

## **PAKET ARITMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN ARITMA PROSESLERİ ve YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

Osman YILDIZ	Reşit GERGER	Cumali KINACI	M.İrfan YEŞİLNACAR
Arş.Gör	Yrd.Doç.Dr.	Doç.Dr.	Öğr.Gör.
HR.Ü.	HR.Ü.	İ.T.Ü.	HR.Ü.
Şanlıurfa	Şanlıurfa	İstanbul	Şanlıurfa

### **ÖZET**

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, doğal kaynakların daha fazla kullanılmasına, kentleşmenin ve endüstrileşmenin hızla artmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak, kanalizasyon ağı olmayan veya yetersiz kalan bölgelerde kurulan yeni kentler ve endüstrilerin atıkları ileri boyutta çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu olguyu ülkemizde de en çarpıcı şekilde görmekteyiz. Meydana gelen bu olumsuzlukların etkilerini azaltmak için evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların doğaya verilmeden önce arıtılması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli arıtma prosesleri geliştirilmiştir. Özellikle organik madde içeren atıksular için birçok farklı özellikte biyolojik arıtma yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemler içerisinde paket arıtma sistemleri, nüfusu 0-1000 kişi arasında olan küçük yerleşim alanı, kamp, turistik tesis, site, tatil köyleri ile eşdeğer nüfusu, bu değerlere yakın olan endüstri tesislerinin atıksularının arıtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

### **1.GİRİŞ**

Paket Arıtma Sistemleri, isminden de anlaşılacağı gibi az yer kaplayan bir arıtma tesisi olup, ticari olarak hazır şekilde satılmaktadır. Nüfus artışının giderek daha da hız kazandığı dünyamız da az yer kaplaması, hatta yeraltına gömülü olarak yerleştirilebilmesi, inşasının kolay olması, kısa sürede işletmeye alınabilmesi, koku, gürültü ve benzeri sağlık ve çevre koşullarını olumsuz etkileyen faktörlerin bir dereceye kadar ortadan kaldırılmasının mümkün olması, bu sistemlerin başlıca tercih edilme nedenlerindedir. Genellikle biyolojik arıtma yapılan bu sistemlerde, son yıllarda Fiziksel - Kimyasal, Damlatmalı Filtre ve Biyodisk Arıtma Prosesleri de eklenmiştir. Kolay montaj edilebilmeleri, yüksek arıtma verimlerine ulaşılabilmesi, düşük enerji ve personel giderleri, atıksuyun tekrar kullanılabilirliği, sistemin avantajlarından bazılarıdır. Paket Arıtma Sistemleri, acil arıtma ihtiyaçları için geçici olarak ve belli bir süre kullanılabilir. Paket tesisler, mekanik arıtma, biyolojik arıtma ve dezenfeksiyonu seri olarak gerçekleştirir.

### **1.1. Paket Arıtma Sistemlerinde Uygulanan Prosesler**

Paket Arıtma Sistemlerinde en çok kullanılan arıtma prosesleri şunlardır ;

- 1) Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur (ençok kullanılan)
- 2) Kontakt Stabilizasyon,
- 3) Döner Biyodiskler
- 4) Oksidasyon Hendeği
- 5) Saf Oksijen Sistemli Aktif Çamur

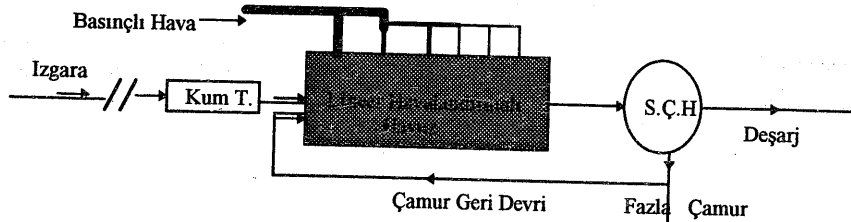
#### **1.1.1. Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur**

Kanalizasyonu olmayan küçük yerleşim bölgelerinde yağın olarak kullanılan sistemin çalışma mekanizması, bakterilerin çoğalması devresinde kendi iç solunum ve büyümeleri safhasından ibarettir. Bu çoğalma, BOI değerinin organizmaların kısmen self oksidasyona maruz kalmalarına neden olacak şekilde düşük olduğu zaman olur. Organik madde konsantrasyonu mikroorganizmalara oranla daha düşüktür. Çamurun uzun süre beklemesi daha çok uçucu katı maddelerin oksidasyonuna yolaça-cağından, atık çamur üretimi nisbeten düşüktür. Havalandırma tankındaki askıda katı madde oranı, 3000 ile 6000 mg/lt arasında değişir. Havalandırma tankında bekletme süresi ortalama olarak 24 saat civarında kabul edilebilir, ancak soğuk havalarda bu kadar uzun bekleme sonucu, atıksuyun sıcaklığının 5 °C'ye kadar düştüğü görülür. Bu da bakterilerin faaliyetini yavaşlatır (Şekil 1.1.).

Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemlerinde şu bölümler vardır; Izgara, kumtutucu, havalandırma tankı, çöktürme bölümü ve istenirse dezenfeksiyondur. Normal olarak aktif çamur sistemlerinde askıda katı madde içinde bulunmayan ağır katı daneciklerin süspansiyon içerisinde tutulabilmesi için, havalandırma tanklarında yeterli karışım sağlanmalıdır. Yani sistem için gerekli oksijen miktarı hariç, çökelmeyi önleyici yeterli karıştırmayı temin etmek için havalandırma haznesine, mekanik havalandırıcılar kullanılıyorsa 2 - 2.5 kw /100 m<sup>3</sup>, hava difüzörler ile (basıncılı havalandırma) tatbik ediliyorsa 1.8 m<sup>3</sup> hava/kw-saat 'lık bir enerji verilmelidir. Atıksu ile beraber gelen, uçucu olan ve fazla ayrılmayan fazla katı madde miktarı yaklaşık olarak 1m<sup>3</sup> evsel atıksu için 0.05 - 0.14 kg civarındadır. Oluşan fazla katı madde (aktif çamur) sistemden alınır ve uzaklaştırılır. Tercihen, bu fazla çamur için sistemde en az bir, mümkün ise iki haftalık miktarı tutacak kadar hacimde, ayrı bir çamur toplama haznesi yapılmalıdır. Bu bölüm, aynı zamanda çamurun ayrışmasını ve septik oluşumu önlemek için de havalandırılacağından, aynı zamanda bir aerobik çürütücü olarak görev yapar. Atıksu sıcaklığı 20 °C civarında olursa, bu aerobik çürütücüde 7 - 10 gün içinde aktif çamur prosesi sonunda meydana gelen iç solunum miktarına bağlı olarak, yaklaşık %30 'luk bir uçucu madde azalmasına neden olunur (Tablo 1.1.1.).

Stabilize olmuş katı maddeler daha sonra araziye deşarj edilmek için kum tabakalarında (Çamur kurutma yatakları) bekletilerek su muhtevaları azaltılır. Büyük arıtma tesislerinde, sudan ayırma işlemi mekanik olarak (pres filtre ile ) yapılır. Bu işlemlerin sonucunda ortaya çıkan katı atıklar tarımda gübre olarak kullanılabilir. Havalandırma prosesinin uzunluğu nedeniyle, tesise giren atıksudaki supstrat'ın tümünü aktif mikroorganizmalar giderecek ve ortamda fazla supstrat kalmadığı için içsel solunum tarzına geçeceklerdir. Bunun sonucunda da, stabil hale gelerek önemli bir sorun olan fazla

çamur miktarını azaltacaklardır. Dolayısı ile çamur uzaklaştırılması önemli bir sorun olmaktan çıkacaktır.



Şekil 1.1.1. Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemi Proses Akım Şeması

Tablo 1.1. 1. Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Sistemlerinin Genel Özellikleri

Konu	Açıklama
Akım modeli	Tam karışımly veya piston akımlı olabilir
Havalandırma	Blower veya mekanik karıştırıcı
BOI giderme verimi	%75 - %95 arasında
Kullanılma sahaları	Küçük yerleşim yerleri ve küçük debili endüstriler
İşletme	İşletilmesi kolay fakat işletme masrafı yüksek
Çamur yaşı	20 - 30 gün
F/M oranı	0.05 - 0.15 kgBOI <sub>5</sub> /kgUAKM.gün
Hacimsel yük	0.1 - 0.4 kgBOI <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /gün
H.Havuzunda AKM. Kons.	3000 - 6000 MLSS, mg/lt
Hidrolik bekleme süresi	18 - 36 saat
Geri devir oranı (Qr/Q)	0.75 - 1.5 lt/sn/lt/sn

Uzun havalandırma sistemlerinin avantajlarını şöyle özetleyebiliriz ;

a-) İyi işletildiği takdirde %95 'e varan bir arıtma verimi kolaylıkla sağlanabilir.  
b-) İşletmeye girme süresi diğer sistemlere oranla oldukça düşüktür.  
c-) İşletilmesi oldukça kolaydır. Siterlerde bu görevi bahçe görevlisi eğitilerek yapabilir. Bunun sonucunda arıtma tesisi için ayrıca bir kişinin görevlendirilmesine gerek yoktur.

d-) Bekletme süreleri oldukça uzun seçildiği için küçük debi değişimlerinden fazla etkilenmez

e-) Havalandırma havuzu prosesi içsel solunum fazında çalıştırıldığı için fazla çamur miktarı oldukça düşüktür. Bu fazla çamur kum yataklarına serilerek uzaklaştırılabileceği gibi çamur haznesinden vidanjörlerle alınarak merkezi çamur tasfiye ünitelerinde bertaraf edilebilir. Böylece çamur tasfiye masrafları oldukça düşecektir.

f-) Sistem özel işletme yapıları gerektirmediğinden projelendirme ve inşası kolaydır.

Uzun havalandırma havuzlarının muhtemel dezavantajlarını da şöyle özetleyebiliriz.

a-) Sistemin havalandırma havuzu hidrolik bekleme süresi uzun olduğu için hacimsel olarak diğer sistemlere oranla büyüktür. Bunun için uzun havalandırma sistemleri nüfusu küçük yerleşim yerleri için idealdir.

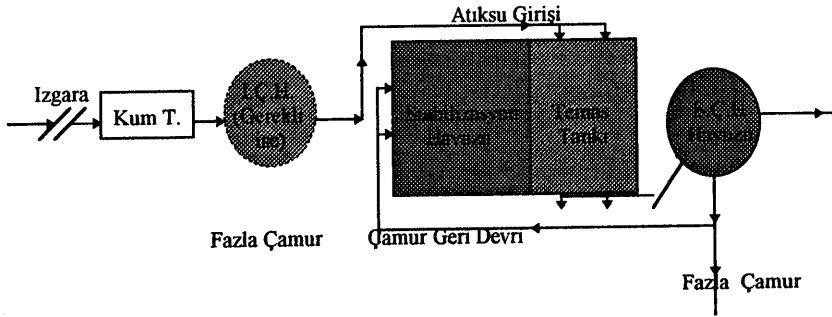
b-) Bu sistemlerde diğerlerine oranla, tesise giren kullanılmış suyun birimi başına çok fazla oksijene ihtiyaç göstermesi ve enerji yönünden işletme maliyetinin yüksek olmasıdır.

### 1.1.2. Kontakt Stabilizasyon

Kontakt stabilizasyon prosesi özellikle daha büyük kapasitedeki paket arıtma tesislerinin bir parçasıdır. Kontakt stabilizasyon prosesi, aktif çamurun absorblayıcı özelliğinden faydalanmak üzere geliştirilmiştir. Bazı durumlarda, ilk çöktürme tankı yapılmaz. Stabilizasyon tankındaki katı madde konsantrasyonunun, kontakt (Temas) tankındaki konsantrasyondan 2-3 misli fazla olması nedeniyle, doğru projelendirilmiş bir kontakt stabilizasyon tesisi havalandırma tankı hacminde azalma olabilir. Yine de paket arıtma sistemlerinde bu proses, stabilizeyi olumsuz etkiler ve istenen BOI ve askıda katı madde giderilmesi verimi de sağlamaz. BOI'nin askıda veya kolloid olması ve debinin yeterince üniform olması durumunda, kontakt stabilizasyon prosesi atık arıtımında en önemli prostedir (Şekil 1.1.2.).

BOI giderimi iki safhada olur. İlk aşama absorblamadır. Absorblama işlemi sırasında kolloid ve askıda çözülmüş organik maddelerin çoğu aktif çamur kütlesi içinde absorbe olur. İkinci adımda ise absorbe olan maddeler metabolik olarak asimile edilirler. Başlangıçta da anlatıldığı gibi, kontakt stabilizasyon prosesinin kontakt hazne-sindeki bekleme süresi 20 ile 40 dakika civarındadır. Askıda ve kolloid organik katı maddelerin bazıları stabilizasyon bölümünden gelen iyi okside olmuş çamur tarafından absorblanır. Bununla birlikte eğer kontakt tankındaki süre 1.5 - 2 saate yükselirse, son çöktürmeden sonraki atıkta fazla askıda katı madde olur ve çözülebilirlikteki azalma ile biyolojik aktivite, yüksek oranda aktif çamur prosesini başlatabilir veya bitirebilir.

Kontakt stabilizasyon prosesi yalnızca büyük ve üniform debi olması veya debinin dengelenmesinin mümkün olması durumlarında uygulanmalıdır. Genellikle temas haznesinin hacminin, 20 ile 40 dakikalık bir bekleme süresini sağlayacak kapasitede boyutlandırılması gerekir. Giriş debisinde bir dengeleme yapılmadan kullanılan kontakt stabilizasyon sistemlerinde, debinin  $200 \text{ m}^3/\text{gün}$  'den daha az olduğu küçük arıtma sistemlerinde deşarj standardının sağlanması ihtimali oldukça düşüktür (Tablo 1.1.2.).



Şekil 1.1.2. Kontakt Stabilizasyon Aktif Çamur Sistemi Akım Şeması

**Tablo 1.1.2. Kontakt Stabilizasyon Aktif Çamur Sistemi Genel Özellikleri**

Konu	Açıklama
Akım modeli	Piston akımlı
Havalandırma	Blower veya mekanik karıştırıcı
BOI <sub>5</sub> giderme verimi	%80 - %90
Kullanılma sahaları	Atıksu debisi dengelendirilmiş küçük ve orta büyüklükteki tesisler
İşletme	Havalandırmaya bağlı olarak son çöktürme havuzunda çökeltme problemi
Çamur yaşı	5 - 15 gün
F/M oranı	0.2 - 0.6 kgBOI <sub>5</sub> /kgUAKM <sup>c</sup> .gün
Hacimsel yük	1.0 - 1.2 kgBOI <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /gün
H. Havuzunda AKM <sup>d</sup> kons.	(1000 - 3000) <sup>a</sup> (4000 - 10000) <sup>b</sup> mg/lt
Hidrolik bekleme süresi	(0.5 - 1.0) <sup>a</sup> (3 - 6) <sup>b</sup> saat
Geri devir oranı	0.25 - 1.0 lt/sn/lt/sn

(a)Kontakt üniteler için.

(b)Katı maddelerin tam stabil hale geldiği sistemler için.

(c)UAKM=MLVSS=X

(d)AKM=MLSS=X'

Kontakt stabilizasyon sistemleri'nin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz ;

a-)İyi işletildiği zaman %90 'a varan bir arıtma verimi elde edilebilir.

b-)Diğer sistemlere göre karmaşık bir işletme metoduna sahip olduğu için bazen işletme güçlükleri olabilmektedir.

c-)Uzun havalandırma sistemlere göre daha az hacimlidirler. Bu da tesisin ilk yatırım maliyetinin düşük olduğunu göstermektedir.

d-)Yapılmış olan işletmelerde evsel atıksuların arıtılmasında çok başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

e-)Bekleme süresi küçük olduğu için, mevcut bir aktif çamur tesisinin kapa-sitesini, kontakt stabilizasyon usulüne çevirmek suretiyle iki katına çıkarmak mümkündür. Bu husus maliyet ve kapasite açısından çok önemli bir avantajdır.

Kontakt stabilizasyon sistemlerinin muhtemel dezavantajlarını ise şöyle özetleyebiliriz;

a-)Sisteme verilen atıksu debisinin dengelenmesi için bir dengeleme havuzunun yapılması zorunluluğu vardır

b-)Sistemin havalandırılması düzenli yapılamazsa son çöktürme havuzunda bir-takım çökeltme problemleri gözlenir.

c-)Gerek stabilizasyon ve gerekse temas safhalarında sistemin iyi çalışması için giriş, çıkış, karışım, havalandırma sistemlerinin iyi dizayn edilmesi gerekir

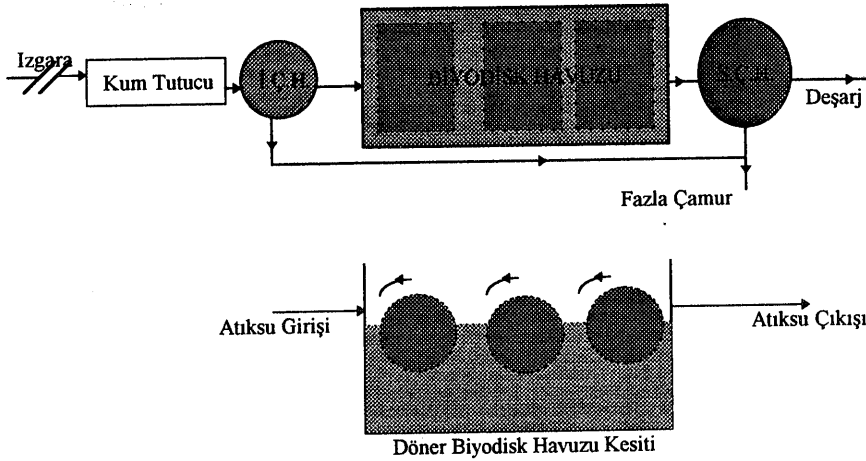
### **1.1.3. Döner Biyodiskler**

Döner biyodiskler sabit film tasfiye sistemleridir ve son yıllarda özellikle küçük prefabrik arıtma tesislerinde kullanılmaktadır. Plastik malzemeden yapılan diskler, mikroorganizmaların tutunduğu ve geliştiği ortamı oluştururlar. Reaktörlerde yüksek yoğunluklu polietilen levhalar kullanılmaktadır (Şekil 1.1.3.).

Biyodisklerin %40'ı atık içinde kalacak şekilde yatay şaft havuz kenarlarına irtibatlandırılır. Düşey disk levhaların arasına atıksu ve hava girebilecek şekilde aralık verilir. Dönerken disk üzerinden bir kısım atıksu damlayarak havalanırken bir kısım atıksu yüzeyden oksijen alır. Reaktörün dönme hızı ise 1-2 devir/dakikadır. Dönme esnasında disklere tutunmuş biyokütlenin bir kısmı atık içinden geçerken plastik ortamdan ayrılır. Bu durum disklerin arasının tıkanmasını önler. Bu sebepten diskler üzerinde yaklaşık olarak sabit biyofilm bulunur. Levhalardan ayrılan biyokütle, son çöktürme havuzuna gidinceye kadar, levhaların karıştırma etkisi ile askıda katı madde halinde kalır ve son çöktürme havuzunda sistemden uzaklaştırılır. Tesis işletmeye alındığından yaklaşık 1 ile 2 hafta sonra levhalar üzerinde yaklaşık 15-30 mm kalınlığında biyokütle birikebilir. Bu biyokütlenin katı madde yoğunluğu yaklaşık 50000 mg/lt dir (Tablo 1.1.3).

Ön tasfiye ihtiyacı ise, Diğer biyolojik proseslerde olduğu gibi biyolojik disk reaktörlerinde de askıda katı maddeler giderilir. Bu reaktörler ön tasfiye (ızgara, kum tutucu, ön çöktürme) ünitelerinden sonra yerleştirilir. Şayet çökebilen katı maddeler daha evvel atıktan ayrılmazsa dönen levhaların bulunduğu tankın tabanına çökerek hem tesisin verimini azaltırlar ve hemde disklerin dönmesini zorlaştırırlar. Hatta şartlar daha da kötüleşirse anaerobik şartlar da gözlenebilir. Bundan dolayı çöktürme ünitelerinin en uygun şekilde çalıştırılması gerekir.

Bu reaktörlerde giriş şartlarının etkisi çok azdır. Reaktörlerin dönme hızları ve havuz içindeki bölgesel türbülans hızları, havuzdaki yatay akış hızına göre çok fazla olduğundan havuzlarda hemen hemen tam karışım meydana gelir ve bu sebepten giriş ve çıkışta akımdaki dalgalanmaların tesisin verimine etkisi ihmal edilebilecek seviyededir.



Şekil 1.1.3. Döner Biyodisklerin Akım Diyagramı

**Tablo 1.1.3. Döner Biyodisklerin Genel Özellikleri**

Konu	Açıklama
Akım modeli	Piston Akımlı Tam karışımı
Havalandırma	Disklerin dönmesi ile ve suyun hava ile teması ile
BOI <sub>5</sub> giderme verimi	%85 - %90
Disk alanı	1m <sup>2</sup> disk alanında günde 0.01 - 0.03 kg BOI <sub>5</sub> giderilir.
Enerji ihtiyacı	0.4 kw/ kgBOI <sub>5</sub>
Bekletme süresi	Her bir ünite için 0.5 -3 saat arasında değişir
Hidrolik yük	0.08 - 0.16 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .gün

Döner biyodisklerin avantajlarını şunlardır:

- a-)Düşük akım ihtiyacı
- b-)Az enerji tüketimi
- c-)Yok denecek kadar koku ve böcek
- d-)Çok az gürültülü olması

Döner biyodisklerin muhtemel dezavantajlarında şunlardır:

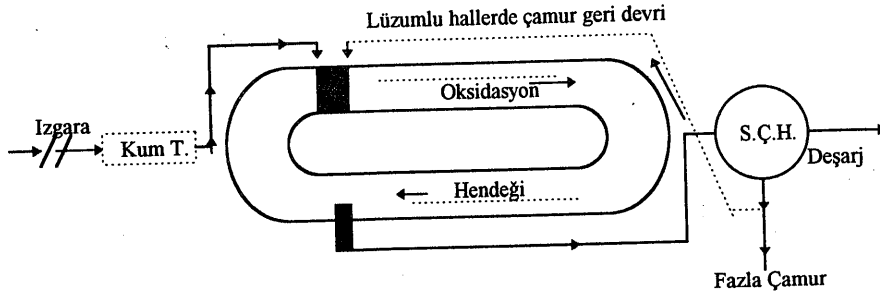
- a-)Rüzgar ve yağmur gibi dış etkilere karşı sistemi korumak için sistemin üzeri örtülmelidir. Bu da ek yatırımları gerektireceğinden maliyeti artar.
- b-)Fazla alan kaplar.

#### **1.1.4. Oksidasyon Hendekleri**

Küçük yerleşimler için geliştirilen oksidasyon hendekleri, temelde bir uzun havalandırma işlemi olup çamurun stabil hale getirilmesi prensibi ile çalıştırılır. Bu tip, yetişmiş personele ihtiyaç hissettirmeyen, gelen pis suyu, olduğu gibi kabul edebilen; çökeltme, havalandırma, dinlendirme bölümleri bir arada olan , çürütme bölümlerini kapsamayan, bir hendek ve buna hava katan çubuklu bir çarktan oluşan bir tiptir. Oksidasyon hendekleri 5000 eşdeğer nüfusa kadar verimli ve ekonomik bir sistemdir.

Oksidasyon hendeklerinin çalışması ise şöyle özetlenebilir; pis su oksidasyon hendeği içine doldurularak suya kısmen batmış durumda dönen bir çark tarafından yatay olarak hareket halinde tutulurken, havadaki oksijeninde uzun bir havalandırma süresince atıksu içerisine difüzyonu ile oluşan aktif çamurun taze pis su ile karışım ve dolaşımı ve çamurun mineralize edilmesi ile arıtma sağlanmaktadır. Bu arada meydana gelen fazla çamur o derece oksitlenmiş olur ki, herhangi bir başka işleme tabi tutulmadan kurutulmaya terk edildiğinde, koku yaymadan suyunu salıverir ve kurutulabilir hale dönüşür. Çark dönerken pis suyun bir yandan çamur parçaları ile karışımı sağlandığı gibi yatay akıma 30 cm/sn 'lik bir hız verir ve bu suretle askıdaki çamur parçalarına azami derecede oksijen sağlanmış olunur. Çarkın üçüncü görevi de büyük yumakları parçalayarak, daha küçük daha yoğun parçalar haline getirmektir.

Oksidasyon hendeklerindeki havalandırma süresinin ve çamur yaşının yüksek olması ve ortamda mevcut bulunan oksijenin yeterli olmasından dolayı genellikle nitrifikasyon olmaktadır. Atıksu-çamur karışımının birbirini izleyen havalandırma bölümlerine geçişinin aralıklı olmasından dolayı denitrifikasyon da gerçekleşebilir. Bunun için son çıkış suyunda (nitrat olarak) azot konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmak için bir havalandırıcının kapatılması gerekebilir (Şekil 1.1.4).



Şekil 1.1.4. Oksidasyon Hendeği Akım Şeması

Sistemin başlıca avantajları şunlardır;

- a-) Evsel atıksuların arıtılmasında %98 gibi çok yüksek bir arıtma verimi sağlanabilmektedir.
- b-) Arıtma tesisi karmaşık prosese sahip olmadığından işletilmesi kolaydır.
- c-) İşletme maliyeti düşük ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- d-) Oksidasyon hendekleri bekleme sürelerinin çok fazla olmasından dolayı kapladıkları alan fazladır.
- e-) Havalandırma süresi iyi ayarlandığı takdirde amonyum giderme verimi %90 gibi yüksek bir değere ulaşabilir.

Sistemin başlıca dezavantajları ise şunlardır;

- a-) Tesisin inşa masrafları bekleme süresinin uzun olmasından dolayı fazladır. Buna paralel olarak tesis alanı da diğer sistemlere göre fazladır.
- b-) Havalandırma süresi iyi ayarlanmadığı takdirde denitrifikasyon reaksiyonları başlar, bu da sistemdeki azot bileşiklerinin ve amonyumun sistemden nitrat olarak atılmasına sebep olur. Bu da çok sakıncalı bir durumdur (Tablo 1.1.4).

Tablo 1.1.4. Oksidasyon Hendeği İle İlgili Genel Hususlar

Konu	Açıklama
Akım modeli	Piston akımlı
Havalandırma	Kessener fırçası
BOI giderme verimi	%95 - %98
Kullanılma sahaları	Küçük yerleşim yerleri (Nüfusu 5000 'e kadar)
Çamur yaşı	20 - 30 gün
F/M oranı	0.05 - 0.15 kgBOI <sub>5</sub> /kgUAKM.gün
Hacimsel yük	0.21 kg BOI <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> hendek hacmi /gün
H. Havuzunda AKM konsantrasyonu	2000 - 6000 MLSS, mg/lt
Hidrolik bekleme süresi	12 - 96 (ideali 24) saat
Çamur geri devir oranı	0.25 - 0.75
Amonyak NH <sub>4</sub> giderimi	% 90
Yatay su hızı	0.3 m/sn
Ortalama derinlik	1 - 1.5 m
Yön verme çapı	D=5.0 m
Hendek su yüzeyi genişliği	3 - 5 m
Hendek uzunluğu/ hendek genişliği oranı	25 / 1
Şev eğimi	1/1.5



### 1.1.5. Saf Oksijen Sistemleri

Yüksek BOI içeren atıksulardan BOI giderilmesinde oksijen sınırlamalarını önlemek için oksijenle zenginleştirilmiş hava ya da saf oksijen kullanılır. Ayrıca sistem çok basamaklı seri reaktörler sistemi halinde işletilerek hidrolik alıkonma süresi düşürülebilir. Bu sistem, Union Carbide tarafından geliştirilmiş olup Unox prosesi adıyla bilinir. Bu usul tatbik edilirken, havalandırma havuzlarının üstü örtülür ve havalandırma havuzuna verilen oksijene geri devir yaptırılır. Bakteriye faaliyet neticesinde, oksijen tüketilip CO<sub>2</sub> açığa çıktığından, gazın bir kısmının dışarı atılması ve içeriye yeni oksijen ilave edilmesi gerekir (Şekil 1.1.5).

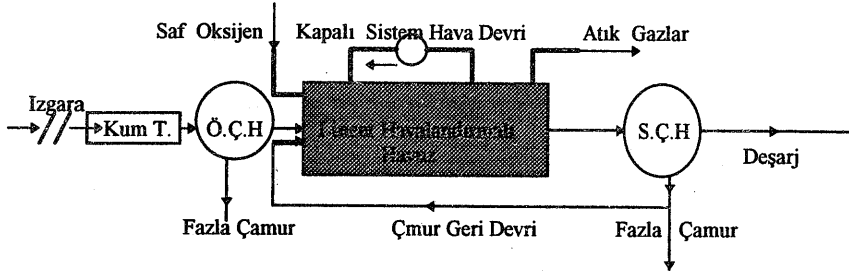
Saf oksijen sistemleri; pilot tesis çalışmalarından elde edilen tecrübeler, tesislerin gayet normal ve verimli olarak çalıştığı anlaşılmıştır. Saf oksijen kullanılması bilhassa, (1) tasfiye tesisleri için arsa imkanlarının sınırlı olması, (2) tesise gelen organik yükün büyük değişiklikler göstermesi, (3) çok kirli ev veya endüstri atıksularının tasfiye edilmesi hallerinde avantajlı gözükmemektedir.

Sistemin avantaj ve dezavantajları ;

a-) Saf oksijen sistemleri kapalı sistemler olduğu için atmosfer şartlarından etkilenmezler. Buna karşılık arıtma tesisinin üzerinin örtülmesi zorunluluğu sistemin maliyetini arttıracaktır.

b-) Arıtma verimi yüksektir, buna karşılık işletilmesi karmaşık bir yapıya sahiptir.

c-) Tesislerde oksijen sınırlaması kaldırılmış olur (Tablo 1.1.5.a,b).



Şekil 1.1.5. Saf Oksijen Sistemleri Akım Şeması

Tablo 1.1.5.a. Saf Oksijen Sistemleri İle İlgili Genel Hususlar

Konu	Açıklama
Akım modeli	Piston akımlı tam karışımli reaktör
Havalandırma	Saf oksijen ile
BOI <sub>5</sub> giderme verimi	% 85 - % 95
Çamur yaşı	8 - 20 gün
F/M oranı	0.25 - 1.0 kgBOI <sub>5</sub> /kgUAKM.gün
Hacimsel yük	1.6 - 3.3 kg BOI <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /gün
H. Havuzunda AKM konsantrasyonu	6000 - 8000 mg /lt
Hidrolik bekleme süresi	1 - 3 saat
Çamur geri devir oranı	0.25 - 0.5

**Tablo 1.1.5.b. Çeşitli Arıtma Proseslerinin Mukayesesi**

Proses	Proseslerin Mukayesesi
Uzun Havalandırma	Küçük yerleşim yerleri için uygundur. Özellikle tatil yörelerinde ve küçük tatil sitelerinde , otel, motel , pansiyonla da tercihen ve yaygın olarak kullanılır.
Kontakt Stabilizasyon	Büyük debi değişimlerinin olmadığı küçük paket arıtma tesislerinde kullanılır.
Döner Biyodiskler	Küçük yerleşimler için dizayn edilecek küçük prosesler için tercih edilir. Donma tehlikesi olan , yüksek çökelme veya pis koku kontrolü için uygulanır.
Oksidasyon Hendekleri	Uzun havalandırmalı aktif çamur mantığı ile çalışan genel bir tatbikat şeklidir.Küçük yerleşim yerlerinde tatbik edilir.İşletme masrafı minimumdur.
Saf Oksijen Sistemleri	Aynı arıtma tesisi hacminde daha fazla arıtma verimi elde etmek için sisteme yoğunluğu yüksek oksijen verilererek elde edilir.Oksijenin piyasadana ucuz bulunabilmesi ve arıtma veriminde ki artış en önemli avantajlardır.
Fiziksel-Kimyasal Prosesler	Özellikle sık sık olan ara yüklemeler nedeniyle, biyolojik arıtmanın istenen verimi veremeyeceği durumlarda , yeterli alınmıyorsa ve en önemlisi yüksek arıtma verimi isteniyorsa(fosfat giderimi gibi) uygundur.

## **1.2. Alternatif Arıtma Sistemleri Olarak Paket Arıtma Sistemlerinin Değerlendirilmesi**

### **1.2.1. Avantajlar**

- 1.Tamamen yeraltına gömülü olduğu için sadece birkaç kapak haricinde birşey görülmez.
- 2.Zemin üzerinde yapılması durumunda, kompakt bir yapısı olduğundan az yer işgal eder.
- 3.Hidrolik yük kaybı değeri düşüktür.
- 4.Bazı tipleri keson kuyu sisteminde inşa edildiği için zeminin mevcut stabilizasyonunu bozmadır. Bu nedenle binalara, istinat duvarlarına ve diğer yapı ve altyapı tesislerine yakın yapılabilir.
- 5.İyi bir malzeme ve işçilik sağlandığı taktirde her türlü beton, betonarme, paslanmaz çelik ve plastik gibi malzemelerden imal ve inşa edilebileceği için uzun ömürlü olur.
- 6.İnşaat ve montaj süreleri az olup, düşük maliyetlidir.
- 7.Çok az veya hiç koku problemi olmaz.
- 8.Devamlı yada tatil yöreleri için belirli sezonlarda geçici işletmeye açılabilir.
- 9.İlk yatırım maliyeti nisbeten düşüktür.
- 10.Atık çamur miktarı azdır.

### **1.2.2. Muhtemel Dezavantajlar**

- 1.Bazı durumlarda yüksek bakım ve işletme maliyeti
- 2.Çok hassas yerler için gürültü olma ihtimali
- 3.İyi işletilemezse koku problemi
- 4.Belirli bir nüfus ile sınırlı olmaları

Bir defa daha burada belirtmek gerekirse, paket arıtma sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan uygulamaların *uzun havalandırma* ve *kontakt stabilizasyon* olduğunu söyleyebiliriz.

## KAYNAKLAR

- (1) MUSLU, Y., Atıksuların Arıtılması, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul 994.
- (2) MUSLU, Y., Kullanılmış Suların Tasfiyesi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, Cilt 1, İstanbul 1988.
- (3) SAMSUNLU, A., Kullanılmış Suların Arıtılması, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım ünitesi, İzmir 1991.
- (4) KARGI, F., Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir 1993.
- (5) ÖY, E., Küçük Pis Su Arıtma Tesisleri, İller Bankası Yayınları, Yayın:40, 1984
- (6) BROWN, M.P., Atıksu Arıtma Tesisleri Proses İşletme Bakım El Kitabı, İller Bankası Yayınları, Eylül 1989.
- (7) TOPACIK, D., Atıksu Arıtma Tesisleri İşletilmesi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul 1987.
- (8) METCALF and EDDY, Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse, Mc-Graw Hill Book CO., 47-350, New York 1991
- (9) EROĞLU, V., Atıksuların Arıtılması Ders Notları, İstanbul 1992.
- (10) SARIKAYA, H.Z., Arazide Arıtma Ders Notları, İstanbul 1992.
- (11) Paket Arıtma Şirketlerinin Yardımcı Katalogları.
- (12) Dizayn Kostrüksiyon Aylık Mimarlık, İnşaat Degisi, Mart 1986.

