

öyle yanlışsız nefis resimler bırakmıştır ki, bunların bir çoğu bugün bile ders kitaplarımızın standart şekillerini oluştururlar. Yaptığı resimlere gösterdiği özeni bakın kendisi nasıl anlatır:

"İnsan vücudunun yapmış olduğum bu planı, size sanki doğal insan karşınızda imiş gibi gerçekleri açıklayacaktır. Bunun sebebi şudur, siz bir insanın parçalarını esaslı olarak öğrenmek istediğiniz takdirde, o teşrih edildikten sonra, siz onu değişik yönlerden üstten, alttan ve yanlardan inceleyebilmek için, ya onu ya da gözünüzü çevirmek zorunda olacaksınız..."

Da Vinci'nin anatomi incelemeleri ömrünün iki dönemini kaplar. Birincisi onun vücudun sınır sistemiyle uğraştığı zamanda, ki bu 1490'lara düşer. Bu sırada 40 yaşlarındaydı. İkinci dönem 20 yıl sonraya düşer ki o bu sıralarda bütün dikkatini kemik ve kasların biyomekanikğine çevirmiş ve onların birbirleriyle nasıl çalıştıklarını araştırmıştır.

Asıl araştırma çılgınca denecek bir bilimsel gelenek içinde müthiş korkunç bir çalışma oluş-

turuyordu. Katolik Kilisesinin insan vücuduyla uğraşmanın (hatta bir ölüyle bile) bir tabu sayılmasından dolayı, muhtemelen Leonardo üzerinde çalıştığı 30 Kadavrayı gizlice sağlamış, bunların üzerindeki araştırmalarını da aynı derece büyük bir gizlilik içinde sürdürmüştü. Notlarında, "gecelelerini bu kadvralar arasında onları parçalayarak, derilerini yüzerek geçirdiğini ve bunun müthiş bir görüntü olduğunu", yazıyordu.

Onun elinde bir tıp ders kitabı ya da bir tıp ansiklopedisi yoktu. Yalnız bilim adamının ayrıntıları ayırabilen gözü ve sanatçının onları çizebilecek becerisi vardı. Kadavraları koruyabilecek hiç bir kimyasal maddeye de sahip olmadığı için, onların çürümemesinden önce işini hızla bitirmek zorunda idi, tabii midisinin müsadde ettiği kadar. Onun başka türlü hareket etmesine zaten olanak da yoktu. Bunu kendisi şöyle anlatır:

Benim yapıtlarım basit ve açık bir deneyin sonuçlarıdır, benim gerçek sevgilim de onlardır.

SCIENCE DIGEST'ten

## **SU KİRLENMESİ ÖLÇÜLMESİNDEKİ ANA KAVRAMLAR VE ARITMA YÖNTEMLERİNİN GENEL OLARAK TANITILMASI**

Dr. Hüdaverdi EROĞLU  
K. T. Ü. Orman Fakültesi

İnsanoğlu bir taraftan artan nüfusun zorunlu gereksinimlerini karşılamaya uğraşırken, diğer taraftan teknolojik ve endüstriyel gelişmeler yardımıyla cinsinin yaşam koşullarını iyileştirmek yönünde çaba harcamaktadır. Ancak bunlar gerçekleştirilirken, yakın zamana kadar, kendisine, çevresine ve doğadaki dengeye verdiği zararlar hesaba katılmamıştır. İleri endüstri ülkeleri kendi ortamlarında bu zararların somut örneklerini görmeye başlayınca, insanın kendisine ve çevresine en az zarar veren teknik ve yöntemlerin kullanılması gereğine inanmaya başlamışlardır. Bunun bilincine vararak bu yönde çaba harcamaktadırlar. İşte bu nedenle "İlimli teknik" (La Technique Douce) denen, insanın yaşadığı çevreye en az zarar veren, tekniklerin kullanılması ve araştırılmasına doğru yönelme zorunluluğu hissedilmeye başlanmıştır. Hiç kuşkusuz günümüzde kullanılan teknikler gelecekte yerlerini ilimli tekniklere bırakacaklardır; çünkü

geleceğin koşulları bunun aksini yapmaya olanak bırakmayacaktır.

Çevre kirlenmesinde belirli bir sınırın aşılması doğal dengenin bozulmasına neden olmakta, ortamdaki mevcut canlıların ve hatta bizzat insanın kendi yaşamını tehlikeye atmaktadır. Bugünkü hızla gidildiğinde gelecek yüzyıl içinde bile, kirlenme yüzünden ne büyük tehlikelerin ortaya çıkacağını kestirmek için kâhin olmaya herhalde gerek yoktur. Hava kirlenmesinin büyük kentlerde ne denli zararlı olduğu ve olabileceği herkesçe görülmektedir. Diğer taraftan, petrol ürünleri endüstrisi, kâğıt endüstrisi, kimya endüstrisi, nükleer santraller gibi büyük endüstri kollarının ve diğer küçük endüstrilerin artıklarını akarsulara, göllere ve denizlere atmak suretiyle su içindeki canlı hayatı tehlikeye sokmakta, özellikle iyi ve değerli bir besin kaynağı olan balık neslinin azalmasına neden olmaktadırlar. Ayrıca bu gibi yerler halkın dinlenme ve mesire

yeri olmaktan çıkmaktadırlar. Üstelik zarar yalnız dar bir çevrede kalmayıp çok uzaklara kadar yayılabilmektedir.

Henüz önemli bir endüstrileşmesi olmamasına rağmen, gerekli arıtma işlemleri uygulanmadığından, Türkiye'de de bu gibi sorunlar güncellik kazanmıştır. Basında ve yayında bu konuya zaman zaman değinilmekte, sorunun önemi anlaşılması gibi gözükmeyle birlikte, işin edebiyat yönüyle ilgilenilmekte ve teknik yönüyle ilgili yazılara bilimsel çevrelerde bile pek rastlanmamaktadır. Oysa kirlenmeye karşı mücadele edebilmek için kirlenme ile ilgili kavramların iyi bilinmesi ve bununla ilgili ölçümlerin ve sayısal değerlerin somut olarak ortaya konması son derece önemlidir. Yoksa, gerçekte az kirlüten ile çok kirlütenleri birbirinden ayırmak olanaksızdır ve bazı çevreler çok kirlittikleri halde bu işten kazançlı, bazıları ise zararlı çıkacaklardır.

Kirlenmeye karşı mücadelede "Herkes kirlettiği kadar öder veya sorumludur" ilkesi asıl olmalıdır. Kirlenmeden alınacak vergilere devletin de katkısıyla arıtma tesislerinin kurulması ve kirlenmeyi yok edici önlemlerin alınması ancak mümkün olacaktır. Yeni yatırımlar yapılırken "Sanayileşmek istiyorsak kirlenmeyi doğal karşılamalıyız" düşüncesi içinde davranmak oldukça sakıncalı gözükmektedir. Öncelikle en az kirlüten yöntemlerin seçilmesine özel bir titizlik gösterilmelidir. Eğer bu mümkün değilse kurulacak fabrikaların arıtma tesisleri de birlikte düşünülmeli, gerektiğinde devlet bu konuda yardımcı olmalıdır. Aksi halde ileride yapılacak zorunlu bir değişiklik ya çok pahalıya gelecek ya da bir çok fabrikanın kapanmasına neden olacaktır. Örneğin Birleşik Amerika'da bisülfittir yöntemiyle çalışan kâğıt hamuru fabrikalarından her yıl 5 - 10 tanesinin kapanması ve sayılarının her geçen yıl sıfıra doğru yaklaşması gibi. Çünkü kirlenmenin yüklediği parasal değer (vergi, arıtma v.s.) üretim maliyeti içinde çekilemeyecek kadar fazladır. Üstelik çoğu zaman kirlenme önlenememektedir.

## 1. Su Kirlenmesinin Ölçülmesinde

### Ana Kavramlar

Geleneksel olarak su kalitesi ve kirlenme miktarı su içinde bulunan maddelerin ve canlıların oksijeni isteği ile ölçülmektedir. Oksijen istekleri, Biyolojik oksijen isteği (B.O.I.) "Biochemical oxygen demand" ve Kimyasal oksijen isteği (K.O.I.) "Chemical oxygen demand" olmak üzere ikiye ayrılır. Suda yaşayan bitkiler, mikrobiyolojik hayat ve balıklar için 2 - 3 p.p.m. miktarında minimum oranda erimiş oksijen

gereklidir. bunun altına düşünce su hayatı ve canlıların gelişmesi tehlikede demektir. Suya atılan organik ve kimyasal maddeler bu erimiş oksijeni tüketerek suyun oksijen dengesini altüst ederler.

Biyolojik oksijen isteği normal olarak mikroorganizmalar tarafından tüketilen oksijen miktarıdır. Fakat suda bulunan kükürt dioksit gibi maddeler oksijen tüketimini artırır, bu durumda bir düzeltme faktörü kullanılmalıdır. Biyolojik oksijen isteği 20 C°'de ve 5 günlük bir kuluçka devresinden sonra ölçülür; yalnız su, bakır iyonları, alkali, asit ve zehirli maddeler ihtiva etmemelidir; çünkü bunlar mikroorganizmaları tahrip ederler. Kimyasal oksijen isteğinin belirlenmesi ise 2 saat zaman alır. Ancak bazı firmalar K.O.I., B.O.I. ve toplam oksijen isteğini 2 dakika içinde ölçen aletler yapmışlardır. Toplam oksijen isteği genellikle kimyasal oksijen isteğine yakın bir değerdir.

Kirlenmeyi sayısal olarak belirlemek için yapılan ölçmeleri şu şekilde sıralayabiliriz: Kimyasal oksijen isteği, biyolojik oksijen isteği, süspansiyondaki kuru madde miktarı, pH, renk ve zehirlilik (toxicité).

Kirlenmeyi belirleyen en önemli etken, su içinde mevcut oksitlenebilen organik madde miktarıdır. O halde kimyasal oksijen isteğinin bir tarifini yaparsak: Bir artık suyu örneğinin organik madde kısmının kuvvetli bir kimyasal oksitleyici tarafından oksidasyonu sonucu harcanan oksijen ekivalanıdır. Belirlenmesi ise, alınan bir örnek, normalitesi belli ve belirli miktardaki potasyum bikromat ve sülfürik asit mevcudiyetinde kaynatılır. Kaynatmadan sonra potasyum bikromat fazlası demir sülfat çözeltisi ve amonyak ile titrasyona tabi tutulur. Oksidasyona uğrayan organik madde miktarı, tüketilen potasyum bikromat miktarı ile orantılıdır.

Biyolojik oksijen isteğinin belirlenmesi için bakteriler 5 günlük bir kuluçka devresine bırakılır ve 5 gün içinde, yaşamak için tükettikleri oksijen miktarı tayin edilir. Bu nedenle B.O.I.<sub>5</sub> şeklinde sembolize edilir. O halde biyolojik oksijen isteği: Bir artık suyunun mikroorganizmalarının 5 gün içinde, yaşamak için o suyun organik maddelerini assimile ederek tükettikleri oksijen miktarıdır.

Biyolojik oksijen isteğinin belirlenmesi şu şekilde olur: Artık suyu örneği, oksijenle doymun su ile seyreltilir, elde edilen karışım değişik mikroorganizma ile buluşturılır (lâğim suyu gibi). Şişeler içersine yerleştirilerek ağzıkları iyice kapanır ve oda sıcaklığında, karanlıkta 5 gün bekletilir. Bu arada hiç bir hava kabarcığının

sıkışıp kalmaması sağlanır. Önce başlangıçtaki erimiş oksijen miktarı ölçülür, sonra 5 gün sonundaki erimiş oksijen miktarı ölçülür, aradaki fark Biyolojik Oksijen İstegidir.

Sudaki erimiş oksijen miktarı ise WINKLER yöntemine göre ve bir gümüş - platin elektrodu yardımıyla ölçülür (Beckman aleti). Aletin ayarlanması oksijence doymuş bir suya göre yapılır (2 saat süre ile dinlendirilmiş musluk suyu gibi).

Organik maddeler büyük ölçüde esas kirlenme kaynağıdır. Sudaki erimiş oksijeni kullandıklarından, suda yaşayan canlılar kendi yaşamları için gerekli oksijeni bulamazlar ve ölmeye başlarlar. Kirlenmeyi azaltmak veya yoketmek için bu maddeleri azaltmak veya yoketmek zorunludur. Mikroorganizmalar organik maddeleri ayrışmaya uğrattılar ve yokederler; zaten doğadaki denge bu şekilde sağlanır. Bu nedenle mikroorganizmaların yaşamındaki görevi son derece önemlidir. Ancak mikroorganizmaların bu faaliyeti, su içinde yeteri kadar havalandırma ve oksijen bulunduğu oranda aktif olabilmektedir. Mikroorganizmalar yaşamları yönünden aerobik ve anaerobik olabilirler, yani oksijene gereksinim duyanlar ve duymayanlar. İşte yukarıda belirttiğimiz nedenlerdir ki arıtmanın amacı su içinde bulunan organik madde miktarını minimuma indirmektir. Oysa mineral maddeler önemli bir kirlenme kaynağı değildirler, bu maddeler yüksek konsantrasyonda buldukları ve zehirli oldukları zaman zararlıdır. Ekonomik olduğu zaman geri kazanma işlemine tabi tutulabilirler.

Kuru madde miktarı 10 cc.'lik artık suyu üzerinde, önce 37 C°'de sonra 105 C°'lik etüvde tam kuru hale gelinceye kadar kurutularak ve g/1 cinsinden belirlenir.

Süspansiyondaki madde miktarı ise 100 cc.'lik artık suyu 15 dakika süre ile, 5000 devir/dak.'lık santrifüj yardımıyla elde edilen katı madde kurutulup tartılarak belirlenir.

Mineral madde miktarı ise 800 C°'de 4 saat süre ile yakılarak elde edilir.

Yukarıda belirtilen ölçmelerden en önemlileri kuşkusuz K.O.I. ve B.O.I.'dir. Bu nedenle kirlenmenin vergilendirilmesi bu değerler üzerinden yapılmaktadır. Örneğin Fransa'da vergilendirme aşağıdaki formüle göre yapılmaktadır:

$$\frac{K.O.I. + 2 \times B.O.I.}{5}$$

## 2. Kirlenme ve Ekonomi

Kirlenmeyi ortadan kaldırmak ve önlemek için ekonomik çalışmayı sağlayan üç noktaya değinilebilir:

### a) Kirlenmeyi Azaltıcı Önlemler

Bir arıtma tesisinin maliyeti kirlenmenin miktarı ve tabiatının yanında aşağıdaki faktörlerle yakından ilgilidir:

1) Değişik özelliklerdeki artık sularının karıştırılması genellikle daha büyük tesisleri gerektirir.

2) Buna karşılık, bazı artık sularının karıştırılması karşılıklı zararları azaltabilir veya ortadan kaldırılabılır.

3) Belirli miktardaki kirlenmenin ortadan kaldırılmasında masraf, artık sularının seyreltilmesi veya seyreltik olduğu oranda artar.

4) Bazı özel işlemler arıtma tesisinin boyutlarının önemli oranda azaltılmasını sağlayabilir.

5) Su tüketiminin azaltılması ve suyun müteaddit kullanımı artık sularının hacimca azalmasını sağlar.

6) Söz konusu kirlenmenin ve değişikliklerinin iyi tanınması ekonomik, etkili ve emin bir tesis kurulması için zorunludur.

7) Fabrikasyon yönteminin başlangıçta, en az kirlenme ve arıtmaya uygun olanının seçilmesi gereklidir. Çağımızda "İlimli Teknik" dediğimiz tekniklerin seçimi ve araştırılması bir gereksinim olmuştur. Örnek olarak kâğıt endüstrisinde değişik yöntemlerin kirlenme yönünden ne denli farklı olduklarını göstermek için aşağıdaki tabloyu sunuyoruz. Görüldüğü gibi kraft yöntemi ile bisülfite yöntemi arasındaki kirlenme farkı 10 kattır. Sülfite kâğıt hamuru fabrikası bir ton selüloz üretimi için şehir nüfusu olarak 3000 - 4000 kişiye eşdeğer bir kirlenme yapmakta, oysa kraft kâğıt hamuru fabrikası 200 - 300 kişiye eşdeğer bir kirlenme yapmaktadır.

TABLO  
Kâğıt Endüstrisinde Çeşitli Yöntem ve İşlemlerin Kirlenme Miktarları

Kirlenme Kaynağı	Şehir nüfusu olarak kirlenme eşdeğeri (1 ton selüloz üretimi için)	Süspansiyondaki katı madde miktarı (kg/ton)
Bisülfite kâğıt hamuru Fab.	3000 - 4000	18 - 25
Kraft kâğıt hamuru Fab.	200 - 300	20 - 30
Mekanik öğütme hamuru	100 - 130	35 - 45
Abrastur tesisi	100 - 200	18 - 25
Kâğıt fabrikası	10 - 100	50 - 70

### b) Arıtma

Bir kirlenme sorununun çözümü genellikle karmaşıktır, bu durum özellikle arıtmanın fabrikasyondan ayrılmadığı endüstrilerde daha geçerlidir. Arıtma pahalı bir işlemdir, çünkü üretken olmayan faaliyetlerdir. Bu nedenle yapılacak yatırım, işletme ve bakım gibi işlerde en fazla ekonomik olan yöntemleri seçmek gereklidir. Bu sonuca varmak için ise en fazla denenmiş ve iyi sonuçlar vermiş yöntemlerin kullanılması en

uygun yoldur. Ne var ki çok az masrafla çalışan ve her bakımdan memnuniyet verici mucizevî bir yöntem henüz bulunamamıştır. Üstelik kirlenmenin şekil değiştirmesinden titizlikle kaçınmak gerekir; özellikle sıvı kirlenmenin gaz kirlenmesine dönüştürülmesi gibi. Bu durumlar uzun sürede yeni sorunların ortaya çıkmasına neden olacaktır. Arıtma için gerek yalnız bir, gerekse birleşik olarak birkaç yöntem birlikte kullanılabilir. Ancak her durumda değişik çözüm yollarının ekonomik optimizasyonunun belirlenmesi uygun olur.

### c) Değerlendirme

Artık suları genellikle fabrikasyon zincirine giren maddeleri içerirler ve bu maddeler yapılarına, ayrılma kolaylığına göre bazan küçümsemeyecek değerlere sahiptirler. Bu durumda arıtma sırasında bu maddelerin geri kazanılmaları düşünülmelidir. Bu gibi ürünlerin değerlendirilmeleri fabrikasyon zincirine yeniden katılmaları ile sağlanabilir. Böylece değerlendirme arıtma işleminin maliyetini önemli oranda düşürür, hatta bazı durumlarda rantabl tesislerin kurulması bile mümkündür.

### 3. Artık Sularının Arıtılma Yöntemleri

Artık sularının arıtılma yöntemlerinden belli başlılarını özelliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz:

#### 1. Fiziko-Kimyasal Yöntemler.

a) Flokülasyon (Yumaklanma)

b) Süzme (Filtrasyon)

c) Yerçekimi Dekantasyonu (Graviter dekantasyon)

d) Santrifüjleme ile dekantasyon

e) Yüzdürme (Flottasyon); Aeroflottasyon, Elektrofloccasyon

#### 2. Biyolojik Arıtma

a) Aktif çamurlar yardımıyla biyolojik arıtma

b) Bakteri yatakları yardımıyla biyolojik arıtma

#### 3. Buharlaştırma Yoluyla Arıtma

### 1. Fiziko-Kimyasal Yöntemler

Kirlenmenin önemli bir kısmı genellikle süspansiyondaki maddelerden ileri gelmektedir. Eriyebilen ve oksitlenebilir maddeler biyolojik faaliyetler sonucu erimeyen çamurlar haline dönüşürler. Bu durumda sıvı-katı fazlarının birbirlerinden ayrılması hemen bütün artık suları için bir sorun olmaktadır. Ayrım fiziksel yöntemler yardımıyla yapılmaktadır, bunları sırasıyla aşağıda belirteceğiz.

### a) Flokülasyon (Yumaklanma)

Flokülasyonun amacı, erimeyen parçacıkların süzülmelerini, dekantasyon hızlarını ve gaz kabarcıklarını tesbit etme özelliklerini (floccasyon) artıracak şekilde biraraya toplamaktır. Böylece küçük parçacıklar iri parçalar halinde biraraya gelmiş olurlar, dolayısıyla süzülmeleri ve ayrılmaları kolaylaşır. Genellikle kullanılan flokülasyon maddeleri şunlardır: Mineral flokülantlar; alüminyum tuzları (alüminyum sülfat, sodyum alüminat), demir tuzları (demir klorür, demir 2 - 3 sülfat). Organik flokülantlar: Doğal olanlar; nişasta, karboksimetilselüloz, jelâtin ve aljinat. Yapay olanlar: Anyonik, katyonik ve iyonik olmayanlardır. Bunlardan poliakrilamid, polietilenimin gibi polimerleri sayabiliriz. Yapay olanlar arasında polielektrolitler önemli bir yer tutarlar. Flokülant madde seçimi çok önemlidir; başarı bir çok etkene bağlıdır: pH, dozaj, karıştırma sırası, karıştırma koşulları vs. Bu yeterli tecrübe gerektiren bir işlemdir. Bir flokülasyon tesisi; çözelti hazırlama ve stok kapları, dozaj araçları, reaktiflerin karıştırıldığı flokülasyon aygıtı gibi kısımlardan oluşur.

### b) Süzme (Filtrasyon)

Çok sayıda süzgeç çeşidi vardır, bu tipler elle çalışan, yarı otomatik veya otomatik olabilirler. Her süzgeç tipinin kendine has uygulama alanı vardır. Etkililik ve süzülen maddenin konsantrasyonu bir tipten diğerine değişir. Genellikle yapışkan ve erimeyen maddelerin süzülmesi tavsiye edilmemektedir. Kumlu süzgeçler iyi bir etkililiğe sahiptirler; sakıncaları çok az konsantrasyon çamur vermeleridir ve bu çamur sonradan başka bir işlem gerektirmektedir. Elekli süzgeçler tamburlu, bantlı veya baskılı olabilirler, daha kıvamlı çamur verirler. Süzgeçlerin zayıf berraklaştırma kapasiteleri çamurların muamelesinde kullanılmalarını sınırlar.

### c) Graviter Dekantasyon

(Yerçekimi Yardımıyla Çökeltme)

Dekantasyon süzme ile birlikte süspansiyondaki çözünmeyen maddeleri ayırmak için kullanılır, en eski yöntemlerdendir. Dekantasyon sıvı faz içinde, aşağıya doğru (ağır parçacıklar hali), veya yukarıya doğru (hafif parçacıklar hali) olabilir.

Dekantasyon hızı aşağıdaki etkenlere bağlıdır:

— Çözünmeyen parçacıkların yoğunluğu sıvı fazın yoğunluğundan farklılaştıkça dekantasyon hızı artar.

- Parçacıkların boyutları arttıkça hız artar.
- Sıvı ortamın kıvamlılığı azaldıkça dekantasyon hızı artar.

Sonuç olarak denebilir ki yoğunluğu ortamın yoğunluğuna yakın olan küçük parçacıkların, kıvamlı bir ortamda dekantasyon ile ayrılmaları mümkün değildir. Dekantasyon hızı uygun ve yeterli olduğu zaman şu avantajları sağlar: Uygun bir maliyet, çok az enerji tüketimi. Buna karşın az yoğun bir çamur verir ve bu çamur daha sonra ikinci bir işlemi gerektirir (kıvamlaştırma).

Çeşitli tipte dekantörler vardır. Şekil yönünden silindirik, dairesel, dikdörtgen vs. olabilir. Yapı malzemesi olarak çelik veya betondan yapılabilirler. Yüzey alanları 10 ile 300 m<sup>2</sup> arasında değişebilir.

#### d) Santrifüjleme ile Dekantasyon

Santrifüjleme ile dekantasyon hızlandırılmış dekantasyondur, ancak burada yerçekimi yerine santrifüj kuvveti kullanılır. Dekantasyon hızı devir sayısıyla orantılıdır. Santrifüjli dekantörler eşit iş kapasitesi halinde, graviter dekantörlerden 200 ile 5000 kat daha az sorun yaratırlar. Ayrılmış çamurların konsantrasyonunu net olarak artırır. Buna karşın bakımları daha pahalı, enerji tüketimi yüksek ve genellikle kötü berraklaştırıcılar.

Graviter dekantörler gibi parçacıkların yoğunluğu ortamın yoğunluğuna yakın olunca daha az etkilidirler. Parçacıkların büyüklüğü azaldıkça ve ortamın kıvamlılığı arttıkça etkililik azalır. Bu özellikleri nedeniyle, bu tip dekantörler, artık sularını arıtmadan ziyade çamurların konsantrasyonunu artırmada kullanılırlar.

#### e) Yüzdürme (Flottasyon)

Flottasyon, yerçekimi yardımıyla, çözünmeyen maddelerin ayırımı ilkesidir ki bu çözünmeyen maddeler zayıf çaplı gaz kabarcıklarına tesbit olma özelliğine sahiptirler. Gaz kabarcıkları böylece parçacıkların ortamdaki daha az yoğun olmalarını sağlarlar. Bu nedenle parçacıklar yüzeye doğru sürüklenirler ve oradan mekanik olarak veya aspirasyon yoluyla alınır. Flottasyon yönteminin avantajları şöyle sıralanabilir:

- Çözünmeyen parçacıklar suya yakın ve hafif olduğu zaman dekantasyondan çok daha etkilidir.
- Süzgeçlerde olduğu gibi yapışma ve tıkanma tehlikesi yoktur.
- Elde edilen çamurların konsantrasyonu yüksektir.
- Az oranda çalışma arızaları olur.

Flottasyon, aeroflottasyon ve elektroflottasyon olmak üzere ikiye ayrılır:

**Aeroflottasyon:** Gaz kabarcıkları basınç altında ve gazca doymuş suyun serbest bırakılmasıyla sağlanır. Kullanılan gaz havadır ve sistem üç kısımdan oluşur:

- Yüksek basınç pompası:** Suyun devrini ve basınç sağlar, aynı zamanda havanın hidrodinamik kompresyonunu yapar.
- Eritici kompresör:** Çevre havasını emer ve su içinde kompresyonunu sağlar.
- Kabarcık jeneratörü:** Bu jeneratör 50 mikron çapında ve homojen hava kabarcıkları oluşturur.

**Elektroflottasyon:** Gaz kabarcıkları suyun elektrolizi yardımıyla sağlanır. Elektroliz 10 voltluk düşük gerilimli akımla beslenen elektrotlar yardımıyla yapılır. Bu şekilde elde edilen kabarcıklar çok düşük çaplıdır ve üstün arıtma etkililiği gösterirler. Flottasyon hücresinin gerekli aletleri şunlardır: Aşınmaz ve esası titan olan, paslanmaz polipropilenden yapılmış bir elektrot, alçak gerilimli akımla çalışan bir jeneratör grubu.

Elektroflottasyon, aeroflottasyonun avantajlarını sağlar, üstelik sessiz çalışır.

#### 2. Biyolojik Arıtma

Uygulanması yaygın olan bir arıtma yöntemidir. İke, denizleri ve ırmakları kirleten kirlenici maddelerin başıboş salınmadan, belirli bir yerde toplanarak biyokimyasal aşınmasının daha hızlı ve kontrollü bir şekilde yapılmasıdır. Biyolojik arıtma kirlenmenin biyolojik aşınmaya elverişli kısmını ilgilendirir. Bu kısım zaten kirlenme ortamında en büyük zarara neden olur. Çünkü su içinde bulunan erimiş oksijen organik maddeleri içeren, endüstriyel ve şehir artık suları tarafından tüketilir. Ve böylece ortamda mevcut canlıların oksijensiz kalmalarına neden olurlar.

#### a) Aktif Çamurlar Yardımıyla Biyolojik Arıtma

Mikroorganizmalar, organik kolloidler ve suda erimiş maddeleri absorbe ederek beslenirler. Ancak bu faaliyet için yeterli oranda oksijene gereksinim duyarlar. Aktif çamurlar yardımıyla biyolojik arıtmada oksijen yoğun bir şekilde, havalandırıcı denen türbünler, dönerli sistemler ve difüzyon tüpleri yardımıyla yapay bir şekilde suya verilir. Sistem, içerisinde pH, ısı ve diğer faktörler önceden ayarlanmış bir hazırlama havuzundan ve bir havalandırıcıdan oluşur. Havalandırıcının sağladığı oksijenden yararlanarak mikroorganizmalar artık suyunda bulunan organik besin maddelerini hallederler.

Doğru ve iyi seçilmiş koşullar altında mikroorganizmalar biraraya birikerek iri taneler oluştururlar. Bu taneler havalandırma tertibatları yardımıyla süspansiyonda tutulurlar. Aktif çamurlar dekantörde kolaylıkla ayrılmak avantajına sahiptirler. Ayırıcılardan geçtikten sonra arıtılmış ve berrak bir su elde etmek mümkündür.

#### b) Bakteri Yatakları Yardımıyla Biyolojik Arıtma

İlke, mikroorganizmaların yüzeyinde geliştiği, materyal istifleri üzerine atılacak suların yağmurlama şeklinde yayılmasıdır. Su akarken mikroorganizmaların bir kısmını da sürükler ve böylece arınma, arıtma hücrenin dışında da bir süre devam eder. Yöntemin kusuru çamurların yapışmasıdır. Bunun için plastik yataklar kullanılarak yapışmayı azaltmak, daha yüksek özel yüzey, düzenli sulama ve düzenli hava akımı sağlamak mümkündür. Plastik bakteri yatakları ve aktif çamurlar yardımıyla biyolojik arıtma yöntemleri endüstriyel ve şehir artık sularının arıtılmasında birlikte kullanılabilirler.

### 3. Buharlaştırma Yoluyla Arıtma

Bu teknikle artık sularının tamamı zayıf bir hacim elde edilinceye kadar buharlaştırılır (% 70'e kadar konsantrasyon). Yöntem ayrılacak maddenin suya oranla ya çok uçucu veya az uçucu olması halinde uygulanır. Böylece su, kirletici maddelerden arınmış olmaktadır. Geriye kalan kısım duruma göre, kirli artık kısım, distillenmiş ya da tortu kısmı olabilir.

Arıtma yöntünden son derece yüksek bir etkililiğe sahiptir ve sonunda süspansiyondaki

maddeler bütünüyle ayrılmış olurlar. Ancak buharlaştırma maliyetinin yüksekliği nedeniyle uygulanması sınırlıdır. Genellikle aşağıdaki hal-lerde uygulanır:

- a) Kirli suların çok yoğun olduğu artık suları.
- b) Tehlikeli olmaları nedeniyle (zehirli, radyoaktif maddeler) arınma yüzdesi çok yüksek olması gereken artık suları.
- c) Artık suları içinde bulunan bazı maddeler ekonomik bir değerde ve değerlendirmeye uygun ise (mineral tuzlar, asitler, bazlar ve bazı organik maddeler gibi). Buharlaştırma için, kullanış yeri ve ekonomik duruma göre çeşitli tip buharlaştırıcılar (evaporatörler) kullanılmaktadır.

### SONUÇ

Yukarıda çeşitli arıtma yöntemlerini ve belli başlı özelliklerini ana çizgileriyle belirttik. Şunu kesinlikle belirtmek yerinde olacaktır: Endüstriyel ve şehir artık suları hiç bir işleme uğramaksızın denizlere ve akarsulara bırakılmamalıdır. Mutlaka arıtma işleminden geçirilmeleri zorunludur. Bu, kirli suların yoğun olduğu çağımızda, gerek suda yaşayan ve insanlar için gerekli olan faunanın yaşamı, gerekse insan ve çevresinin sağlığı için zorunludur. Bugünkü kirli suların yoğunluğu karşısında, ki giderek daha da artacaktır, bunların yapılması kaçınılmaz bir görevdir. Kuruluşlar bu yönde istekli ve fedakâr davranmalı, devlet ise zorlayıcı ve yardımcı görevini yerine getirmelidir; zaten getirmek zorunda kalacaktır, meğer ki kayıplar büyük ve biraz da geç kalınmış olsun.

● **Zamanımızın sorunu: özgürlük ve planlamadır.**

Carl Friedrich von WAIZACKER

● **Eski düşünürlerin tümü, eylemleriyle yüceliğe ulaştılar.**

BHACAVADGITA (Uluların Şarkısı)

● **Hatanın en büyüğü, hatalı olduğunu bilip te onu defetmenin çaresine başvurmamaktır.**

KONFUZİUS

● **Tutku olmadan büyük işler başarılmaz.**

HEGEL

● **Tüm dünyayı mutlu kılma çabası, tek mutluluğa engel olan çabadır.**

Wilhelm RAABE