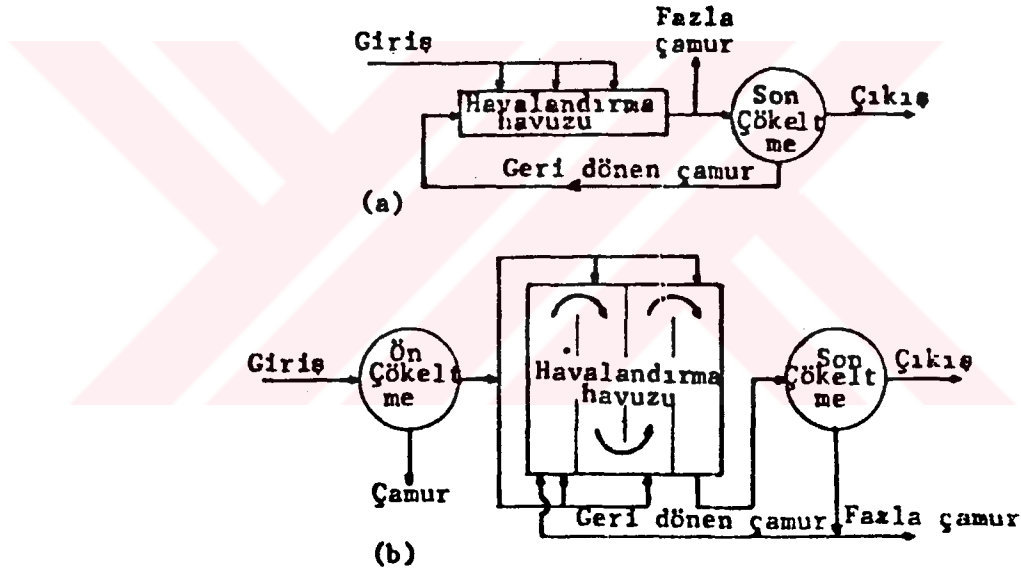


Şekil 6.2. Tam karışimli ve sürekli akımlı aktif çamur reaktörü

6.2.3.4 Kademeli Havalandırma

Bu havalandırma sisteminde, çökeltmiş atık su (besi maddesi/mikroorganizma) oranını üniform yapmak maksadıyla birkaç noktadan havuza verilir. Şekil 6.3 bu sistem verilmiştir. Bu sistemde oksijen ihtiyacının maksimum değeri azaltılmış olunur.

Havalandırma havuzu, perdelerle dört veya daha fazla sayıda paralel kanala ayrılır. Her kanal ayrı bir kademe olup birkaç kademe seri olarak birbirine bağlanmıştır. İlk kademeye geri devir çamuru ile birlikte çökeltilmiş atıksu verilir. Her kademe çökeltmiş su debisi artacak şekilde bir tertip düşünülür. Eğer istenirse, birinci kademe sadece geri dönen aktif çamurun havalandırılmasına ayrılır ve atıksu girişi diğer kademelerde tatbik edilir. İşletmenin değişken şartlara uydurulabilmesi imkanı bu sistemin üstünlüğünü tepkil eder. Kademeli havalandırma sisteminin temel teorisi, aktifleştirilmiş çamur sistemi ile aynıdır. Bununla beraber oksijen ihtiyacı burada daha üniform olup temin edilen oksijen daha iyi bir şekilde kullanılmış olur. Atıksuyun birçok noktadan havuza verilmesi, yüksek absorpsiyon kabiliyetinde olan bir aktif çamur meydana getirir. Bu sebeple nispeten kısa zaman (bekleme) zamanı içerisinde daha fazla çözülmüş organik maddelerin giderilmesi temin edilmiş olur. Böylece, havalandırma havuzunun birim hacmi başına, daha fazla BOI yüklerinin verilmesi mümkündür.



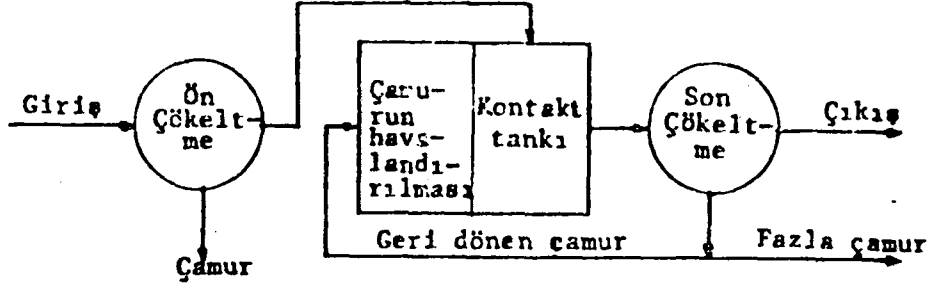
Şekil 6.3 Kademeli havalandırma uygulanan aktif çamur sistemi

- a) Şematik gösterilişi
- b) Çeşitli ünitelerin detayı

6.2.3.5 Kontakt Stabilizasyon

Şimdiye dek açıklanan aktif çamur metodlarında BOI giderilmesinin iki kademede meydana gelir. Birinci kademe 20 ile 40 dakikalık bir bekleme zamanına ihtiyaç gösteren absorplama safhasını içine alır. Bu fazda, koloidal ve ince süspansiyon halde suda dağılmış maddelerle çözülmüş organik maddelerin çoğu aktif çamurun içine

alınır(absorplanır). İkinci faz olan oksidasyon olayı daha sonra gerçekleşir ve absorplanmış organik maddeler metabolik olarak yok edilirler. Şimdiye dek açıklanan aktif çamur metodlarında bu iki faz, aynı bir havuz içinde gerçekleştirilir. Halbuki kontakt stabilizasyonu usulünde ise bu iki faz birbirinden ayrılır ve farklı havuzlarda meydana getirilir. Bu sistemin akış diyagramı Şekil 6.4'te verilmiştir.



Şekil 6.4 Kontakt stabilizasyon sisteminde akım diyagramı

Bu metod, aktif çamurların absorplama özelliklerinden faydalanmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çökeltmiş sular, geri devir çamuru ile karıştırılıp, kontakt havuzunda 30 ile 90 dakika müddetle havalandırılır. Bu zaman zarfında, organik maddeler, çamur yumakları tarafından absorplanır, yani içine çekilir. Son çökeltme havuzunda, çamurlar tasfiye edilmiş sudan ayrılarak geri döndürülür. Ve 3 ile 6 saat müddetle bir çamur havalandırma havuzunda havalandırılır. Bu esnada absorplanmış organik maddeler enerji kaynağı ve yeni hücrelerin teşkili için kullanılır. Geri devir çamurunun bir kısmı ise, sabit bir katı madde konsantrasyonu temin etmek için sistemden dışarı atılmalıdır. Buna fazla çamur adı verilir.

Havalandırma için gerekli hacim, klasik veya lineer değişen havalandırma sistemlerindeki yarısı kadardır. Bu sebeble, mevcut bir aktif çamur tesisini kapasitesini kontakt stabilizasyon metoduna çevirmek suretiyle iki katına çıkarmak mümkündür. Yapılacak tek değişiklik akım şekillerini düzenleyecek boru ve kanallar ile havalandırma sistemindeki küçük tadilatlardan ibarettir. Kontakt stabilizasyon işlemi, evlerden gelen atık sular için çok uygundur. Bununla beraber endüstri atık suları veya ev ve endüstri atıksularının karışımı olan sular için kullanılmadan önce laboratuvar deneylerinin yapılması gerekir. Endüstri atık sularının tasfiyesindeki değeri, organik maddelerin büyük kısmının çözünmüş halde olmamasıyla sınırlıdır.

6.2.3.6 Uzun Havalandırmalı Sistemler

Bu sistemler bakteri çoğalma eğrisinin iç solunum fazında çalışır. Ve nispeten düşük bir organik yük değeri ile uzun bir havalandırma zamanı gerektirirler. Bu sebep ile ancak, kapasiteleri küçük olan tasfiye tesislerinde kullanılmaya elverişlidir. Her ne kadar, ayrı çamur tasfiyesi yapılmaz ise de, fazla gelen katı maddelerin (çamurların) atılmasına müsaade edilmeyen hallerde bu ünitenin de ilavesi mümkündür. Fazla gelen çamurlar, aerobik tasfiyeden sonra, üstü açık kum yataklarına serilerek drene edilir. Kurutulmuş haldeki çamurlar, gübre veya dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Çamurların tasfiye ve uzaklaştırma işlerini basitleştirmek için bu yöntemde ön çökertme işlemi kaldırılmıştır.

6.2.3.7 Yüksek Hızlı Havalandırma

Yüksek hızlı havalandırma, asılı katı madde konsantrasyonu çok büyük olan havalandırma havuzlarının, büyük hidrolik yüklere (büyük debilere) maruz bırakıldığı sistemdir. Bu sayede (besi maddesi/mikroorganizma) oranları da yüksek (0,4 ile 1,5 arası) olur. Hidrolik bekleme zamanları 0,5 ile 2 saat arasında değişir. Mikroorganizmalar havuzda uzun müddet kalmış olurlar. Türbin karıştırıcılar kullanmak suretiyle oksijen iletimi ve yumak büyüklüğünün etkili bir şekilde kontrolü için yeterli bir karışım temin edilebilir.

6.2.4 Havalandırmalı Lagünler

Havalandırmalı lagünler, atıksuların havalandırılarak, biyolojik yumakların meydana getirildiği havuzlardır. Kısaca lagün adı verilen bu havuzlar, stabilizasyon havuzlarına havalandırma sisteminin eklenmesi ile ortaya çıkmışlardır. Yani tabii havalandırmalı sistemlerin yetersiz kalması (= aşırı yüklenmesi ve koku yapması) suni havalandırma düşüncesini ortaya çıkarmış ve bütün havuz içerisindeki muhteviyatın bu yolla karıştırılması ve havalandırılmasıyla da bu tip havuzlar meydana gelmişlerdir. İşletim sistemleri geri devirli veya geri devirsiz olabilir. Eğer geri devir uygulanıyorsa bunlar uzun havalandırmalı aktif çamur sistemlerinin aynısıdır. Lüzumlu oksijen yüzeysel havalandırıcılar veya kabarcıklı havalandırma sistemleriyle sağlanır. Katı maddelerin çökmemesi için havuz içeriğinin çok kuvvetli bir şekilde karıştırılması gerekir. Bunu sağlamak için gerekli güç, mikroorganizmalar için gerekli oksijeni temin etmek için lüzumlu olandan daha fazla olabilir. Yani mikroorganizmalar için lüzumlu oksijeni sağlayacak mekanik teçhizatın, havuz içeriğini iyice karıştırmaya yetip yetmediğini araştırmak gerekir.

Eskiden havalandırılmalı lagünler, geri devirsiz aktif çamur sistemleri şeklinde işletilirlerdir. Bunları genel olarak büyük çökeltme havuzları takip etmekteydi. Bugün çıkış suyundan istenen şartları temin edebilmek için, lagünler çökeltme ve geri devir tertibatına sahip olacak şekilde inşaa edilmektedir. Yüzey alanları çok büyük olduğundan, normal aktifleştirme sistemlerine nazaran daha önemli olan sıcaklık değişmelerine maruz kalabilirler.

6.2.5 Stabilizasyon Havuzları

Stabilizasyon havuzları, atıksuların içindeki organik maddelerin ayrıştırılıp, zararsız hale getirildiği, nispeten sığ havuzlardır. Stabilizasyon havuzlarının, havalandırılmalı lagünlerden farkı, burada gerekli oksijenin, havuzun yüzey kısmında üreyen alg yosunları tarafından, tabii olarak sağlanmasıdır. Dolayısıyla normal olarak, bir havalandırma tertibatına ihtiyaç görmezler. Ancak soğuk iklimlerde, kışın organik maddenin yeterli derecede ayrışmaması sonucu biriken BOI yükünün proplem olması bekleniyorsa, yüzeysel havalandırıcılar kullanılabilir.

Bu havuzlar da hiç tasfiye görmemiş atık sular temizleneceği gibi, önceden bir arıtma tesisinden geçirilerek kısmen tasfiye edilmiş atık sularda temizlenebilir. Stabilizasyon havuzlarında gerçekleşen reaksiyonlara göre üç ayrı sınıfa ayrılırlar. Bunları inceleyecek olursak,

6.2.5.1 Aerobik Havuzlar (Oksidasyon Havuzları)

Bunlar sığ havuzlar olup yüksek derecede tasfiye temin ederler. Fazla miktarda alg hücreleri ürer. Çözünmüş organik artıkların tasfiyesinde, biyolojik arıtmadan geçmiş suların daha ileri derecede temizlenmesinde ve üçüncü kademe arıtma işlerinde kullanılır. Bunları yüksek hızlı, normal hızlı ve olgunlaştırma havuzları olarak sınıflandırmak mümkündür.

6.2.5.2 Anaerobik Havuzlar

Bu tip havuzlar çok kirli suları arıtmakta kullanılırlar. Ve çökeltme havuzu olarak da vazife görürler. Tabana çöken katı maddeler, anaerobik şartlar altında gelişen bakterilerin etkisiyle ayrıştırılır. Bu havuzlardan çıkan sular, henüz temizlenmemiş olduğundan, yüzeysel sulara verilmeden önce, aerobik veya fakültatif bir havuzdan geçirilmelidir.

6.2.5.3 Fakültatif (Aerobik-Anaerobik) Havuzlar

Bu tip havuzlarda, havuzun tabanında bir aneerojik bölge bulunur. Lazım gelen oksijen, güneş ışığının nüfus ettiği yüzey tabakasında üreyen klorofilli alg yosunlarının gerçekleştirdiği fotosentez yoluyla sağlanır.



Havuzların aerobik olan üst bölgesinde, alg yosunlarının veya mekanik teçhizatın sağladığı oksijenle, atıksuyun içindeki organik maddeler ayrışacak CO_2 ve H_2O meydana gelir.



Havuzun tabanında ise çamur yığılması olur ve anaerobik ayrışma meydana gelir. Fakültatif ve anaerobik bakteriler sebebiyle havuzun bu taban bölgesinde, denklemleri aşağıda verilen biyokimyasal reaksiyonlarla karşılaşır.



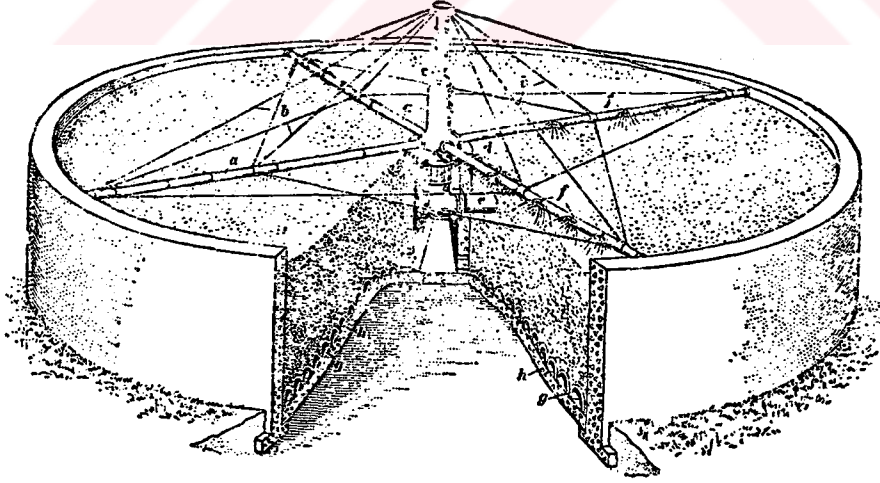
Bu tip havuzlarda, tabandaki anaerobik ayrışmayı bozacak şartlara meydan verilmemelidir. Mesela, aşırı organik yüke maruz kalır ve lüzumlu oksijeni sağlamak için havalandırma teçhizatı çok kuvvetli bir şekilde çalıştırılırsa, bütün havuz içeriği karışarak anaerobik bölge bozulur. Arıtma süresi olarak da sadece ızgaralardan geçirilmiş ve başka hiçbir arıtım işlemine tabii tutulmamış atıksuların fakültatif havuzlarda bekletilme süresi asgari 60 gün olmaktadır.

6.2.6 Damlatmalı Filtreler

Damlatmalı filtrenin yapısını 6-10 cm. büyüklüğünde kırma taş veya plastik, sert köpük v.s. gibi dolgu malzemeleri bulunan yuvarlak bir tank oluşturur. Bu tankın üzerine ilk arıtmaya tabii tutulmuş atıksu aralıklı olarak verilir. Bu şekilde filtreye verilen atıksufiltre dolgu malzemesinin üstünden süzülerek akmakta, bu arada, filtre yatağındaki boşlukların tamamı atıksu ile dolmadığından aerobik şartlar devam etmektedir. Bu işlem neticesinde atıksuyun içinde bulunan ve organik maddeleri

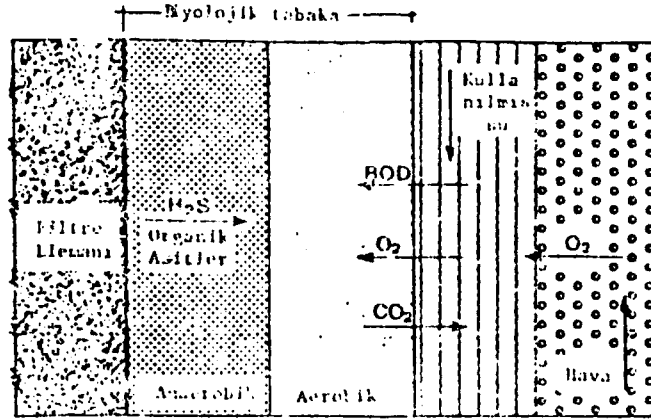
parçalayan bakteriler taşların üzerinde bir ince tabaka meydana getirmektedir. Bu bakteriyel tabaka aynı zamanda yakınından geçmekte olan organik kirleticileri absorplayıp metabolizmaları ve üremeleri için kullanarak karbondioksit ve suya dönüştürmektedir. Ancak zamanla bakteriyel tabaka kalınlaşmakta oksijen ve organik maddeler tabakanın alt kesimlerine ulaşmamaktadır. Böylece tabakanın alt kesiminde anaerobik şartlar oluşmakta ve nihayet burada oluşan gazların yardımı ile bakteriyel tabaka taştan ayrılıp çıkış suyu ile birlikte dışarıya akmaktadır. Temizlenmiş taşın üzerinde kısa bir zaman içinde yeniden ince bir tabaka oluşmakta ve proses devam etmektedir. Damlatmalı filtreden çıkan atıksu son çökeltme tankına verilir. Çökeltme tankındaki çamurun bir kısmı bazen damlatmalı filtreye, dolgu malzemesinin üstünde bakteriyel tabakanın oluşmasında bir nevi maya vazifesi görmek üzere geri gönderilir. Bir damlatmalı filtre aşağıdaki şartları yerine getirmelidir.

- Filtre tabanı iyi bir havalandırmaya elverişli olmalıdır.
- Filtre dolgu malzemesi üniform çaplı tanelerden meydana gelmelidir.
- Sıvı filtre üzerine üniform olarak dağıtılmalıdır. Eğer bu üç şart gerçekleşirse, damlatmalı filtre, çok değişken yük durumlarında daha iyi bir arıtma yapabilir. Şekil 6.5.'te bir damlatmalı filtrenin kesiti verilmiştir.



Şekil 6.5. Bir damlatmalı filtrenin perspektif görünüşü ve kesiti

Şekil 6.6.'da ise bir damlatmalı filtrenin katmanlarını ve meydana gelen reaksiyonlar gösterilmiştir.



Şekil 6.6. Damlatmalı filtrelerde biyokimyasal reaksiyonlar ile katı, sıvı ve gaz fazları

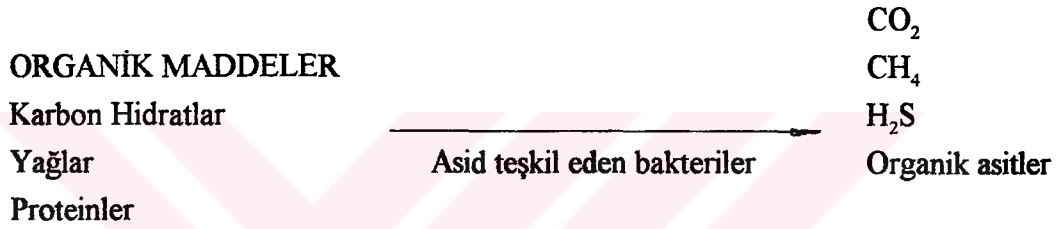
6.3. Anaerobik (Havasız) Arıtım Sistemleri

Anaerobik (havasız) arıtım endüstriyel atıksuların arıtımında son yıllarda oldukça yaygın kullanım sahası bulmuştur. Arıtılacak atıksuyun karakterizasyonuna bağlı olarak havasız arıtımın, havalı arıtıma tercih nedeni bu tip sistemlerin aşağıdaki avantajlara sahip olmasıdır.

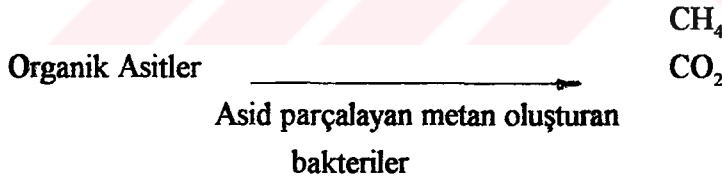
1. Sistem için gerekli enerjinin havalı sistemlere kıyasla daha az olması,
2. Yüksek miktarlarda organik madde içeren atık suların etkin olarak arıtılabilmesi,
3. Daha az miktarlarda biyolojik çamur oluşumu,
4. Besi maddesi gereksiminin (N,P) az olması,
5. Sonuç ürününün (CH_4 gazı) enerji kaynağı olarak kullanılabilirliği.

Yukarıda verilen avantajların yanında bu tip sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu, çevresel faktörlerden kolayca etkilendiğinden (ph, sıcaklık, ani yük değişimleri, zehirli maddelerin varlığı vs.) dikkatli kontrol gerektirmeleri dezavantaj gibi görünüyorsa da organik madde konsantrasyonu (BOI) 4000 mg/lt den yüksek atıksuların arıtımında havasız sistemlerin kullanılması tek alternatif olmaktadır. Sistemde ilk çökeltme havuzlarında sudan ayrılan ve bir miktar geri devir çamuru da ihtiva eden asılı katı maddeler, kapalı bir yapı içinde anaerobik (=havasız) ayrışmaya maruz bırakılırlar. Bu olay, havasız olarak hayatlarını sürdürebilen bakteriler tarafından meydana getirilir. Bilindiği üzere hayati faaliyetler, asimilasyon ve

disimilasyon olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Asimilasyon bakterilerin organik maddeleri kendi bünyesine özümlemesi ve yeni hücreler kurması olayıdır. Bu esnada hücre içinde ve dışında bir takım değişiklikler meydana gelir. Hücre içinde meydana gelen ve organizma için faydalı olmayan maddelerin dışarı atılmasına da disimilasyon adı verilir. Organik maddelerin kapalı bir yerde anaerobik olarak ayrıştırılması iki safhada olur. Birinci safhanın asimilasyon kısmında, asit hasil eden fakültatif bakteriler meydana gelir. Bunlar karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerden oluşan organik maddeleri, yağ asitleri ve alkoller gibi disimilasyon ürünlerine dönüştürürler. Bu esnada pH düşer. Ve ortam hafif asit karakteri kazanır. Karbondioksit, metan ve az miktarda da hidrojen sülfür meydana gelir. Eğer olay bu safhada kalır ve ilerlemezse, toplanan asitler, pH derecesini daha da düşürür ve geri kalan organik maddelerin ayrışmasını önlerler



Çürümenin devam edebilmesi için organik asitleri metan ve karbondioksit'e dönüştüren gazifikasyon safhasının teşekkül etmesi gerekir.



Asid parçalayan ve metan oluşturan bu bakteriler, çevre şartlarına çok hassas ve mutlak şekilde anaerobik olan bakterilerdir. Sıcaklık, ph ve oksijensizliğe sıkı sıkıya bağlıdır. Bundan başka metan bakterilerinin çoğalma hızı asid teşekkül ettiren bakterilerinkinden daha yavaştır. Ancak belli bir maddeyi kurabilme kabiliyetine sahiptirler. Mesela bazı türleri sadece alkoller, bazı türleri ise sadece organik asitleri parçalayabilir. Anaerobik ayrışma işleminin kararlı olarak gerçekleşmesini, bu iki biyolojik kademenin dengeli şekilde meydana gelebilmesine bağlıdır. Organik asitlerin teşekkülü ya organik yükün yahutta sıcaklığın ani olarak yükselmesinin bir neticesi olabilir. Her iki halde de mevcut organik asit miktarı, metan bakterilerinin asimilasyon kapasitesinin üstündedir. Bu dengesizlik gaz teşekkülünü yavaşlatır. Hatta ph 'ın aşırı derecede düşmesi sonunda gaz teşekkülü durur. Bu sebeple böyle hallerde gazifikasyon

safhasını ilerletmek için, besi maddesi miktarını azaltmak ve ph 'ı ayarlamak gereklidir. Toplam gaz miktarı ile gazın yanıcı kısmının oranı, olayın meydana gelmesine ait önemli değerlerdir.

Anaerobik ayrışma da optimum ph sınırı 7,0 ile 7,1 arasındadır. Genel olarak ph 6,7 ile 7,4 arasında değişir. Çamur çürütme odasında ph değerinin önemli şekilde düştüğü tespit edilmiş ise, durumun düzeltilmesi için vakit epey gecikmiş demektir. Bu sebeple teşekkül eden gaz içerisindeki CO₂ miktarını devamlı olarak kontrol etmek daha iyidir. Zira CO₂ konsantrasyonu, çürümenin hangi safhada olduğunu en kolay bir şekilde anlamaya yarar. Normal olarak çürüme gazının %31 ile %35 CO₂'den meydana gelmektedir. Eğer fazla miktarda taze çamur sevk edilmişse bu değer %37'nin üstüne çıkar ve çürümenin istenilmeyen bir safhada olduğunu gösterir.

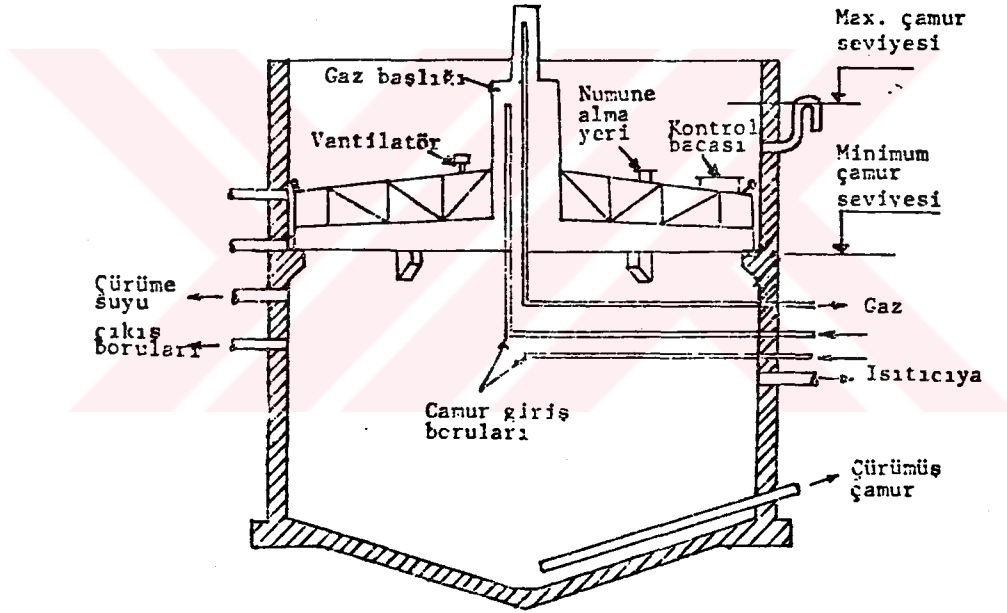
Eğer bir çamur çürütme tesisi yeni işletmeye açılırsa gazifikasyon safhasının meydana gelebilmesi, yani artma çamurunun olgunlaşması için 15 °C 'de 6 ay beklemek gereklidir. Bunun nedeni de önce asidik çürüme meydana gelir. İlk günlerde ph 7'nin altına iner. Hatta 5'in altındaki değerlere bile düştüğü olur. Bu safhada pis kokular çıkar. Çürümüş çamur sarı-gri renktedir. Ve drenaj kabiliyeti kötüdür. Bu arzu edilmeyen safhadadır. Gerçekleşmesi istenen alkali gazifikasyon safhası ise kokusuzdur. Alkali çürüme kademesi (gazifikasyon) daha kısa bir zamanda meydana gelebilmesi için, tesisi ısıtmak ve başka bir tesisten alınan olgunlaşmış çamurlarla aşılacak gerekir. Günlük taze çamur ilavesi, çamur çürütme tesisinde mevcut olgun çamurun 1/10 ve 1/8'i kadar seçilirse, metan gazı devamlı olarak meydana gelecektir. Ca(OH)₂ ilave ederek ph derecesini 7 civarında tutmak da faydalıdır. Sıcaklığın artırılması da bu olgunlaşma zamanını kısaltır. Çamur çürütme tesislerinde bakteriler 6 ile 8 °C sıcaklıklarda faaliyete geçerler ve sıcaklıkla birlikte etkilerini artırır. Alkali gazifikasyon safhası sonunda, geriye organik madde içeriği düşük, iyice çürümüş bir çamur kalır. İçeriğinde az oranda su olmasına rağmen bu çamur akıcı ve kolay pompalanabilen bir özelliğe sahiptir. Suyunu kolay verip kolay kurur ve aynı zamanda koku yapmaz. İki farklı proses ile çürütme yapılır. Bunlar tek kademeli çürütme ve iki kademeli çürütmedir.

6.3.1 Tek Kademeli Çürütme

Burada ham çamur iki ayrı boru ile çürütme odasına pompalanmaktadır. Borulardan biri tankın merkezine yakın bir yerinde, diğeri ise gaz toplama başlığının altında son bulmaktadır. Çamurun en üstünde yağ, köpük, gres yapışmasıyla meydana gelen bir kabuk bulunur. Onun altında sıvı kısım yer alır. Daha ağır ve çökebilen maddelerden meydana gelen ve çürümekte olan aktif çamurlar ise daha altta yer alırlar. Tabanda ise çürümüş ve konsantre hale gelmiş çamurlar toplanır. Tankın üst kısmındaki

muhteviyatını karıştırmak ve çamuru ısıtmak için, çürümekte olan çamur bir boru ile ısıtıcıya alınır. Burada ısıdıktan sonra tekrar ham çamur girişine pompalanır. Bu şekilde ancak sınırlı bir karışım sağlanabilir. Tankın civarında, çeşitli yüksekliklerde bırakılmış bir dizi boru yardımıyla, üst taraftaki sıvı kısmın istenilen bir yerinden dışarıya deşarj imkanı mevcuttur. Çürümüş çamurlar ise tabandaki bir boru yardımıyla dışarı alınır. Gaz kapağı, çamurun üstünde yüzer durumdadır. Yanlardan yükselen sıvı, çürütücünün duvarı ile gaz kapağı arasında izolasyon vazifesini görür. Çürüyen çamurlardan dışarı çıkan gaz, yukarıda bulunan kubbe şeklindeki başlıkta toplanır ve çamuru ısıtmakta kullanılır.

Tek kademeli ve yüzer kapaklı bir çamur çürütücüsü, organik maddelerin çürümesi, çamurların yoğunlaştırılması ve çürümüş çamurun depolanması gibi çeşitli görevleri birleştiren bir tesisdir. Şekil 6.7.'de bu tesisin enine kesiti görülmektedir.



Şekil 6.7. Tek kademeli ve yüzer kapaklı anaerobik bir çamur çürütme tesisinin kesiti.

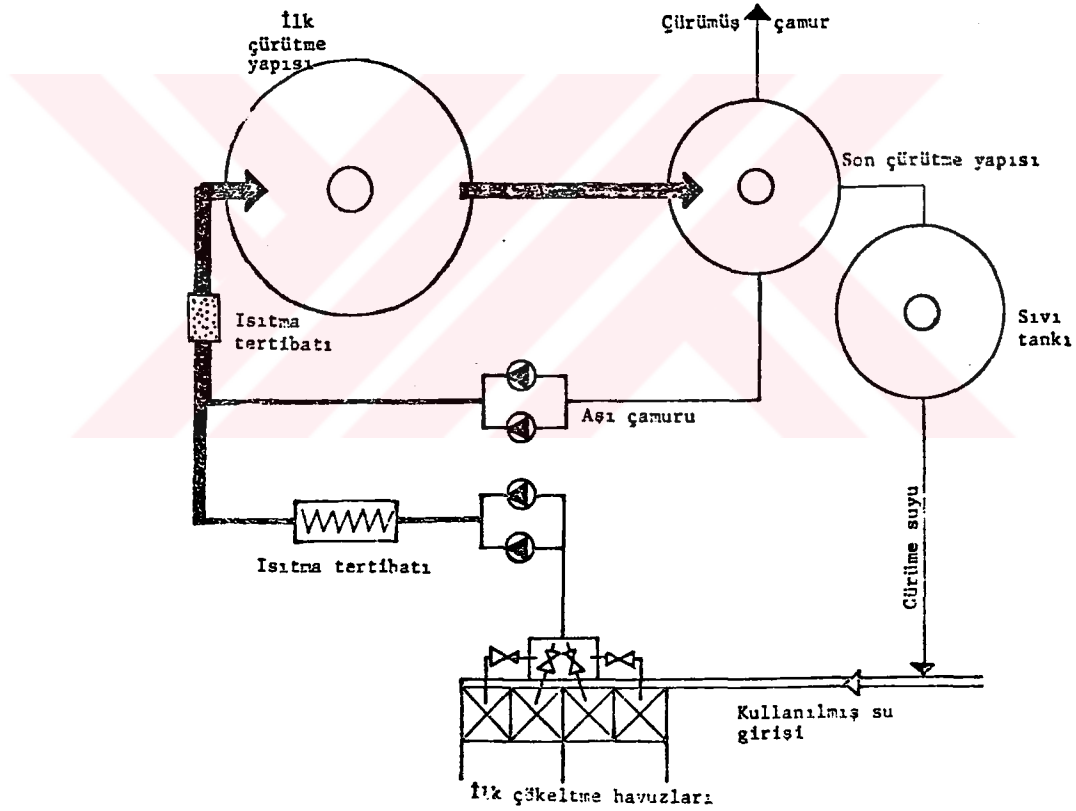
Ön çökeltme havuzundan çamurlar çürütücüye pompalandığı zaman, yüzer kapak yükselerek çamurun depolanmasını sağlar. Böylece sabit kapaklı tanklarda olduğu gibi, ham çamur girerken aynı miktarda çürümüş çamurun veya çürüme suyunun dışarı alınması gerekmez.

Her gün, takriben giren çamurun üçte ikisi kadar sıvı kısım çürütücüden dışarı alınır. BOI ve süspansiyon madde bakımından zengin olan bu sıvı kısım, tekrar tasfiye tesisi girişine gönderilir. Çürümüş çamurlar ise, periyodik olarak, drenaj edilmek üzere,

kurutma yataklarına veya vakum filtrelerine iletilir. Büyük tesislerde yer yoksa vakum filtreleri, aksi halde kum yatakları çamurların suyunu almakta kullanılır. Kurumuş çamur zararsız olup katı artık gibi muamele edilir veya toprağa gömülür.

6.3.2 İki Kademeli Çürütme

Tek kademeli basit çürütücülerde taze çamur ile çürümüş çamur nispetlerini iyice ayarlamak zordur. Böyle tesislerde sıvı kısım ve çamur iyi bir şekilde birbirinden ayrılmaz. Yani sıvı kısım ile birlikte bir miktar çamur da gidebilir. Ayrıca devamlı karıştırmak gerektiğinden çamur giriş ve çıkışından güçlükler olur. Bu sebeble ile, büyük tesislerde seri bağlı iki çürütücü yapılarak anaerobik ayrışma ile yoğunlaştırma ve depolama fonksiyonları birbirinden ayrılır.



Şekil 6.8 Çift kademeli bir çamur çürütme tesisinin akım diyagramı.

Tesisin birinci kademesi, yüksek hızlı ve tam karışimli bir çamur çürütme yapısı olup optimum bakteriyel ayrışma vazifesinin yerine getirilebilmesi için ısıtılır. Karıştırma işi, ya yukarıdan sarkıtılan bir pervane ile mekanik olarak, yahut da basınçlı çürüme gazının geri döndürülmesi vasıtasıyla sağlanır. Bu yüksek hızlı çamur çürütücülerde,

sürekli karışım sebebiyle, çürümüş çamurun dinlenmesi ve sıvı kısmın çamurdan ayrılması mümkün değildir. Bu sebeple ikinci bir çürütme kademesine ihtiyaç vardır. Bu çürütücü yüzer kapaklı olur. İklim ve birinci kademe elde edilen stabilizasyona bağlı olarak ekseriya ısıtılmaz. Sıvı kısım azot bakımından zengin ve atıksuyun azot miktarı geceleri az olduğundan, arıtma tesisi girişine geceleri geri verilir. Çürümüş çamurların bir kısmı, taze çamurları aşlamak için geri döndürülür. Fazlası ise, drenaj yatakları üzerinde kurutulmak üzere sistemden dışarı alınır. Şekil 6.8'de çift kademeli bir çamur çürütme tesisinin akım diyagramı görülmektedir.



BÖLÜM 7. KİMYASAL ARITMA

7.1. Kimyasal Oksidasyon

Su ve atıksu arıtımında kimyasal oksidasyon, çeşitli nedenlerle istenmeyen bileşiklerin zararsız bileşiklere dönüştürülmesi veya daha sonraki arıtma işlemleri için uygun yapıya getirilmesi amacıyla uygulanır. Kimyasal oksidasyon demir ve mangan giderilmesinde, organik bileşiklerin giderilmesinde, renk ve koku giderilmesinde, siyanür, sülfür, amonyak giderilmesinde ve krom indirgenmesinde kullanılır. Kimyasal oksidasyon, serbest veya bir bileşik yapısında bulunan bir elementin, oksidasyon düzeyinin diğer bir deyimle değerliliğinin yükseltilmesi ile sağlanır. Bir element veya bileşiğin oksidasyonu biyolojik süreçler içinde oluşuyor ise bu biyooksidasyon adını alır. Kimyasal indirgenme oksidasyon düzeyinin indirilmesi ile sağlanır. Yükseltgenme ve indirgenme olayları oksidasyon redüksiyon (redoks) reaksiyonları ile gerçekleşir. İnorganik maddelerin redoks reaksiyonlarının tanımı kolaydır. Ancak organik maddelerin oksidasyonunda reaksiyonların ve bu reaksiyonlarla ilgili değişkenlerin tanımında güçlükler bulunmaktadır. Bir redoks reaksiyonu iki yarı reaksiyondan oluşur. Bunlar oksidasyon yarı reaksiyonu ve redüksiyon yarı reaksiyonu'dur.

Bu reaksiyonlar mutlaka birlikte oluşurlar. Redoks reaksiyonlarının stokiyometrisinde eşdeğer ağırlıklar esas alınır. Bir oksidasyon redüksiyon reaksiyonunun gerçekleşip gerçekleşmeyeceği reaksiyonun serbest enerji değişiminden yararlanılarak belirlenebilir. Toplam redoks reaksiyonunun serbest enerji değişimi toplamı ile bulunabilir. Çözelti içerisinde gerçekleşen oksidasyon redüksiyon reaksiyonlarında her yarı reaksiyon için bir elektrod potansiyeli tanımlanır. Elektrod potansiyeli hidrojen iyonunun hidrojen gazına redüksiyonu yarı reaksiyonu referans alınarak belirlenir. Serbest enerji ve elektrod potansiyeli arasındaki ilişki.

$$\Delta G = -n FE \quad (7.1)$$

bağıntısı ile verilir. Burada ΔG serbest enerji değişimi, n reaksiyonda transfer olan elektron sayısı, F ise faraday sabitidir. İki yarı reaksiyonun elektrod potansiyellerinin toplamı ile toplam reaksiyonun elektrod potansiyeli ancak yarı reaksiyonlardaki elektronlar birbirini dengeliyor ise mümkündür. Elektrod potansiyelleri standart şartlar için sabitlerin değerini etikiler. Çalışan koşullar da elektrod potansiyelinin değeri aşağıdaki Nerst denklemi ile elde edilebilir.



$$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (7.3)$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q \quad (7.4)$$

Burada

R = Gaz sabiti

T = Mutlak sıcaklık

E = İstenen koşullarda elektrod potansiyeli

E° = Standart koşullarda elektrod potansiyeli

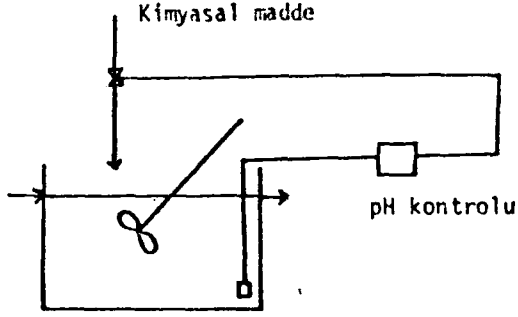
Bir reaksiyonun gerçekleşmesi E değerinin pozitif olması ile mümkündür. E değeri büyük olan reaksiyon indirgenme eğilimi fazla olan reaksiyondur. Dolayısıyla iki yarı reaksiyon bir redoks reaksiyonu oluşturduğunda E değeri büyük olan indirgenir. E değeri büyük olan madde diğerine göre daha güçlü oksitleyici denir. Termodinamik olarak bir redoks reaksiyonunun mümkün olması özellikle denge durumunda cereyan etmeyen organik madde oksidasyonlarında reaksiyonun gerçekleşeceğini göstermez. Bu durumda aktivasyon enerjisi önem taşır. Reaksiyon hızına reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonları, sıcaklık, ph, sistemin bileşimi ve bileşen değişkenliği, yabancı madde ve katalizörler etkiler.

7.2 Nötralizasyon

Fabrikalardan gelen endüstriyel nitelikli atıksular genelde asidik veya bazik karakterde olabilir. Bu durumda atıksuya nötralizasyon işlemini uygulayarak, alıcı ortama verilebilmesini yada bir sonraki kademe de, örneğin biyolojik tasfiyede istenen aralıkta olması sağlanır. Eğer atıksu asidik ise sodyum hidroksit veya kalsiyum hidroksit gibi kimyasal maddelerin beslemesi gerekir. Eğer atıksu bazik karakterde ise hidroksit asit veya sülfürik asit ilavesi gerekir.

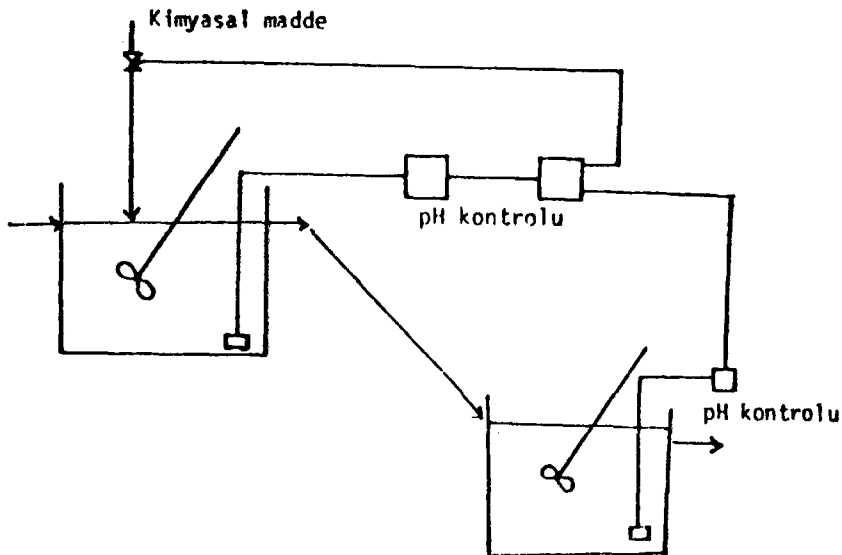
Nötralizasyon havuzları durumuna göre betonarme yada sac malzemeden yapılmış bir havuz ile, genelde mekanik karıştırıcıdan ibarettir. Nötralizasyon havuzlarındaki ph kontrol ve besleme düzenlerinin çok duyarlı olması gerekir. Atıksu miktarının fazla olduğu hallerde sürekli reaktörler kullanılır. Sürekli reaktörlerde en basit ph kontrolü aç-kapa tipi tam karışımli reaktörlerdir. Şekil 7.1'de bu sistem verilmiştir. Burada tank

içindeki ph ölçülür ve sağlanması istenen ph'ya bağlı olarak kimyasal madde ilavesi yapılır veya yapılmaz. Kimyasal madde ph farkından bağımsız olarak belli bir debide verilir. Bu sistem sabit debide ve karakteri değişmeyen akımlar için kullanılabilir. Bekletme süresi 10 dakikadan başlayan bu düzende değişken debi ve karakterli akımlar için çok uzun bekletme süreleri gerekebilir. Bu sistemin daha etkin kullanımı için ph farkına bağlı olarak besleme debisi kademelendirilebilir.



Şekil 7.1 Aç kapa tipli karışımli nötralizasyon

Daha gelişmiş bir sistem değişken besleme debili sistemdir. Burada besleme debisi ph farklarının bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Ayrıca ph ayarının daha duyarlı olarak yapılabilmesi için ilave edilen kimyasal madde sistemin tampon kapasitesini artılabilecek türden seçilir. Kimyasal madde debisinin, eğer su debisi sabit değilse, su debisine göre de ayarlanan sistemler bulunmaktadır. Özellikle tampon kapasitesi yeterli olmayan sular için seri bağlı ve birbirinde ph kontürolü ve besleme düzeni bulunan kademeli tanklar da kullanılabilir. Bu sistem şekil 7.2 gösterilmiştir.



Şekil 7.2. Kademeli nötralizasyon

7.3 Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon hastalık yapıcı organizmaların yok edilmesi veya etkisiz hale getirilmesidir. Dezenfeksiyon bu yönüyle tüm organizmaların yok edildiği sterilizasyon işleminden ayrılır.

Dezenfeksiyon amacıyla fiziksel, kimyasal, mekanik ve radyasyona dayalı çeşitli dezenfeksiyon vasıtaları bulunmaktadır. Fiziksel olarak dezenfeksiyon ısı, ışık ve akustik yollar ile sağlanır. Mekanik dezenfeksiyon su ve atıksu arıtımında yer alan çökme süzme gibi işlemler ile değişen verimlerde elde edilebilir. Radyasyon ile dezenfeksiyon elektromanyetik veya diğer tür ışınlama ile yapılabilmektedir. Dezenfeksiyon için en yaygın kullanım bulan vasıtalar kimyasal dezenfeksiyon vasıtalarıdır. Bunlar arasında klor ve klor bileşikleri, brom, iyot, ozon, fenoller, ağır metal ve bileşikleri, asit ve bazlar sayılabilir.

Dezenfektanların etkisi başlıca, mikroorganizmaların hücre duvarının tahribi, hücre zarının geçirgenliğinin bozulması, protoplazmanın yapısının değiştirilmesi ve enzim inhibisyonu şeklinde olmaktadır. Kimyasal dezenfeksiyon vasıtaları daha çok hücre zarı, protoplazma yapısını bozma ve enzim inhibisyonu ile etkili olur.

Organizmaların cinsi ve fizyolojik durumu, suyun kimyasal yapısı dezenfeksiyonun verimini etkiler.

7.4 Pıhtılaştırma ve Yumaklaştırma

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma esas olarak suya kimyasal madde ilavesiyle suda bulunan askıda ve çözülmüş maddelerin yapılarını değiştirerek veya ilave edilen maddelerin oluşturduğu fiziksel etkenler ile sudan uzaklaştırılmasını amaçlar. Çözülmüş maddelerin çözünmeyen türlere dönüştürülmedikçe kimyasal çöktürme ile giderilme verimleri sınırlıdır. Çözülmüş maddelerin çözünmeyen türlere dönüşümü yapıldığında oluşan katı partiküllerin boyutları oldukça küçüktür. Bunlar çoğunlukla kolloid yapısındadır. Diğer taraftan suda bulunan ve basit çöktürme ile giderilemeyen askı maddeleride kolloid boyutlarındadır. Bu nedenle pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemi esas olarak sudaki kolloid haldeki maddelerin giderilmesini amaçlar.

Kolloid haldeki maddeler birbirleri ile ve su ile çeşitli etkileşimleri nedeniyle bir araya gelemez ve bileşemezler. Pıhtılaştırma işlemi kolloid haldeki maddelerin kimyasal maddeler ilavesiyle birbirleriyle birleşebilir yapıya dönüştürülmeleri ve yumaklaşmaya başlangıç oluşturacak kümelerin oluşturulması işlemidir. Yumaklaştırma işlemi ise pıhtılaşmış taneciklerin birleştirilerek sudan çökeltme ile ayrılabilir büyüklük ve yapıda yumaklar haline getirilmesidir. Yumaklaştırma taneciklerin yavaş karıştırılarak elde

edilir. Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma başlıca, su arıtımında, bulanıklık giderilmesi ve sertlik giderilmesinde, endüstriyel atıksu arıtılmasında, evsel atıksuların arıtılmasında, askıda madde, organik madde, renk, metal iyonu giderilmesinde kullanılmaktadır. Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma işlemlerinde alum, demir III klorür, Demir II sülfat, kireç polielektrolitler kullanılan kimyasal maddelerdir.

Pıhtılaştırma hızlı karıştırma işlemi ile gerçekleştirilir. Bu işlemde hızla karıştırılan suya pıhtılaştırıcı ilavesi yapılır. Ve pıhtılaştırıcının suda homojen olarak dağılımı ve reaksiyona girerek pıhtılaşmanın oluşumu sağlanır. Hızlı karıştırma için çeşitli tip karışım vasıtalarından yararlanabilir. Bu amaçla hidrolik olarak karışım sağlayan perdeli karıştırıcı v.b. düzenlerden, hava ile karıştırmadan veya mekanik karıştırıcılardan yararlanılabilir.

Yumaklaştırma için yine hidrolik karışım ve hava ile karıştırmadan da yararlanılabilirse de en yaygın kullanımı olan mekanik karıştırıcılardır. Perdeli veya türbin tipi karıştırıcılar arıtma ünitelerinde en yaygın kullanılan karıştırıcılardır. Yumaklaştırmalarda karışım tek bir bölmede yapılabildiği gibi karıştırma şiddetinin giderek azaldığı bölmeli karıştırıcılarda da yapılabilir.

7.5 Susuzlaştırma

Su ve atıksu arıtma işlemlerinin hemen hepsi bir tür atık oluşturur. Örneğin, ızgaralardan iri, katı, organik ve inorganik yapıda maddeler, kum filtrelerinden geri yıkama suları, kimyasal arıtmadan arıtma çamurları oluşur. Bu atıklar arasında miktar ve uzaklaştırma zorluğu açısından en önemlisi arıtma çamurlarıdır. Oluşan çamurların doğrudan veya yoğunlaştırma, stabilizasyon gibi işlemleri takiben kurutma yataklarına verilmesi mümkündür. Ancak bunun için gerekli arazi çoğu hallerde temin edilemez veya ekonomik değildir. Bu neden ile çamurların uzaklaştırılmasında çamur hacminin azaltılması ve çamurun su içeriğinin su giderme işlemi vasıtasıyla yapılır.

Çamurların sularının giderilmesi ve uzaklaştırma işlemleri için çeşitli koşullandırma işlemleri uygulanır. Bu işlemler çamurun su giderilmesinin kolaylaştırılması, stabilize edilmesi, fazla besi maddelerinin uzaklaştırılması gibi çeşitli amaçlarla gerçekleştirilir. Çamurun suyunun giderilmesi amacıyla uygulanan en yaygın koşullandırma işlemi kimyasal madde ilavesidir. Suyu alınacak çamura yumaklaşmayı sağlayacak kireç, alum, polielektrolit gibi yumaklaştırıcılar uygun dozlarda ilave edilerek çamurun özgül direnci azaltılır. Çamurun susuzlaştırılması çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bunlar arasında vakum filtrasyonu, santrifüj, filtre pres, bant filtre ve çamur kurutma yatakları gelir. Bunları inceleyecek olursak şu özelliklere sahiptirler.

7.5.1. Vakum Filtrasyonu

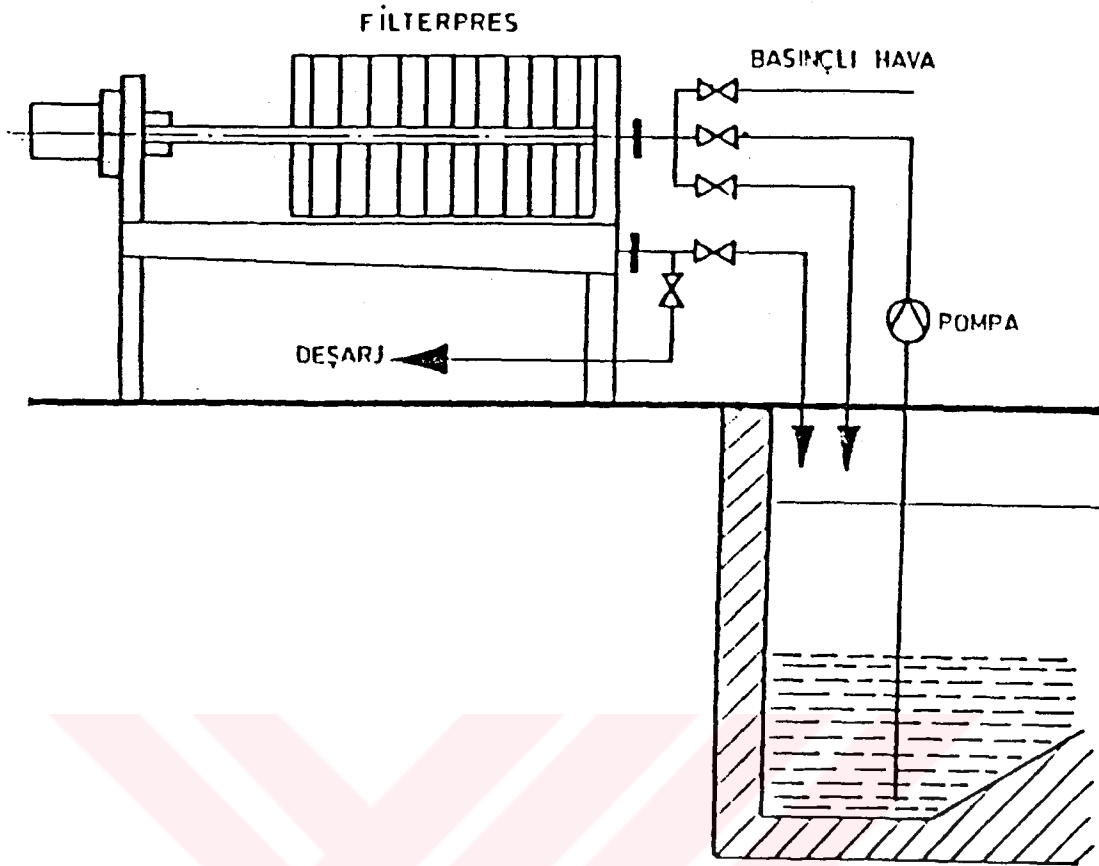
Vakum filtrasyonu dönen bir tamburun iç kısmına vakum uygulanarak gerçekleştirilir. Tambur çevresi filtre bezi ile kaplanmıştır. Ve tambur içinde suyu alınacak çamurun bulunduğu hazneye kısmen batmış olarak döner. Bu dönüş sırasında çamurun katı kısımları filtre bezi üzerinde kek oluşturur. Ve bu kek tambur tekrar hazneye dalıncaya kadar kurur ve hazneye dalmadan önce bir sıyrıcı bıçak ile filtre bezinden sıyrılarak uzaklaştırılır. Vakum filtresi ile katı madde yüzdesi %20-30'a kadar yükseltilebilir. İlk yatırımı fazla olduğu için genelde işlenecek çamurun miktarının fazla olduğu yerlerde kullanılır.

7.5.2 Santrifüj

Santrifüj ile su giderme kase veya sepet tip diye adlandırılan santifüjlerde sağlanabilir. Sepet tip santifüj cihazları küçük arıtma tesislerinde kısmi susuzlaştırma için kullanılır. Santifüjün susuzlaştırma işleminde kullanımı çok yaygın değildir.

7.5.3. Filtre Pres

Filtre presler çamur suyunu yüksek basınçla uzaklaştırır. Filtre presler bir aks üzerine dizilmiş plakalardan oluşur. Plakalar filtre bezi ile kapalıdır. Merkezden plakalara beslenen çamur, plakalara basınç uygulanarak sıkıştırılır ve su filtre bezinden süzülerek alınır. Bez üzerinden kalan kek plakalar açıldıktan sonra sıyrılarak uzaklaştırılır. Filtre pres ile % 40'ın üstünde katı içeren kek elde edilebilir. Filtre sıkıştırması ele veya hidrolik olarak yapılabilir. Filtre preslerin verimi yüksek ve süzüntü suları berraktır. Kapasiteleri çok çeşitlidir. Özellikle kimyasal arıtma çamurlarının susuzlaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Şekil 7.3 'te bir filtre presin kesit görünüşü verilmiştir.



Şekil 7.3. Bir filtre presin kesiti

7.5.4. Bant filtre

Bant filtreler, hareketli elek, mekanik filtre, kapiler ve döner tiplerde olabilir. Mekanik filtreler en yaygın kullanıma sahiptir. Bu tip filtrelerde iki filtre bantı merdaneler arasında sürekli sonsuz hareket yapar. Bant arasına beslenen çamur mekanik olarak sıkıştırılarak suyu giderilir. Su giderme verimleri filtre pres kadar yüksek değildir.

7.5.5. Çamur kurutma yatakları

Arazinin uygun olduğu durumlarda en ekonomik çözüm kurutma yataklarının kullanımınıdır. Kurutma yatakları, altında süzüntü suları için drenaj tertibatı bulunan kum yataklarından oluşur. Yatak üzerinde istenilen kuruluğa gelen çamur bir miktar kum ile birlikte sıyrılarak uzaklaştırılır.

BÖLÜM 8. İZMİT KÖRFEZİNİN DURUMU

8.1. Yapılan İncelemeler

Bu çalışmada İzmit Körfezine atık sularını deşarj eden Ondört Sanayi kuruluşu incelenmeye alınmıştır. Bu sanayi kuruluşları Tablo 8.1.'de verilmiştir.

Tablo 8.1. Araştırma Yapılan Tesislerin Yer ve Kategorileri

No	Endüstri	Bölge - Yer	Katagori
1	Seka Kağıt	Doğu - İzmit	Kağıt
2	Petkim	Orta-Yarımca	Kimya
3	Fürsan	Doğu-Köseköy	Gıda
4	Pakmaya	Doğu-Köseköy	Gıda
5	Mustafa Nevzat	Doğu-Köseköy	Kimya
6	Sümerbank Hereke	Orta-Hereke	Dokuma
7	Petrol Ofisi	Doğu-Derince	Kimya
8	İğsaş	Orta-Yarımca	Kimya
9	Yarımca Porselen	Orta-Yarımca	Taş Toprağa Bağlı
10	Mannesman	Doğu-İzmit	Metal
11	Tüpraş	Orta-Yarımca	Rafineri
12	Trakya Sanayi	Doğu-Uzunçiftlik	Metal
13	Çelik Halat	Doğu-Uzunçiftlik	Metal
14	Arçelik	Batı-Çayırova	Metal

8.1.1. Seka

Seka kağıt ve selüloz fabrikası 5 adet kağıt fabrikası ve 3 adet selüloz işletmesini içermektedir.

Fabrikanın atıksu prosesleri şunlardır:

- 1- Kabuk soyma prosesi
- 2- Mekanik odun hamuru prosesi
- 3- Sülfite selülozu prosesi
- 4- Kağıt yapımıdır.

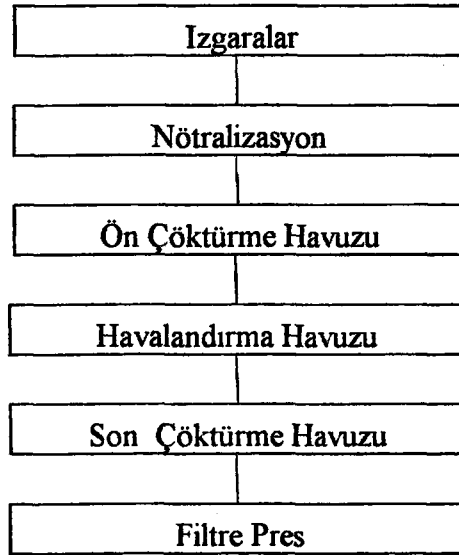
Seka İzmit müessesinde başlıca atık su debileri şunlardır.

- a- Seka kanalı : 367 m³/h
- b- Hope kanalı : 1331 m³/h
- c- Ablavge kanalı : 591 m³/h (şu anda selüloz fabrikası devrede olmadığından ablavge kanalındaki debi sıfırdır.)
- d) Evsel atıksu kanalları : 130 m³/h

Arıtma tesisinde uygulanan sistem konvaksiyonel aktif çamur sistemidir. Arıtma sistemini kademelendiricek olursak ;

- 1- Ön Arıtma : Nötralizasyon Sistemi
- 2- Primer arıtma : Çöktürme Ünitesi
- 3- Sekonder arıtma : a- Havalandırma tankı
b- Sekonder Atıksu durultusu
c- Besin maddesi besleme sistemi
- 4- Çamur ayırma Sistemi : Kayışlı filtre pres

Şekil 8.1'de Seka Kağıt Fabrikasının atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.1. Seka Kağıt Fabrikasının atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Arıtmalar sonrası körfeze bırakılan atıksu özellikleri şu şekilde olmaktadır.

Parametreler	Birim	Kompozit Numune 24 Saat
BOI	mg/lt	75
KOI	mg/lt	45
AKM	mg/lt	24
Sıcaklık	°C	6-8
ph		

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre tesisin bırakabileceği maksimum atıksu özellikleri şu şekilde olması istenmektedir.

Parametre	Birim	Kompozit Numune 24 Saat
BOI	mg/lt	300
KOI	mg/lt	800
AKM	mg/lt	50
Balık Biyodeneyi		8
ph		6-9

Seka müessesesinin atıksu değerleri su kirliliği kontrolü yönetmeliği değerlerinin altında kalmaktadır.

İzmit körfezinde Seka müessesesinden dolayı kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun atıksu debisi 1828 m³/gün'dür.

Parametreler	Deşarj Yüğü (kg/gün)
BOI	137,1
AKM	182,8
KOI	82,26

8.1.2. Petkim

Petkim İzmit'in Yarımca mevkiinde kurulmuştur. Fabrikada hammadde olarak petrol türevleri kullanılır. Petkim'in üretim çeşitleri etilen, polietilen, VMC, PVC, stiren, polistiren, karbonsiyahı, dodesilbenzen, butadien, SBR ve CBR kauçuğu, sikloheksan, anon, laktam, oleum ve amonyum sülfat'tır.

Petkim müessesesindeki atıksu debileri şunlardır.

a- Proses suyu	19.200	m ³ /gün
b- Kazan suyu	10.020	m ³ /gün
c- Soğutma suyu	6.550	m ³ /gün
d- Eysel ve diğer Amaçlı	358	m ³ /gün'dür.

Petkim'de atıksuların arıtılması iki yöntem yardımıyla gerçekleştirilir. Bunlardan birincisi olan biyolojik arıtma yardımıyla evsel atıksular ve içinde yağ ve pres bulunan atıksular arıtılır. İkinci bir arıtma sistemi olan kimyasal arıtma tesisinin yardımıyla proseslerden gelen atıksular arıtılır.

Eysel atıksuların arıtılması 80 m³/h

Kimyasal atıksuların arıtılması 300 m³/h lik bir hızla gerçekleştirilir.

Bu arıtma sisteminden sonra körfeze bırakılan atık su özellikleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
ph		6-8
BOI	mg/lt	25
KOI	mg/lt	120
AKM	mg/lt	150
Yağ ve Gres	mg/lt	3,9
Sülfür	mg/lt	0,8
Fenoller	mg/lt	0,8
Civa	mg/lt	0,1
Kadmiyum	mg/lt	0,6
Çinko	mg/lt	0,2
Kurşun	mg/lt	0,8
Bakır	mg/lt	0,2

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre tesisin bırakabileceği üst sınır atıksu değerleri şu şekilde istenmektedir.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	100	50
KOI	mg/lt	300	250
AKM	mg/lt	200	100
Yağ ve Gres	mg/lt	20	10
Hidrokarbonlar	mg/lt	15	10
Fenol	mg/lt	2	1
Toplam Siyanür	mg/lt	1	0,5
Sülfür	mg/lt	2	1
Civa	mg/lt		0.05
Kadmiyum	mg/lt	0.15	0,1
Çinko	mg/lt	1	0,5
Krom	mg/lt	0.5	0,2
Bakır	mg/lt	1	0,5
ph		6-9	

Görüldüğü üzere Petkim'in atıksu değerleri Su kirliliği kontrol yönetmeliği değerlerinin altında kalmaktadır.

İzmit körfezinde Petkim müessesesinden dolayı kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun toplam atıksu debisi 36.128 m³/gün dür.

Parametreler Deşarj Yüğü (kg/gün)

BOI	903,2
KOI	4335,36
AKM	5419,2
Yağ ve Gres	140,80

8.1.3. Fürsan Fermantasyon Ürünleri A.Ş.

Fürsan tesisleri Köseköy'de kurulu bulunmaktadır.

Tesiste kullanılan hammaddeler melas, Sülfirik asit, Hidroklorik asit, potasyum, siyanür'dür. Tesisten ürün olarak sitrikasit monohidrat, sitrik asit tuzları elde edilir.

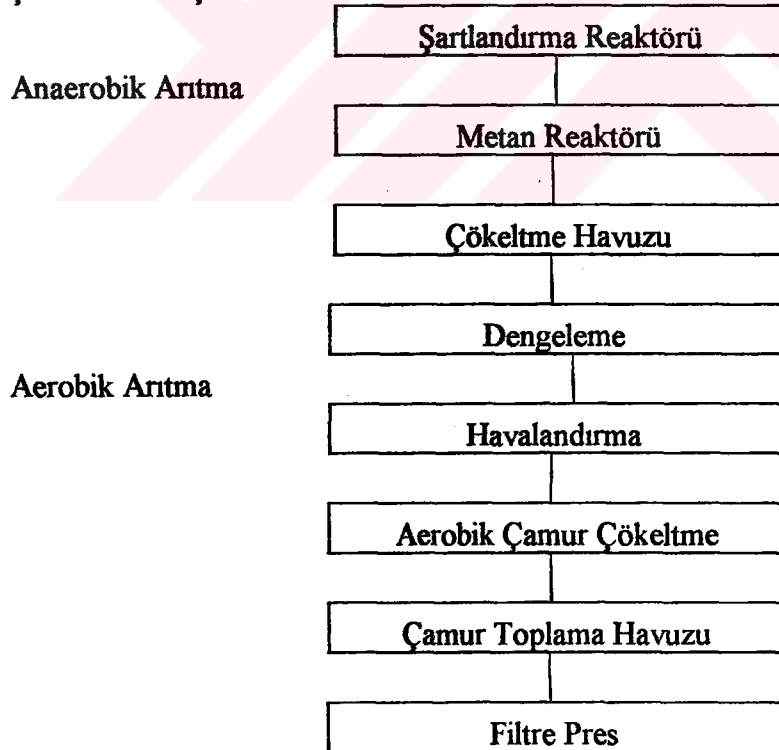
Tesisin yıllık üretim kapasitesi 5000 ton'dur.

Tesisten kaynaklanan atıksu miktarları şu şekildedir.

- 1- Proses atıksuları;
 - a- Şilempe atığı ve yıkama suları 350 m³/gün
 - b- Proses rejenerasyon suları 290 m³/gün
- 2- Evsel atıksular 20 m³/gün
- 3- Yardımcı ünitelerden kaynaklanan atıksular
 - a- Kazan blöf suyu 5 m³/gün
 - b- Su yumuşatma 100 m³/gün
 - c- Soğutma suları 2000 m³/gün

Tesisin arıtma sistemi 700 m³/lük bir asit reaktörü 2100 m³lük (metan) havasız biyolojik reaktörden oluşan havasız (anaerobik) arıtım tesisi ve 8000 m³ hacimli ikinci bir anaerobik reaktör anaerobik çökeltme tankı, dengeleme havuzu, aerobik (havalı) havalandırma havuzu, aerobik çökeltme tankını içermektedir.

Şekil 8.2'de Fürsan Fermantasyon ürünleri müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.2. Fürsan fermantasyon ürünleri müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Tesisten arıtım işleminden sonra körfeze bırakılan atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	
BOI	mg/lt	276	
KOI	mg/lt	266	
AKM	mg/lt	80	
Yağ ve gres	kg/gün	5,36	
Demir	kg/gün	0,02	
Sülfat	kg/gün	28,5	
Toplam Fosfor	kg/gün	0,05	
Sıcaklık	°C	22	
ph		8.20	

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre tesisin bırakabileceği üst sınır atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	100	
KOI	mg/lt	500	450
AKM	mg/lt	200	100
Yağ ve Gres	mg/lt	60	30
ph		6-9	6-9

Fürsan Fermantasyon ürünleri müessesesinin atıksu değerlerindeki, BOI değeri su kirliliği kontrol yönetmeliğindeki BOI değerinin üstünde bulunduğu görülmektedir.

İzmit körfezine Fürsan Fermantasyon ürünleri müessesesinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun atıksu debisi 1765 m³/gün'dür.

Parametreler	Deşarj Yüğü (kg/gün)
BOI	763,14
KOI	735,49
AKM	221,2
Yağ ve gres	5,36

8.1.4. Pak Gıda Sanayi

Pakmaya fabrikasında mayalanma endüstrisi dallarından biri olan ekmekek mayası üretimi yapılmaktadır. Şeker üretiminde yan ürün olarak bol miktarda üretilen Melas maya fabrikalarının ana hammaddesidir. Fabrikanın yaş ve kuru maya üretimi toplam 54.000 ton'dur.

Tesisten kaynaklanan tüm atık su miktarları şu şekilde dağılmaktadır.

1- Prosesten kaynaklanan atıksular 1200 m³/gün

a- Maya ayırma santrifüjlerinden gelen konsantre atıksular ve ayrılan mayanın 2 defa yıkanması sonucu oluşan yıkama suları

b- Vakumlu döner filtrelerden çıkan konsantre atık sular.

2- Evsel atıksular ve yıkama suları 9000 m³/gün

3- Yardımcı ünitelerden kaynaklanan atık sular

a- Soğutma suları 9.200 m³/gün

b- Kazan blöf suları ve diğer kaynaklar 310 m³/gün

Tesisin atıksu arıtma tesisi havasız ve havalı biyolojik arıtma sistemlerinden oluşmaktadır. Havasız biyolojik arıtma sistemine konsantre organik madde içeren proses atık suları, havalı biyolojik arıtma sistemine ise düşük organik madde içeren diğer atık sular verilmektedir.

Şekil 8.3'de Pak Gıda müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.3. Pak Gıda müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Tesisten arıtım işleminden sonra körfeze bırakılan atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	
BOI	mg/lt	80	
KOI	mg/lt	300	
AKM	mg/lt	50	
Yağ ve Gres	mg/lt	6,7	
ph		8-9	

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre tesisin bırakabileceği maksimum atıksu değerleri şu şekildedir.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	100	80
KOI	mg/lt	400	300
AKM	mg/lt	200	100
Yağ ve Gres	mg/lt	60	30
ph		6-9	6-9

Pakmaya müessesesinin atık su değerleri su kirliliği kontrolü yönetmeliği değerlerinin altındadır.

İzmit körfezine Pak Gıda müessesesinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun atık su debisi 11.610 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yükü (kg/gün)
BOI	892,8
KOI	3348
AKM	558
Yağ ve Gres	74,77

8.1.5. Mustafa Nevzat İlaç Sanayi

Mustafa Nevzat İlaç Sanayi Köseköy mevkiinde kuruludur. Mustafa Nevzat İlaç Fabrikasında ampisilin trihidrat, ampisilin andirdr, amoksisilin trihidrat, selaleksin monohidrat, 6-APA, 7 ADCA üretim çeşitleri arasındadır. Üretimde metilen klorür, aseton metonal, isopropil alkol ve metilisobutil keton kullanılmaktadır.

Tesisten kaynaklanan atık suları 3 grupta toplayabiliriz.

a- Prosesten kaynaklanan atıksular 5,4 m³/gün

b- Evsel atıksular 10 m³/gün

c- Soğutma Suları 10 m³/gün

Soğutma suları reaktörlerin eşanjör kısımlarında distilasyonlarda ve makina soğutmalarında kullanılmaktadır.

Tesiste proses ve evsel atıksular farklı iki kısımda toplanarak Pak Gıda işletmesinin arıtma tesisine verilmektedir. Fakat soğutma suları direkt olarak deşarj edilmektedir.

Mustafa Nevzat İlaç Fabrikasının soğutma sularının deşarj değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	
KOI	mg/lt	50	
Yağ ve Gres	mg/lt	3	
Balık biyodeneyi		1	
ph		7,5	
Sıcaklık	°C	26	

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre olması istenen deşarj değerleri şu şekildedir.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
KOI	mg/lt	200	150
Yağ ve Gres	mg/lt	20	10
Balık biyodeneyi		5	-
Sıcaklık	°C	35	30
ph		6-9	6-9

Kuruluştan deşarj edilen soğutma sularının değerleri su kirliliği kontrolu yönetmeliğinde verilen değerlerin altındadır.

İzmit körfesinde Mustafa Nevzat İlaç Fabrikasından kaynaklanan kirlilik yükü Şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun atık su debisi 10 m³/gün dür.

Parametre	Kirlilik Yüğü (kg/gün)
KOI	0,5
Yağ ve Gres	0,03

8.1.6. Sümerbank Hereke Yünlü Dokuma

Sümerbank Yünlü Dokuma Sanayi Hereke'de kurulmuştur. Tesiste ham madde olarak Avustralya Merinos yapak, sentetik elyaf ve diğer elyaflar, harman yağı kullanılmaktadır. Ürün olarak straygharn iplik, kangarn ve straypharn kumaş, ipekli dokuma müessesede üretilmektedir. Tesisin yıllık üretim kapasitesi 2.700.000 mt. mamül kumaş, 2.959.740 mt ham kumaş, 321 ton iplik'tir.

Tesisten kaynaklanan atık su miktarları Şu şekildedir.

- a- Yaprak boyama prosesinden ortaya çıkan atıksu miktarı: 45 m³/gün
- b- Kumaş boyama prosesinden ortaya çıkan atık su miktarı 55 m³/gün
- c- Yıkama suyu prosesinden ortaya çıkan atık su miktarı 350 m³/gün
- d- Kazan deşarjları 50 m³/gün
- e- Evsel nitelikli atık sular 150 m³/gün dür.

Fabrikadaki arıtma sistemi tesisinde sadece krom çöktürme işlemleri yapılmaktadır. Evsel nitelikli atık sular arıtma sistemine girmeyip doğrudan körfeze deşarj edilmektedir. Sümerbank Hereke müessesesinin atık su deşarj değerleri Şu şekilde olmaktadır.

Şekil 8.4 'de Sümerbank Hereke müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.4. Sümerbank Hereke müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	
BOI	mg/lt	82	
KOI	mg/lt	32	
AKM	mg/lt	15	
Yağ ve Gres	mg/lt	20	
Sülfür	mg/lt	0,1	
Sülfid	mg/lt	0,2	
Amonyum Azotu	mg/lt	1,65	
Krom (Cr+6)	mg/lt	0,19	
Toplam krom (Cr)	mg/lt	0,40	
Ph		8,5	

Su kirliliği kontrol yönetmeliği deşarj standartları şu şekildedir.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	100	80
KOI	mg/lt	400	300

Balık biyodeneyi	mg/lt	4	3
TAM	mg/lt	140	100
Çinko	mg/lt	12	10
Sülfür	mg/lt	0.1	
Fenol	mg/lt	1	0,5
ph		6-9	6-9

Sümerbank Hereke yönlü dokuma fabrikasının atıksu değerlerinin kirliliği kontrolü yönetmeliği değerlerinin altındadır.

İzmit Körfezine Sümerbank Hereke Müessesesinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun Endüstriyel atıksu debisi 500 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yükü (kg/gün)
BOI	41
KOI	16
AKM	7,5
Yağ ve Gres	10

8.1.7. Petrol Ofisi

Petrol Ofisi Derince bölgesinde kuruludur. Bu tesiste parafinik, naftonik, türbin, trafo ve harman yağları ile hidrok sistearik asit ve katkı maddeleri kullanılarak madeni yağ ve gres üretilmektedir. Tesisin yıllık üretimi 100.000 ton yağ ve gres'tir.

Petrol Ofisi müessesesindeki atık su debileri şu şekildedir.

a- Prosesten kaynaklanan atık su 55 m³/gün

b- Kazan suyu 200 m³/gün

c- Evsel amaçlı atık su 30 m³/gün

d- Diğer 5 m³/gün

Tesiste evsel ve endüstriyel atık sular biyolojik arıtma yoluyla arıtılırlar.

Arıtma tesisin birimleri şu şekilde oluşmaktadır.

1- Ön çöktürme havuzu

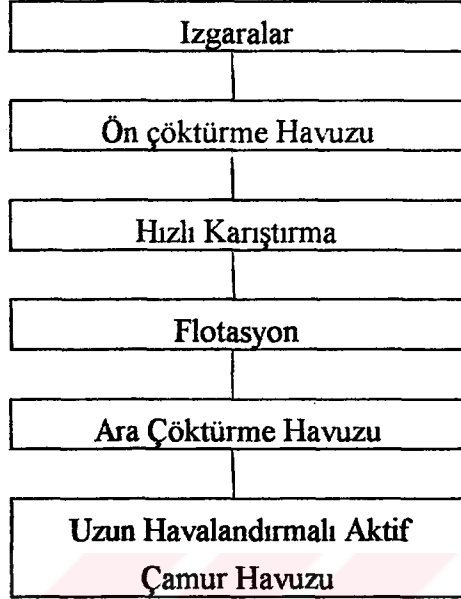
2- Hızlı karıştırma

3- Flotasyon

4- Ara çöktürme havuzu

5- Uzun havalandırılmalı aktif çamur

Endüstriyel atık su arıtma tesisinin kapasitesi 225 m³/gün'dür.Şekil 8.5'de Petrol Ofisi müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.5. Petrol Ofisi Müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Petrol Ofisi endüstriyel ve evsel arıtma tesislerinden çıkan atık sular şu özelliklere sahiptirler.

Endüstriyel Arıtma Tesisi:

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		24 Saat
BOI	mg/lt	15
KOI	mg/lt	45,5
AKM	mg/lt	15
Fenol	mg/lt	0,648
Siyanür	mg/lt	0,272
Sülfür	mg/lt	0,01
Yağ ve Gres	mg/lt	19,7
ph		7,5

Evsel Arıtma Tesisi:

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		24 Saat	
BOI	mg/lt	25	
KOI	mg/lt	7,26	
AKM	mg/lt	22	
Yağ ve Gres	mg/lt	10	
Fenol	mg/lt	0,028	
ph		7	

Su kirliliği kontrolü Yönetmeliğine göre tesisin sahip olması gereken üst sınır deşarj değerleri şu şekildedir.

Endüstriyel atık sular:

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	100	50
KOI	mg/lt	400	200
AKM	mg/lt	60	30
Yağ ve Gres	mg/lt	40	20
Hidrokarbonlar	mg/lt	6	5
Fenol	mg/lt	2	1
Toplam Siyanür	mg/lt	0,5	0,2
Sülfür	mg/lt	2	1
Ph	mg/lt	6-9	6-9

Evsel Nitelikli atık sular:

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	50	45
KOI	mg/lt	180	120
AKM	mg/lt	70	45
ph		6-9	6-9

Petrol Ofisi müessesesinin evsel ve endüstriyel atıksu değerleri su kirliliği kontrol yönetmeliği değerlerinin altındadır.

İzmit körfezinde Petrol Ofisi müessesesinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun toplam atık su debisi 290 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yükü (kg/gün)
BOI	11,6
KOI	15,30
AKM	10,73
Yağ ve Gres	8,613

8.1.8. İGSAŞ

İstanbul Gübre Sanayi (İgsaş) İzmit- Tütünçiftlik Yöresinde kuruludur. Tesisin üretim kapasitesi 511.500 ton/yıl üre, 330.000 ton/yıl amonyaktır.

Tesis içindeki toplam 7440 m³/gün miktarda atık su oluşmaktadır.

Atık suların dağılımı şu şekilde gerçekleşmektedir.

- a- Kazan suyu 240 m³/gün
- b- Soğutma suyu 10 m³/gün
- c- Evsel atık sular 110 m³/gün
- d- Proses yıkama suları 3480 m³/gün
- e- Proses atık suları

- 1- Üre ünitesi proses kondensatı 960 m³/gün
- 2- Amonyak ünitesi proses kondensatı 2040 m³/gün
- 3- Buhar kondensatları 600 m³/gün

İgsaş müessesesinde atık sular değişik noktalardan denize deşarj edilir. Bu kanallar

- a- Üre kanalı
- b- Amonyak proses kondensat-Nötralizasyon havuzu (ortak kanal)
- c- API seperatörü (yağ kanalı)

İgşaş müessesesinin körfeze bırakılan atık su özellikleri şu şekildedir.

Endüstriyel Atıklar :

Parametre	Birim	Kompozit Numune 24 Saat		
		Üre Kanalı	Ortak Kanal	Yağ Kanalı
KOI	mg/lt	24	8	34
AKM	mg/lt	15	20	5
Amonyum				
Azotu	mg/lt	47	43	8,7
Nitrat Azotu	mg/lt	1	–	–
ph		9	8,25	8,8

Evsel atıklar:

Parametre	Birim	Kompozit Numune 24 Saat	
BOI	mg/lt		42
KOI	mg/lt		80
AKM	mg/lt		25
ph			

Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre istenen üst sınır deşarj değerler şu şekildedir.

Endüstriyel atıklar:

Parametre	Birim	Kompozit Numune 24 Saat	
Florür	mg/lt		15
KOI	mg/lt		150
AKM	mg/lt		100
Toplam Fosfor	mg/lt		35
Amonyum Azotu	mg/lt		50
Nitrat Azotu	mg/lt		50
ph			6-9

Evsel Nitelikli Atıksular

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	50	45
KOI	mg/lt	180	120
AKM	mg/lt	70	45
ph		6-9	6-9

İgşaş Müessesesinin atık su değerleri su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen değerlerin altındadır.

İzmit Körfezinde İgşaş müessesesinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır. Kuruluşun toplam atık su miktarı 7440 m³/gündür.

Parametre	Kirlilik Yükü (kg/gün)
BOI	4,62
KOI	170,24
AKM	104
Amonyum azotu	230,62

8.1.9. Sümerbank Yarımca Seramik

Sümerbank Yarımca Seramik Fabrikası Yarımca Mevkiinde kuruludur. Tesiste üretilen mamüller elektroporselen, sofr eşıyası, sıhhi tesisat ve fırın malzemeleridir. Tesisin üretim kapasitesi 12.000 ton/yıl'dır. Tesiste hammadde olarak kil, kaolen, feldespat, refrakter kullanılmaktadır.

Fabrikadaki atık suları üç grupta toplayabiliriz.

- a- Prosesten kaynaklanan atık sular
- b- Evsel atık sular
- c- Diğer amaçlı atık sular

Tesisin günlük atık su debisi 1900 m³tür. Fabrika bulunan arıtma tesisinde askıda katı madde ve fenollü atıkların giderilmesi amacıyla faydalanılmaktadır.

Sümerbank Yarımca Seramik müessesesinden arıtma yapıldıktan sonra deşarj edilen atıksular şu özelliklere sahiptirler.

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
AKM	mg/lt	75
KOI	mg/lt	20
ph		8

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre tesisin bırakabileceği üst sınır değerleri şu şekildedir.

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
AKM	mg/lt	180
Kurşun	mg/lt	1
Kadmiyum	mg/lt	0,1
ph	mg/lt	6-9

Sünerbank Yarımca Porselen Fabrikasından çıkan atıksulardaki AKM ve ph değerleri su kirliliği kontrol yönetmeliği değerlerinin altındadır.

İzmit Körfezinde Sünerbank Yarımca Porselen Fabrikasından kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun toplam atık su debisi 19.000 m³/gün dür.

Parametre	Kirlilik Yükü (kg/gün)
AKM	142,5
KOI	38

8.1.10. Mannesman

Mannesman Körfezin Kuzey kesiminde İzmit'te kuruludur. Fabrikanın üretim çeşidi çelik banttandır dikişli çelik boru ve çekme boru üretilmektedir. Kullanılan diğer hammaddeler ise çinko, bitüm, cam tülü ve sülfirik asittir. Tesisin üretim kapasitesi 65.000 ton dikişli çelik borudur. Üretim prosesleri bant dikme, doğrultma, kaynaklama, asitle yıkama, galvanizleme, bütümleme ve kaplamadır.

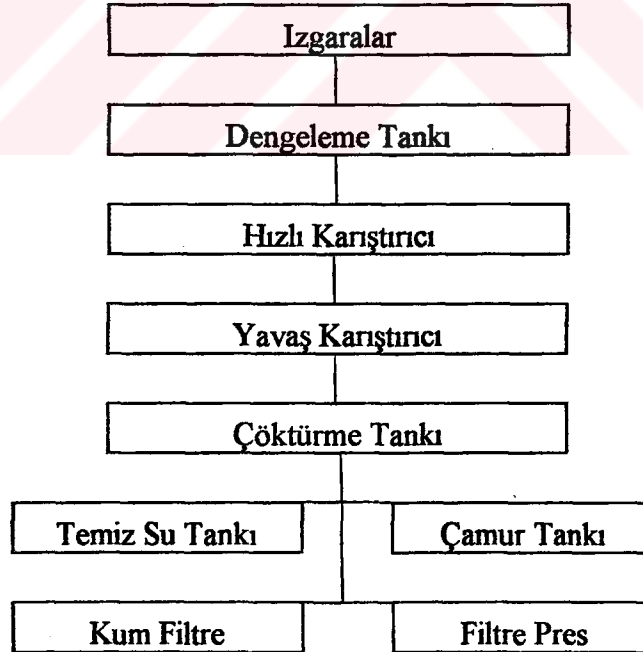
Tesisten kaynaklanan atık su miktarları şu şekildedir.

- a- Proses kaynaklanan atık su : 1400 m³/gün
- b- Soğutma suyu 1100 m³/gün
- c- Kazan Suyu 40 m³/gün
- d- Evsel amaçlı atık su : 160 m³/gün

Mannesman müessesesinin arıtma sistemi şu kademelerden meydana gelmiştir.

- 1- Dengeleme tankı
- 2- Hızlı karıştırıcı
- 3- Yavaş karıştırıcı
- 4- Çöktürme tankı
- 5a₁-Temiz su tankı
- 5a₂-Çamur tankı
- 6a₁-Kum filtre
- 6a₂-Filtre pres

Şekil 8.6'da Mannesman müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.6. Mannesman müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Mannesman boru fabrikasından arıtma sisteminden körfeze deşarj olan atık sular şu özelliklere sahiptirler.

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
BOI	mg/lt	80
Yağ ve Gres	mg/lt	10
Çinko	mg/lt	0,5
Demir	mg/lt	15
Kurşun	mg/lt	0,5

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre tesisin deşarj edebileceği üst sınır atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
BOI	mg/lt	100
Yağ ve Gres	mg/lt	10
Kurşun	mg/lt	0,5
Demir	mg/lt	20
Çinko	mg/lt	0,4
ph		6-9

Mannesman boru fabrikasının atık su debileri su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen değerlerin altında kalmaktadır.

İzmit körfezinde Mannesman boru fabrikasından kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun toplam atık su debisi 2700 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yüğü (kg/gün)
BOI	216
Yağ ve Gres	27
Demir	40,5

8.1.11. TÜPRAŞ

Tüpraş İzmit'tin Yarımca mevkiinde kurulu bulunan fabrikada ham petrol ve çeşitli yardımcı maddeler kullanılarak petrol türevleri elde edilmektedir. Atık su kaynaklanan üniteler ham petrol ve ürün depolama, tuz giderme, fraksiyonlama, katalitik kraking, reforming, solvent arıtma, hydrotreating tatlılaştırma, LPG, asfalt üniteleridir.

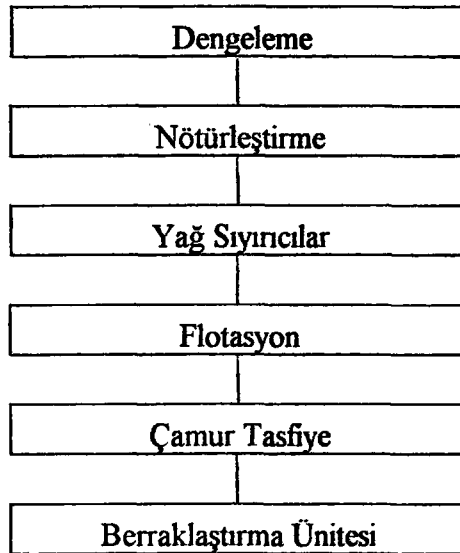
Tüpraş müessesesinden kaynaklanan atık su debileri şu şekilde olmaktadır.

- a- Prosesten kaynaklanan atık sular : 7.500 m³/gün
- b- Kazan suyu : 1500 m³/gün
- c- Soğutma suyu : 1.500 m³/gün
- d- Evsel amaçlı atık sular : 1000 m³/gün

Tüpraş müessesesinin atık su arıtma sistemi şu birikimlerden oluşmaktadır.

- 1- Atıksu toplama sistemi
- 2- Kostik nötürleştirme, H₂S ve amonyak sıyırma kolonları
- 3- Körfeze verilecek atık suların arıtılması sistemleri
 - a- Yağ sıyırıcılar
 - b- Çözünmüş hava flotasyonu
 - c- Çamur tasfiye ünitesi
 - d- Berraklaştırma ünitesi

Şekil 8.7'de Tüpraş müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.7. Tüpraş müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Tüpraş müessesesinde arıtma sisteminden körfeze deşarj olan atık sular şu özelliklere sahiptirler.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		24 Saat	
BOI	mg/lt	25	
KOI	mg/lt	100	
AKM	mg/lt	30	
Yağ ve Gres	mg/lt	10	
Fenol	mg/lt	1	
ph		7,2	

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre fabrikanın deşarj edebileceği üst sınır atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		24 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	100	50
AKM	mg/lt	120	60
Amonyum Azotu	mg/lt	40	20
Yağ ve Gres	mg/lt	20	10
Hidrokarbonlar	mg/lt	15	10
Fenol	mg/lt	2	1
Toplam Siyanür	mg/lt	2	1
Amonyum Azotu	mg/lt	40	20
Krom	mg/lt	0,2	0,1
ph		6-9	6-9

Tüpraş müessesesinin atık su değerleri su kirliliği kontrol yönetmeliği değerlerinin altındadır.

İzmit körfezinde Tüpraş müesseselerinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır. Kuruluşun toplam atık su debisi 11.500 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yüğü (kg/gün)
BOI	287,5
AKM	345
KOI	1150
Yağ ve Gres	115

8.1.12. Trakya Sanayi

Trakya Sanayi İzmit'in doğu kesiminde Uzunçiftlik mevkiinde kuruludur. Fabrikanın ürün çeşitleri alüminyum iletken kablo, alüminyum levha ve disk, galvanizli ve siyah çelik tel, bakır ve pirinç boru, profil, bakır ve kalayda yataklık brom'dur. Tesisin kapasitesi 30.000 ton/yıl'dır. Tesiste kullanılan hammaddeler alüminyum kütük, çelik filmaşın, bakır ve prınç, bakır ve kalaydır.

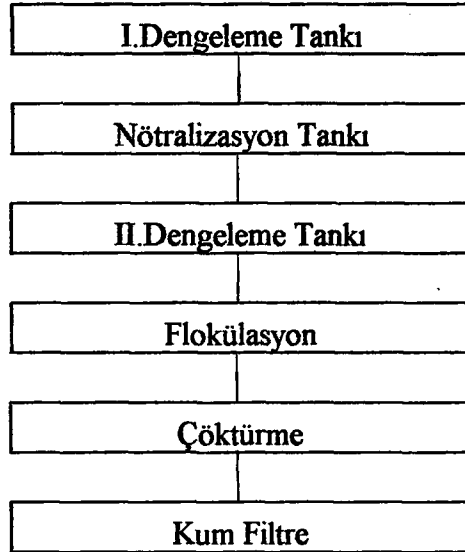
Trakya Sanayiinde oluşan atık su debileri şu şekildedir.

- a-Proses atık suları 150 m³/gün
- b- Evsel nitelikli atık sular 50 m³/gün
- c- Su hazırlama ünitelerinin atık suları 5 m³/gün
- d- Kazan deşarj 10 m³/gün

Fabrikada bulunan endüstriyel arıtma tesisi şu birimlere sahiptir.

- 1- I. Dengeleme tankı
- 2- Nötralizasyon tankı
- 3- II. Dengeleme tankı
- 4- Flokülasyon tankı
- 5- Çöktürme tankı
- 6- Kum filtre

Şekil 8.8'de Trakya Sanayi müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.8. Trakya Sanayi müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Fabrika da bulunan evsel nitelikli atık sular için olan arıtma sistemi şu birimlere sahiptirler.

- 1- Dengeleme tankı
- 2- Havalandırma tankı
- 3- Klorlama tankı

Trakya Sanayi müessesesinden körfeze deşarj edilen endüstriyel ve evsel nitelikli atık sular şu değerlere sahiptirler.

Endüstriyel atık sular:

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
KOI	mg/lt	25
AKM	mg/lt	40
Yağ ve Gres	mg/lt	1,5
Amonyum Azotu	mg/lt	3,0
Toplam Siyanür	mg/lt	0,05
ph		8,5

Evsel Nitelikli Atıksular

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
BOI	mg/lt	30
KOI	mg/lt	100
AKM	mg/lt	15
ph		8

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre fabrikanın körfeze deşarj edebileceği üst sınır atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Endüstriyel atıklar:

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
KOI	mg/lt	600

AKM	mg/lt	125
Yağ ve Gres	mg/lt	20
Amonyum Azotu	mg/lt	100
Toplam Siyanür	mg/lt	0,2
ph		6-9

Evsel nitelikli Atıksular:

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
BOI	mg/lt	50	45
KOI	mg/lt	180	120
AKM	mg/lt	70	45
ph		6-9	6-9

Trakya Sanayi müessesesinin evsel nitelikli ve endüstriyel atık suları su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen deşarj değerlerinin altında deşarj yapmaktadır.

İzmit körfezinde Trakya Sanayiinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır. Kuruluşun toplam atık su debisi 215 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yüğü (kg/gün)
BOI	1,5
AKM	7,35
KOI	9,125
Yağ ve Gres	0,147

8.1.13. Çelik Halat

Çelik Halat Fabrikası Körfezin Doğusunda, Uzunçiftlik yöresinde kuruludur. Fabrikada çelik halat ve tel üretimi yapılmaktadır. Fabrika ürünlerini oluşturan tek ve çok demetli halatlar, galvaniz tel, yaylık tel, lastik teli ve ön gerilimli beton teli üretim prosesinde çeşitli kademelerde tel çekme, galvanizleme, tavlama kaplama, sarma gibi işlemler uygulanmaktadır.

Çelik Halat müessesesinde meydana gelen atık su debileri şu şekildedir.

a- Proses atık suları 630 m³/gün

b- Su hazırlama ünitesi atık suları 5 m³/gün

c- Kazan deşarjları 10 m³/gün

d- Evsel nitelikli atık sular 60 m³/gün

Çelik Halat müessesesindeki atık sular bir fizik kimyasal atıksu arıtma sisteminde arıtma işlemine tabi tutulur. Sistemdeki atık sular şu proseslerden geçerler.

- 1- Dengeleme
- 2- Nötralizasyon
- 3- Flokülasyon
- 4- Koagülasyon
- 5- Çökeltme
- 6- Filtrasyon

Şekil 8.9'da Çelik Halat Müessesesine atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.9. Çelik Halat müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Arıtma sonucu oluşan çamur daha sonra kurutma yataklarına verilmektedir.

Çelik Halat müessesesinde arıtma işlemine tabi tutulduktan sonra körfeze deşarj edilen atık suların özellikleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune
		2 Saat
KOI	mg/lt	15

AKM	mg/lt	52
Yağ ve Gres	mg/lt	2
Nikel	mg/lt	0,5
Bakır	mg/lt	0,25
Çinko	mg/lt	0,05
Demir	mg/lt	0,1
Mangan	mg/lt	0,20
ph		7,6

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre fabrikanın bırakabileceği üst sınır atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
KOI	mg/lt	200	100
AKM	mg/lt	125	50
Yağ ve Gres	mg/lt	20	10
Amonyum Azotu	mg/lt	100	-
Demir	mg/lt	3	-
Çinko	mg/lt	5	3
Bakır	mg/lt	3	1
Nikel	mg/lt	3	2
ph		6-9	6-9

Çelik Halat müessesesinin atık su deşarj değerleri su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen değerlerin altına kalmaktadır.

İzmit körfezinde Çelik Halat müessesesinden kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun toplam atık su değeri 705 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yükü (Kg/gün)
KOI	10,57
AKM	36,66
Yağ ve Gres	1,41
Nikel	0,3525

8.1.14. Arçelik

Arçelik tesisleri Çayırova'da kurulmuştur. Fabrikada üretimi yapılan ürünler çamaşır makinası, bulaşık makinası ve klimalardır. Tesiste hammadde olarak rulo sac, alüminyum, emaye ve boya'dır.

Tesisten kaynaklanan atık su debileri şu şekilde olmaktadır.

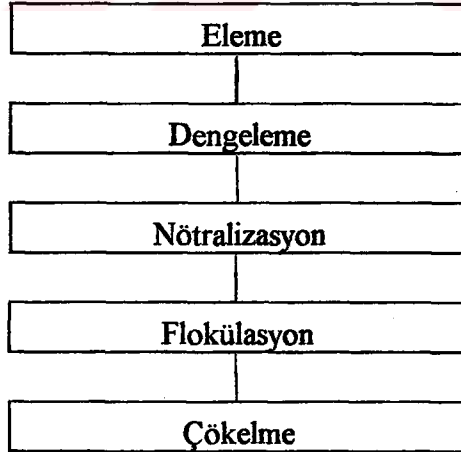
- a- Prosesten dolayı kaynaklanan atık su (boyahane, emaye daire) 450 m³/gün
- b- Evsel nitelikli atık sular 200 m³/gün

Tesisten çıkan atık sular evsel ve endüstriyel atık su arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra körfeze deşaraj işlemine tabi tutulurlar.

Endüstriyel arıtma tesisi şu kademelere sahiptir.

- 1- Birikme Havuzu
- 2- Nötralizasyon Havuzu
- 3- Flokülasyon Havuzu
- 4- Çökeltme havuzu

Şekil 8.10'da Arçelik müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 8.10. Arçelik müessesesinin atıksu arıtma tesisinin akım şeması

Arçelik müessesesinden deşarj edilen atık sular şu değerlere sahiptirler.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	
KOI	mg/lt	100	
AKM	mg/lt	85	
Yağ ve Gres	mg/lt	10	
Toplam Siyanür	mg/lt	0,2	
Çinko	mg/lt	1	
Bakır	mg/lt	0,5	
ph		8	

Su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre tesisin bırakabileceği üst sınırlar atık su değerleri şu şekilde olmaktadır.

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saat	24 Saat
KOI	mg/lt	200	100
AKM	mg/lt	125	50
Yağ ve Gres	mg/lt	20	10
Toplam Siyanür	mg/lt	0,5	0,1
Çinko	mg/lt	5	3
Bakır	mg/lt	3	1
ph		6-9	6-9

Fabrikanın deşarj değerleri su kirliliği kontrol yönetmeliğinde verilen değerlerin altında kalmaktadır. İzmit Körfezinde Arçelik müessesesinde kaynaklanan kirlilik yükü şu şekilde olmaktadır.

Kuruluşun toplam atık su debisi 650 m³/gün'dür.

Parametre	Kirlilik Yüğü (kg/gün)
KOI	65
AKM	55,25
Yağ ve Gres	6,5
Toplam Siyanür	0,13

8.2. Evsel Nitelikli Atıksu Kaynakları

İzmit körfezinin kirlenmesine en büyük etkilerden biri de evsel atıksu kaynaklarından meydana gelmektedir. Evsel nitelikli atıksu kaynaklarının kirlilik değerlerini bulmak için İSKİ - İTÜ'ce gerçekleştirilen Tuzla Atıksu arıtma tesisi çalışmalarında (1986) alınan birim değerleri bu çalışmada da aynen kullanılmıştır.

Q	: 200 lt/N-gün
BOI	: 60 gr/N-gün
TAM	: 70 gr/N-gün
N	: 12 gr/N-gün
P	: 3 gr/N-gün

Bu alınan birim değerler ışığı altında hesaplanan değerler Tablo 8.2.-de verilmiştir.

TABLO 8.2. Bölgelere Göre Evsel Atık Yükleri

BÖLGE					
DOĞU	Atıksu debisi (m³/gün)	BOI (kg/gün)	TAM (kg/gün)	N (kg/gün)	P (kg/gün)
Derince-İzmit	85227	25568	29829	5113	1278
Kullar-Köseköy Yuvacık-Derbent	6727	2030	2368	406	101
Gölcük-Bahçecik	12522	3756	4382	751	187
TOPLAM	104516	31354	36579	6270	1566
ORTA					
Hereke	3479	1043	1217	208	52
Yarımcı	12608	3782	4413	756	189
Karamürsel(Orta Kısım)	6593	1977	2307	395	98
Değirmendere	6212	1863	2174	372	93
TOPLAM	28892	8665	10084	1731	432
BATI					
Karamürsel-Batı Kısım	1954	586	683	117	29
Gebze	86817	26045	30385	5209	1302
Toplam	88771	26631	31068	5326	1331
GENEL TOPLAM	222179	66650	77731	13327	3329

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

İzmit Körfezi arazi yapısı, konumu, kaynaklarından dolayı hızlı endüstrileşme ve şehirleşmeye maruz kalmıştır. Ve sağlıklı bir alt yapı tamamlanmadan bu gelişmeler yaşanmıştır. İzmit Körfezinin kirliliğinin giderek artmasının nedenleri olarak şu nedenleri gösterebiliriz.

1. Endüstriyel atık sular
2. Evsel nitelikli atık sular
3. İzmit Körfezindeki deniz taşımacılığı
4. Marmara denizi ile İzmit körfezinin karışımı
5. Tarım alanlarından kaynaklanan drenaj suları

Bu çalışmada endüstriyel ve evsel nitelikli atık sular incelenmiştir Ve bu kuruluşlardan kaynaklanan kirlilik yükleri bulunmuştur. İncelenen kuruluşlardan kaynaklanan kirlilik yüklerinin hidrolik eşdeğer nüfus ve BOI eşdeğer nüfus değerleri Tablo 8.3. ve Tablo 8.4.'de verilmiştir.

Hidrolik eşdeğer nüfus ve BOI eşdeğer nüfus değerlerinin hesaplanmasında kullanılan özgül değerler İSKİ-İTÜ'ce gerçekleştirilen Tuzla atık su arıtma tesisi çalışmalarından (1986) alınmıştır. Bu değerler şu şekildedir.

$$Q = 200 \text{ lt/N-gün}$$

$$BOI = 60 \text{ gr/N-gün}$$

Bu özgül değerlerin bulunmuş olan kirlilik yük değerleri ile ayrı ayrı çarpımı ile o kirlilik yüküne ait eşdeğer nüfus değeri bulunmuş olunur.

Tablo 8.5.'de incelenen kuruluşlardan kaynaklanan atık su toplam özellikleri, Tablo 8.6'da ise evsel nitelikli atık suların toplam özellikleri verilmiştir.

Tablo 8.3. İncelenen Kuruluşların Atıksu Debileri ve Hidrolik Eşdeğer Nüfus Değerleri

No	Endüstri	Atıksu Debisi (m ³ /gün)	Hidrolik Eşdeğer Nüfus (Kişi)
1	Seka Kağıt	1828	9140
2	Petkim	36128	180640
3	Fürsan	1765	8825
4	Pakmaya	11610	58050
5	Mustafa Nevzat	10	50
6	Sümerbank Hereke	500	2500
7	Petrol Ofisi	290	1450
8	İgşaş	7440	37200
9	Yarımcı Porselen	19000	95000
10	Mannesman	2700	13500
11	Tüpraş	11500	57500
12	Trakya Sanayi	215	1075
13	Çelik Halat	705	3525
14	Arçelik	650	3250

Tablo 8.4. İncelenen Kuruluşların BOI ve BOI Eşdeğer Nüfus Değerleri

No	Endüstri	BOI (kg/gün)	BOI Eşdeğer Nüfus (Kişi)
1	Seka Kağıt	137,1	2285
2	Petkim	903,2	15053
3	Fürsan	763,14	12719
4	Pakmaya	892,8	14880
5	Sümerbank Hereke	41	683
6	Petrol Ofisi	11,6	193
7	İgşaş	4,62	77
8	Mannesmann	216	3600
9	Tüpraş	187,5	4791
10	Trakya Sanayi	1,5	25

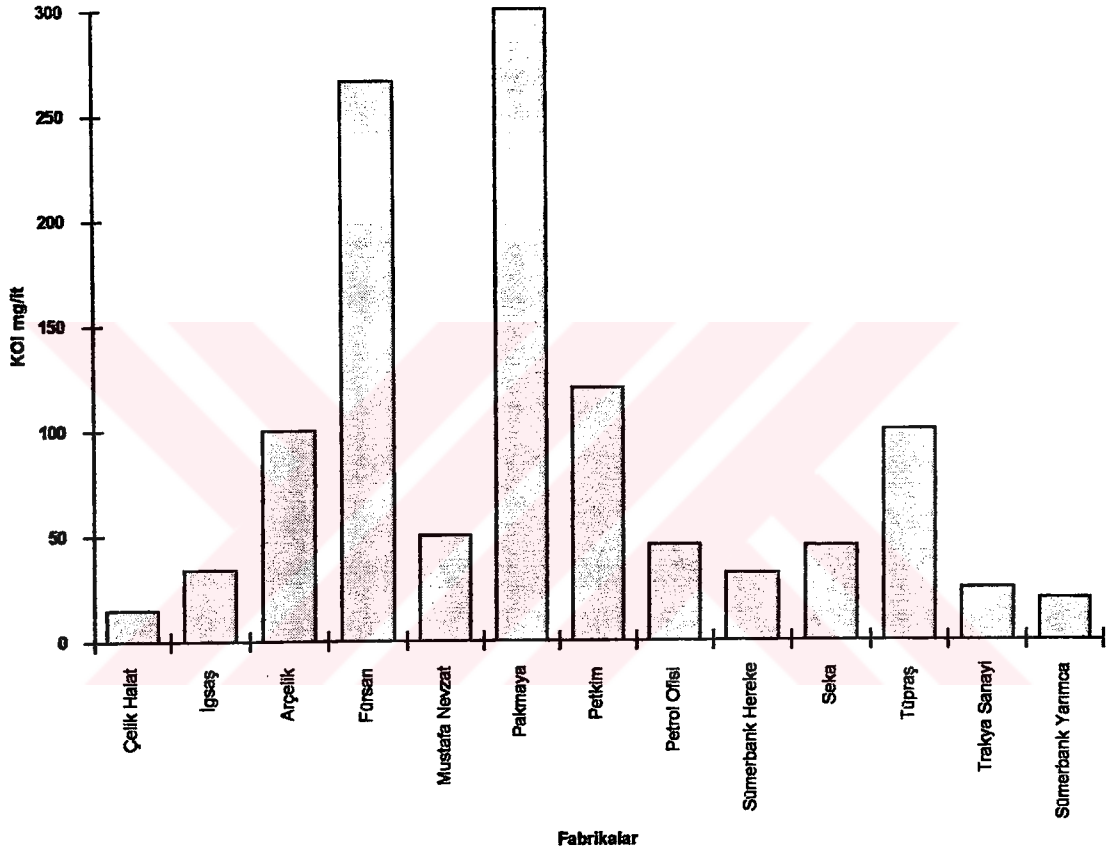
Tablo 8.5. İncelenen Kuruluşlardan Kaynaklanan Toplam Atık Su Özelliklerinin Miktarları

Parametre	Toplam Miktar
Q (m ³ /gün)	94341
BOI (kg/gün)	3258,46
KOI (kg/gün)	9975,845
AKM (kg/gün)	7090,19

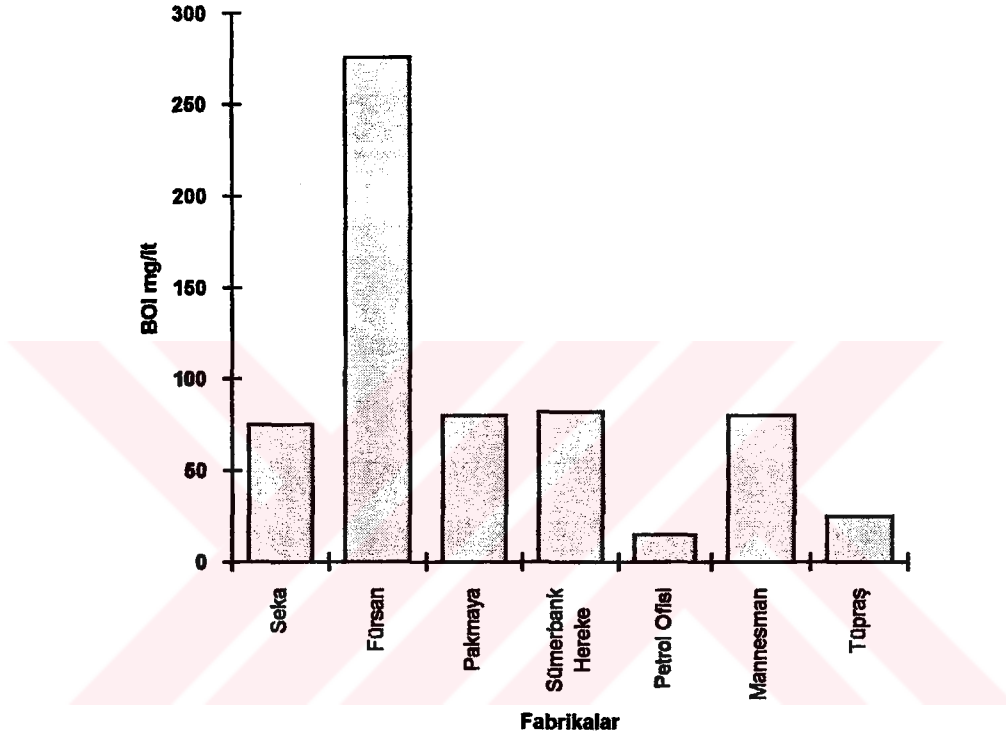
Tablo 8.6. Evsel Nitelikteki Atık Suların Özelliklerinin Miktarları

Parametre	Toplam Miktar
Q (m ³ /gün)	222.179
BOI (kg/gün)	66.650
TAM (kg/gün)	77.731
N (kg/gün)	13.327
P (kg/gün)	3.329

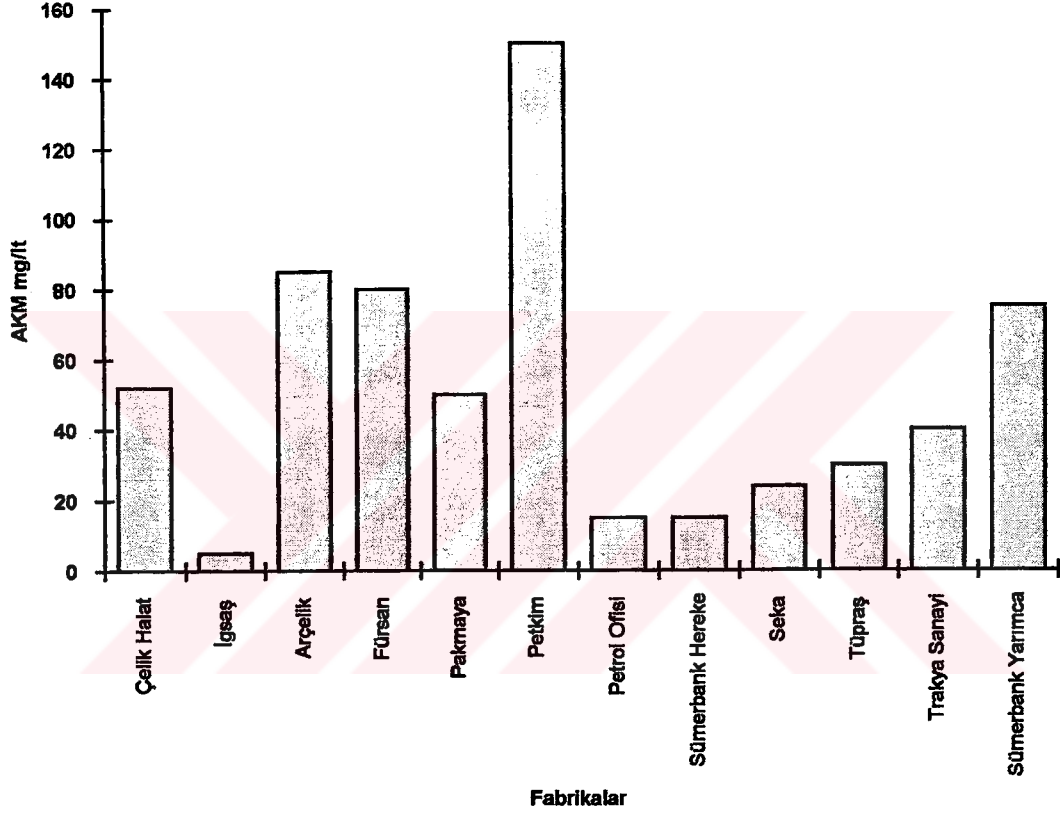
İncelenen kuruluşların atık su özelliklerinin mg/lt bazında karşılaştırmalı grafikleri Şekil 8.11., Şekil 8.12, Şekil 8.13.'de verilmiştir.



Şekil 8.11. Araştırma yapılan fabrikaların kimyasal oksijen ihtiyacının karşılaştırılması



Şekil 8.12. Araştırma yapılan fabrikaların biokimyasal oksijen ihtiyacının karşılaştırılması



Şekil 8.13. Araştırma yapılan fabrikaların askıda katı madde miktarlarının karşılaştırılması

Körfezlerin ve su kaynaklarının kirlenmesini engellemek için şunlar yapılmalıdır. Büyük yada orta ölçekli sanayi kuruluşlarının deşarj ettikleri atık sularının özellikleri su kirliliği kontrol yönetmeliğindeki değerlerin altında olması sağlanmalıdır. Ve bunlar belirli periyodik aralıklarla denetlenmelidir. Arıtım tesisi olmayan orta ve küçük tesislere arıtım tesisine sahip olmaları teşvik edilmelidir. Organize sanayi bölgeleri kurarak toplu arıtma sistemleri yapılmalıdır. Deniz taşımacılığında kullanılan gemilerin denizlere sintine, balast ve tahliye suları ile petrol boşaltmaları ağır bir şekilde cezalandırılmaları uygulanacak tedbirlerin arasında gelmektedir. Bilindiği gibi endüstride üretim yaparken kirlenmenin kaçınılmaz olduğu ancak bu kirlenme seviyesini de arıtım teknolojileri yardımıyla minimum seviyede tutulabilirler.



KAYNAKLAR

1. APHA, AWWA, WPCF, 1989. Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water, Seventeenth edition, p.5-01 - 5-26, USA.
2. Arık, P.A., 1994. Arıtma Prosesleri ve Ekipmanları Hakkında Genel Bilgi, Mühendis ve Makina, S 413, Ankara.
3. Eroğlu, V., 1984. Su Tasfiyesi, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, s. 76 - 99, İstanbul.
4. İSKİ, 1986. Sewerage Project Stage 2, Tuzla Sewage Treatment Plant, İstanbul.
5. Kocasoy, G., 1991. Atıksu Arıtma Sistemleri, s. 55 - 80, İstanbul.
6. Lund, H., 1971. Industrial Pollution Control Handbook, McGraw Hill Book Company, p. 4 - 23 - 4 - 40.
7. Manual Of Practice , 1987. Anaerobik Sludge Digestion, Second Edition, p. 41 - 80, USA.
8. Metcalf And Eddy, Inc., 1981. Waste Water Engineering Treatment, Disposal, Reuse, Second Edition, Mc Graw Hill Book Company, p. 187 - 195, New - Delhi.
9. Muslu, Y., 1994. Atıksuların Arıtılması, İTÜ Matbaası, s. 102 - 507, İstanbul.
10. Sax, I.N., 1974, Industrial Pollution, Van Nostran Reinhold Company, p. 197 - 240, USA.
11. Sinanoğlu, U., 1985. İzmit Körfezi'nin Kirliliğine Sanayi ve Yerleşimin Artıklarının Etkilerinin Araştırılması. Y.Ü. Fen. Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış) İstanbul.
12. Sözen, S., Öztürk, i., 1992. İki Kademeli Biyolojik Arıtma Sistemleri İle Endüstriyel Evsel Atıksu Arıtımındaki Gelişmeler, İTÜ. 3. Endüstriyel Kirlenme Sempozyumu Bildirileri, İstanbul.
13. Şengül, F., 1991. Endüstriyel Atık Suların Özellikleri ve Arıtılması, 9 Eylül Üniv. Mim. Fak. No: 172, s.1 - 453, İzmir.
14. T.C. Çevre Bakanlığı, 1991.2000'li Yıllara Doğru Çevre, s.1-127, Ankara.
15. T.C. Resmi Gazete, 1988. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Sayı 19919, Ankara.
16. TMMOB. Kimya Müh. Odası, 1991. Atıksu Analiz Okulu Seminer Notları, İstanbul.

17. TMMOB. Makina Müh. Odası, 1992. Atıksu Arıtma Tesisleri Seminer Notları, İstanbul.
18. TÜBİTAK., 1982. İzmit Körfezi'nde Kirlenmenin Önlenmesi ve Giderilmesi Projesi- Teknolojik Esasların Saptanması, s.1-304, Gebze.



ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta öğrenimini tamamladıktan sonra Haydarpaşa Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünü bitirdikten sonra 1989 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1993 yılında Makina Mühendisi olarak mezun oldu. Ve Kasım 1993'den itibaren Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalında Isı-Enerji programında Yüksek Lisans eğitimi almaya başladı.

