

GİRİŞ

Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasını engelleyici bozulmalar meydana gelmesiyle tanımlanır.

Atıksu ise; su kirliliğine neden olan evsel, endüstriyel, tarımsal ve her türlü üretim ve tüketim faaliyetleri sonunda kısmen veya tamamen değişen fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri ile karışıkları alıcı ortamların doğal bileşim ve özelliklerinin değişmesine yol açarak dolaylı veya doğrudan zararlara neden olan ve ortamın kullanım potansiyelini etkileyen sulardır.

PAKET SİSTEMLERİN TASARIMI

Paket sistemler küçük yerleşim yerlerinde yaklaşık 50-2000 kişi nüfusa göre dizayn edilen portatif sistemlerdir.

Paket Tesislerin Kullanım Alanları

- 1- Fabrika ve sanayi kuruluşları (küçük ölçekli)
- 2- Yazlık site ve turistik tesisler
- 3- Okul, hastane, askeri birlik
- 4- Konaklama tesisleri ve restoranlar
- 5- Çiftlik ve mezbaha
- 6- Dinlenme kampı
- 7- Konut ve toplu konutlarda
- 8- Şantiye gibi geçici yerleşimlerde
- 9- Köylerde, belde ve belediyelerde

BIYOLOJİK PAKET ARITMA

1- Alt yapısı bulunmayan ve atıksu deşarj sorunu yaratan işletme ve kuruluşlarda kullanılmak amacıyla geliştirilen biyolojik paket tip arıtma üniteleri bulunmaktadır.

2- Bütünüyle fabrikasyon olup taşınabilir.

3- Uygun kalınlıkta formlandırılmış karbon çelipinden imalatı yapılmış olup yüzeyler kumlandıktan sonra iki kat mastik epoksi boya ile korozyona karşı koruma sağlanmaktadır.

4- Atıksu kapasitesinin değişken olması ile su kirliliği kontrol yönetmeliği, evsel nitelikli atıksuların alıcı ortama deşarj standart değerlerine uygun deşarj yapılmalıdır.

5- Atıksular aktif çamur denilen mikroorganizma topluluğu ile biyolojik sistemde arıtılır, proses gereği sistemde oluşacak fazla çamur az olduğundan pelen sudaki kirliliğe oranla yaklaşık 4-5 ayda bir vidanjörle çekilir, pübre olarak kullanılabilir.

6- Diğer ekipmanlara ek olarak baypas kanalı da kullanılabilir.

7- Kumanda panosu çok kapasite, az kapasite ile pano şarteli ile enerji tasarrufu sağlanır.

8- Deşarj olarak sulama suyu olarak değerlendirilebilir.

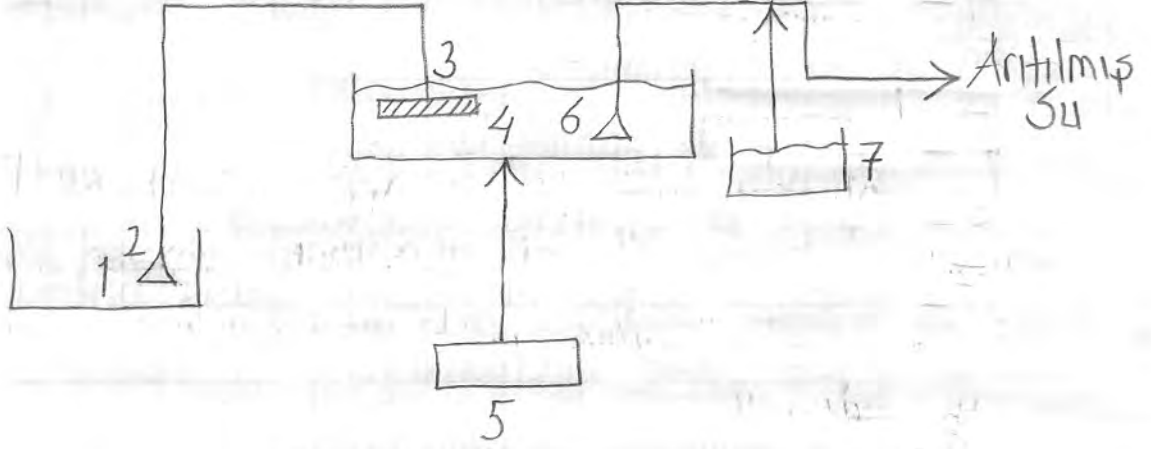
Avantajları

- 1- Alan gereksinimi en aza indirilmiştir.
- 2- Montaj ve demontaj kolaylığı sağlanmıştır.
- 3- Taşınabilir boyutlarda ve tamamıyla fabrikasyon üretilerek sadece giriş ve çıkış elektrik bağlantıları yerinde yapılır.
- 4- Yüksek havalandırma kapasitesi ile koku sorunu etkin şekilde giderilmiştir.
- 5- İşletme ve bakımı kolaydır.
- 6- Pompa ve blöverler yedeklenebilir.
- 7- Biyolojik olarak m² başına klasik arıtma tesislerine oranla 10 kat fazla mikroorganizma barındıran sistemlerdir.
- 8- Tam otomatik çalışmaktadır.

Biyolojik Paket Arıtma Çalışma Mekanizması

Evsel atıksu tesislerinde uzun havalandırmalı aktif çamur modifikasyonu olan SBR ardışık kesikli reaktör sistemi uygulanır. Tesislerde genellikle arıtma ve çökeltim işlevleri aynı reaktör içerisinde gerçekleştirilerek alan ihtiyacı azaltılmıştır. SBR teknolojisinin diğer bir avantajı ise diğer sistemlere kıyasla daha az olması sayesinde çamur uzaklaştırma işlemi maliyetinin düşük olmasıdır. Uzun havalandırmalı proses Avrupa'da Pasveer tipi oksidasyon hendeklerinde kullanılmakta ve A.B.D.'de küçük tesislerde paket tesis olarak uygulanmaktadır. Bu prosesin inşası ve işletilmesi klasik aktif çamur prosesinden çok daha kolaydır. Bu süreçte ön çöktürme tankına ve ayrı bir anaerobik çamur tasviyesine gerek yoktur. Buna karşılık uzun havalandırmayı daha uzun tutmak gerekir.

Ardışık kesikli reaktör sisteminde esas olarak bir tank kullanılır ve sistemin esasını teşkil eden havalandırma ve çökeltme işlemleri bu tankta gerçekleştirilir. Ancak atıksu pirisi sürekli ve düzenli olmadığı için reaktörün yanı sıra bir de atıksuyun ilk olarak toplandığı dengeleme havuzu vardır.

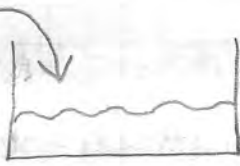


- 1 → Atıksu dengeleme havuzu
- 2 → Atıksu transfer pompası
- 3 → Sepet izpara
- 4 → Paket arıtma ünitesi
- 5 → Üfleyici (blower)
- 6 → Tahliye pompası
- 7 → Hipoklorit dozaj pompası



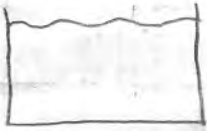
Atıksu öncelikle betonarme olarak toprak altına inşa edilen dengeleme havuzunda toplanır. Bu sırada ardışık kesikli reaktör baş bulunmaktadır.

2-



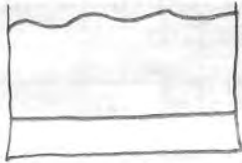
Belli bir hacme ulaşan atıksu, seviye şarteline bağlı olarak çalışan bir pompa vasıtası ile reaktöre dolmaya başlar. Reaktörün dolması da bir başka seviye şarteli ile kontrol edilir.

3-



Bu aşamada atıksuyun içerdiği organik kirlilikler, ünite bünyesinde bulunan üfleyici tarafından sağlanan oksijenle harekete geçen aerobik bakteriler yardımı ile karbondioksit ve suya dönüşür.

4-

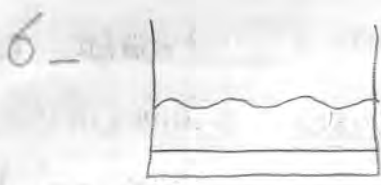


SBR'de organik kirliliği giderilen atıksu içerdiği bakteri yumaklarıyla belirli bir süre gökelmeye bırakılır.

5-



Gökeltme bırakılarak bakteri yumaklarından ayrılan arıtılmış su bir tahliye pompası ile deşarj edilirken dozaj pompası ile hipoklorit dozlanarak dezenfekte edilir.



Sistemde zamanla oluşan ve belirli zamanlarda atılması gereken atık çamur sistemden uzaklaştırılır. Bu atık çamur tamamen gübre niteliğindedir.

Örnek Tesis:

Fazla miktarda sulama suyu kullanan müstakil bir konut için tasarlanan bir paket arıtım tesisinde aralıklı kesikli reaktör sistemine göre çalışan sistemde iki adet tank bulunmaktadır. Bunlardan birincisi atıksuyun toplandığı dengeleme havuzu, ikincisi SBR'ün esasını teşkil eden reaktör kısmıdır. Otomasyonu mikrodenetleyici ile yapılmıştır.

Paket Atıksu Arıtma Sisteminin Gerçekleştirilmesi

Yapılan bu çalışmada bir paket atıksu arıtma tesisi modelinin otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Sistem aşağıdaki gibi çalışır:

1- Debi sabit ve düzenli olmadığı için atıksu öncelikle dengeleme tankında toplanır. Atıksu tankın üst kısmında bulunan seviye sensörünün seviyesine ulaşınca sensör harekete geçerek mikrodenetleyiciye sinyal gönderir. Gelen sinyal ile mikrodenetleyici atıksuyu reaktöre transfer edecek olan pompayı çalıştırır ve atıksu reaktöre dolmaya başlar.

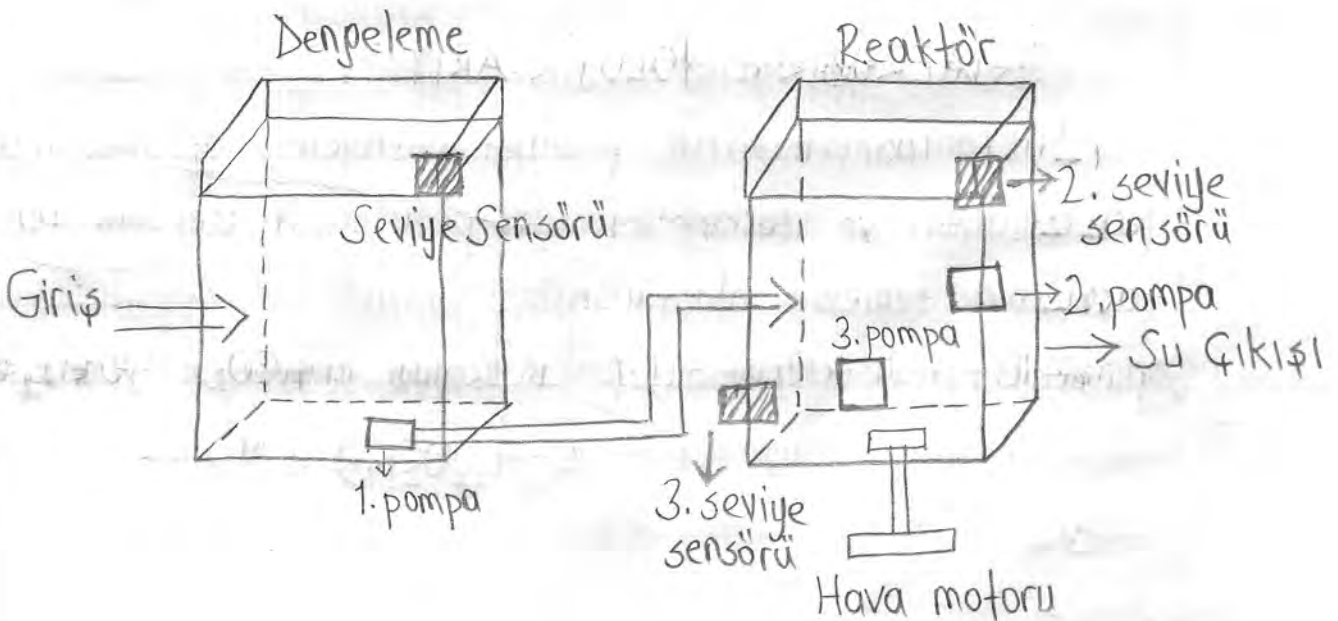
2- Atıksu reaktörünün üst kısmında bulunan sensör seviyesine ulaşınca bu sensör tarafından mikrodenetleyiciye sinyal gönderilir. Bunun üzerine mikrodenetleyici pompayı durdurur ve hava motoru ile hava motorunun çalışma süresini ayarlayan zamanlayıcıyı çalıştırır.

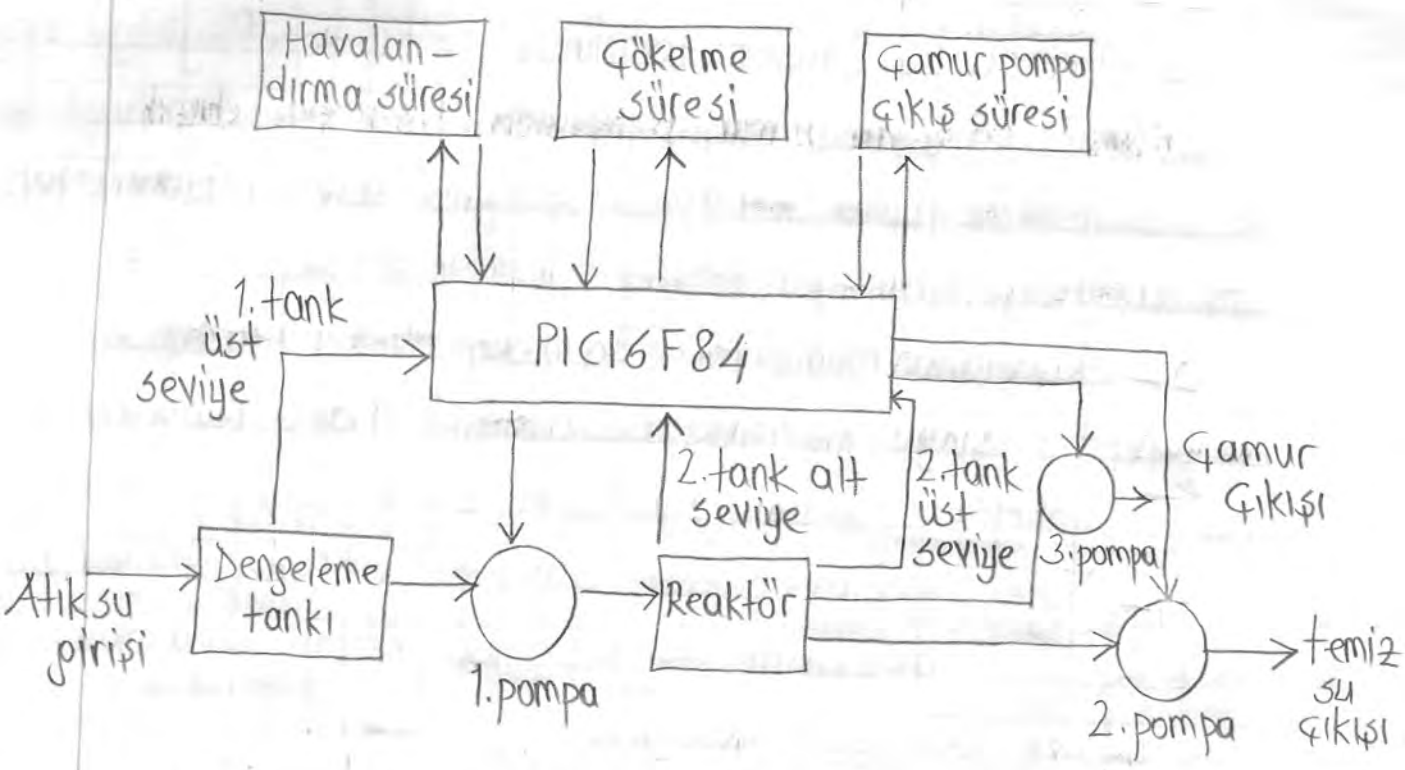
3- Ayarlanan süre sonunda, zamanlayıcı tarafından gönderilen bir sinyal ile mikrodenetleyici hava motorunu durdurur ve gökeme süresini ayarlayan zamanlayıcıyı çalıştırır.

4- Yine ayarlanan süre sonunda mikrodenetleyici bu kez gökelen çamurun üst kısmında kalan duru suyu tahliye edecek pompayı çalıştırır.

5- Pompa tarafından tahliye edilen su reaktörün alt kısmında bulunan sensör seviyesine inince mikrodenetleyici tahliye pompasını durdurur ve dipte kalan çamuru dışarı atacak pompayla birlikte bu pompanın çalışma süresini ayarlayan zamanlayıcıyı çalıştırır.

6- Ayarlanan süre sonunda mikrodenetleyici bu pompayı da durdurur ve sistem tekrar başa döner.

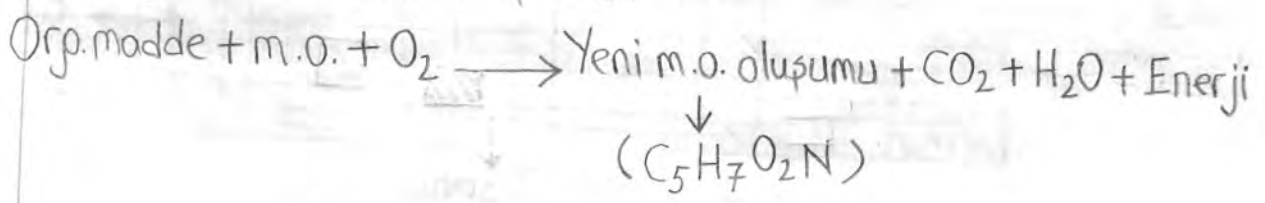




Sonuçta pünlümüzde paket atıksu arıtma tesisinin otomasyonu çoğunlukla PLC (programlanabilir lojik denetleyici) sistemleri ile gerçekleştirilmiştir. Arıtılacak atıksuyun ne kadar oksijene ihtiyacı olduğunu havalandırma ve gökeme sürelerini ayarlayan programlar uygulanmaktadır. Laboratuvar ortamında şartlar oluştuktan sonra bu süreler sabitlenebilir.

AEROBİK BİYOLOJİK ARITIM

Mikroorganizmaların faaliyet göstererek organik maddeleri atılabilir ve zararsız hale getirilmesi aerobik biyolojik tasviyenin temelini oluşturur.



Pis su + Çamur $\xrightarrow{N+P}$ Çamur fazlası + Diğer ürünler

Klasik biyolojik arıtım süreçleri 1,85'ten fazla BOI_5 ve AKM giderimi sağlarken; N, P, ağır metal, biyolojik olarak ayrışamayan organik maddeler, bakteriler ve virüslerin önemli bir miktarı giderilememektedir. Biyolojik arıtım teknolojisi son gelişmelerle nutrient giderimi de sağlamaktadır.

Önemli Parametreler

$F/M = (\text{Gıda Maddesi} / \text{Organizma}) = (\text{Org. madde} / \text{mikroorganizma})$

Pratikte bu oran birim zaman T_{KR} 'de sıvıdaki askıda katı maddenin (AKM), MLSS'nin her birim ağırlığına düşen BOI yüklemesi olarak ifade edilebilir ve $kg\ BOI_5 / kg\ MLSS / gün$ olarak yazılır. Uzun havalandırmalı aktif çamur sisteminde ise daha düşük F/M oranı kullanılmaktadır. Arıtmada BOI giderme, uzun havalandırmalı sistemlerde 20-40 saat ve daha fazla havalandırılarak çözülmüş BOI 'de azalma meydana gelmediği halde havalandırmayı uzatmakla, çamur katılarının mineralleşmesiyle ayrı bir çamur tasviyesine gerek kalmaz.

SVI (Çamur Hacim İndisi):

$$SVI = \frac{\text{Çamur hacmi (ml)}}{\text{Çamurdaki katıların ağırlığı}} < 50 \rightarrow (\text{Çamurun iyi çökmesi için})$$

F/M oranı arttıkça çamur yaşı azalır, F'nin büyümesi demektir, çamur ömrü azalır. Çamur daha çok organik karakterdedir. Uzaklaştırılan çamur fazlasını ileri bir tasviyeden geçirip zararlı hale getirmek gerekir. F/M oranı azaldıkça çamur yaşı artar. Çamur zararlı durumdadır. İleri tasviyeye gerek yoktur. Çamur bekleme süresi yüksek olan çamurların içerisindeki AKM (uçucu askıda katı miktarı) azdır. Sonuç olarak az BOİ ihtiva ederler. Uzun havalandırmalı sistemlerde bekleme süresi 10-40 gün, klasik aktif çamur sistemlerinde ise 2-10 gündür.

Biyolojik Paket Arıtma

* Örnek: Debi = 200 lt kişi/gün, AKM = 60 gr kişi/gün, BOİ = 60 gr kişi/gün, pH = 6-9

Tüm arıtma sistemi hidrolik ve organik yüklere göre dizayn edilir. Kirlilik parametreleri genel olarak günlük ortalama debi, giriş-çıkış BOİ ve AKM değerleri buna göre dizayn edilir.

Genel Üniteler

- 1- İzpara Kanalı (Opsiyonel → istenirse)
- 2- Terfi Dengeleme Tankı
- 3- Yağ Ayırma Tankı (Opsiyonel)
- 4- Paket Arıtma Tankı (Bunun içinde havalandırma, köktürme ve kumanda odası var.)
- 5- Çamur Tankı (Opsiyonel)
- 6- Klorlama Tankı

1- Izpara Kanalı :

Paket arıtma sisteminde dengeleme tankından önce yer almaktadır. Ama sepet tip izpara istenmesi durumunda dizayn edilmeyebilir.

2- Terfi Dengeleme Tankı :

Terfi dengeleme havuzu atıksuyun sabit kirlilik yükü ve debisiyle havalandırma havuzuna geçmesini sağlamak için dizayn edilmektedir. Terfi havuzu içinde atıksu besleme pompası ve boruları , seviye flotörü ve izpara bulunmaktadır. Ayrıca opsiyonel olarak besleme pompası çukuru ve izpara kanalı projelendirilmelidir. Terfi havuzları penel olarak yere betonarme ve üzeri kapalı inşa edilmektedir.

3- Yağ Ayırma Tankı :

Restoran, dinlenme tesisleri mutfaklarından kaynaklanan yağ oranı yüksek atıksuya sahip tesisler için yağ ayırma tankları projelendirilir. Projelendirilen yağ tutucu, yağın ve taşıyıcı ortamın yoğunluk farklarından yararlanarak yağın ortamdaki ayrılması esasına dayanır. Tank yüzeyinde biriken yağ, sıvı yüzeyinde tabaka oluşturur ve manuel olarak kolaylıkla uzaklaştırılır. Yağ ayırma tankı örneğin ; ST 37 sacdan imal edilerek paket tank içine veya dışına monte edilebilir. Ayrıca betonarme olarak da inşa edilebilir.

4- Paket Arıtma Tankı :

Paket arıtma sistemi için gerekli her türlü hava ve su boruları, elektrik ve su panosu paket tankın üzerine inşa edilir. Paket tankın içinde havalandırma, göktürme ve kumanda odası bulunmaktadır. Kumanda odasında bulover, elektrik panosu ve klor dozlama panosu bulunmaktadır. Paket tank örneğin, 4-5 mm kalınlığında çene ST 37 sac, köşe bent ve NPI malzemeden imal edilmektedir. Paket tankın yüzey koruması iç ve dış yüzeyleri epoksi boya ile kaplanır. Paket arıtma tankı isteğe göre yer üstüne veya betonarme havuz içine yer altına yerleştirilebilir.

5- Çamur Tankı :

Havalandırma tankında belirli bir m.o. konsantrasyonunu temin etmek üzere, göktürme tankından alınan gökelmiş çamurun havalandırma tankının başına geri devir edilmesi gerekir. Ancak arıtma sisteminde oluşacak fazla çamur ise sistem dışına alınmalıdır. Sistemde oluşacak fazla çamur istenmesi durumunda projelendirilecek betonarme veya çelik malzemeden imal edilecek bir tankta toplanabilir.

6- Klorlama Tankı :

Göktürme havuzunda arıtılmış su dezenfekte edilmek üzere klorlama (dezenfeksiyon) ünitesini oluşturan havuza iletilmektedir. Dezenfektan olarak %10'luk sodyumhipoklorit kullanılmaktadır.

ATIKSU TASVİYESİNDE TEMEL İŞLEMLER VE TEMEL KRİTERLER

a) Mekanik Tasviye:

Yüzen iri maddeleri tutmak için izpara, mekanik teğhizatın aşınmasını önlemek için kum tutucu (birleşik sistemlerde kullanılabilir), akım ölçme tertibatı ve pompalar, ilk (ön) göktürme havuzu.

b) Biyolojik Tasviye:

Biyolojik filtre veya aktif çamur havalandırma havuzu, son göktürme havuzu, klorlama tesisi.

c) Çamur Çürütme:

Mekanik ve biyolojik tasviye sonunda çökelen katı maddeler oksijensiz ortamda anaerobik olarak ayrıştırılır. Elde edilen ve büyük kısmı metandan meydana gelen gaz yanıcı olup büyük tesislerde gaz motorlarının işletilmesinde kullanılır veya şehir hava gazı şebekesine verilir. Geri kalan gübre özelliğinde zararsız bir madde olup suyu direne edilir veya gübrelere verilir ya da katı atık gibi bertaraf edilir. Çamurun suyunu almak için vakum filtreleri alınır, büyük tesislerde ise ham çamurlar kimyasal koagülasyon işlemine tabi tutulup vakum filtrelerinden peçirilerek bertaraf edilmektedir. Küçük yerleşimlerden pelen atıksuların tasviyesinde ön göktürme yapılmayarak tam karışımli bir havalandırma havuzu dizayn edilir. Bir kaç yüz kişilik nüfusa kadar havalandırma tankı prefabrik hazır üniteler şeklinde yapılır. Bir kaç bin kişilik nüfusa kadar ise bu ünite betondan inşa edilen ve mekanik havalandırılan bir oksiasyon hendepi şeklinde olabilir.

Nispeten yüksek katı madde konsantrasyonuna sahip septik çamur yerine bu halde su muhtevası % 0,5-2 olan çok yer kaplayan aerobik çamurlar meydana gelir. Bu sebeple aerobik çamur stabilizasyonunda havalandırma çamur tankına ihtiyaç vardır. Stabil haline getirilen çamur gübre olarak kullanılır. Tekniği ileri ülkelerde stabilizasyon havuzları ve lagünler kullanılır. Bu havuzlarda verilen organik yük pek az olup bekleme zamanı uzun ve 90 pünden fazladır. Bu halde havuzdan çıkış olmayacaktır.

Data Toplanması ve Laboratuvar Kontrolü

1 - Çözünmüş Oksijen Ölçümleri :

Max yüklemenin olduğu pünlerde pünde en az bir defa karışım sivisinde, son çöktürme tankında ve peridevri çamurunda oksijen ölçümleri yapılır. Daha iyi işletme kontrolü için periyodik veya sürekli Ç.O. ölçümleri yapılmalıdır.

2 - BOİ :

Tesise girip, son çökeltme havuzu çıkışında klasik BOİ ölçümleri yapılır ve tasviye tesisi verimi bulunur. BOİ deneyleri günlük kompozit numuneler üzerinde yapılır. Çıkış suyunda mevcut azotun oksijen ihtiyacını tespit etmek için periyodik BOİ₅ testlerine en az 20 gün devam edilmelidir.

3- K01 :

Endüstri ve evsel kullanılmış suların karışımı söz konusu olduğunda veya daha çok yük tespiti arzu edildiğinde tercih edilir.

4- TOK :

Çok uzun bir süre TOK lümleri nehirlerin kirlielik seviyesinin bir ölçümü olarak kullanılmıştır. TOK lümleri pek çok değerenden bağımsızdır. TOK konsantrasyonu K01 ve bazen de B01 değerleri ile düzeltilebilir. Karbon analizörü kullanılırsa deney süresi birkaç dakika sürer.

5- T01 :

T01 lümleri 5 dakika gibi kısa bir sürede yapılabil-diği ve tesise ne girdiği ve tesisin ne cevap verdiği hak-kında çabuk bilgi verdiğinden çok popüler hale gelmiştir.

6- Katı Madde Tespitleri :

Tesisin verimini tespit etmek üzere tesis girişinde ve çıkışında AKM tespitleri yapılır. Toplam AKM ve toplam uçucu AKM arasında fark vardır. Toplam AKM lümleri kullanılmış suda veya karışım sıvısında bulunan hem aktif bakteri kütlelerinin hem de inert materyalin ölçüsüdür. Toplam uçucu AKM ise, karışım sıvısındaki aktif m.o. kütlelerinin daha doğru miktarını ifade eder ve F/M ora-nını tespit etmede kullanılır.

7- F/M :

Tesisin verimliliği bakımından önemlidir. 0,1-0,5 kg B01₅/kg MLVSS arasındaki değerlerdir. Havalandırma havuzuna giren ökeltilmış sudaki B01₅ değeri besi maddesi olarak tarif edilir.

** Örnek : Havalandırma havuzuna giriş debisi $Q_1 = 75700 \text{ m}^3/\text{gün}$, BOI_5 değeri 120 mg/L buradan havalandırma havuzuna giren besi maddesi miktarını bulunuz. $F = ?$

$$F = 120 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \cdot \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \cdot 75700 \frac{\text{m}^3}{\text{gün}} = 9080 \frac{\text{kg}}{\text{gün}}$$

Mikroorganizmaların kütlesi $M =$ havalandırma havuzundaki MLVSS konsantrasyonuna eşittir.

(Havalandırmanın hacmi 9500 m^3 , 1900 m^3 son gökürme havuz kapasitesi)

MLVSS konsantrasyonu 2000 mg/L

$$M = (9500 \text{ m}^3 + 1900 \text{ m}^3) \cdot 2000 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}}$$

$$M = 22800 \text{ kg}$$

$$\frac{F}{M} = \frac{9080 \text{ kg BOI}_5/\text{gün}}{22800 \text{ kg MLVSS}} = 0,4 \frac{\text{kg BOI}_5/\text{gün}}{\text{kg MLVSS}}$$

8- Çamur Yaşı :

Havalandırma havuzundaki toplam katı madde ağırlığının havalandırma havuzu girişindeki toplam katı madde ağırlığına oranı olarak hesaplanan çamur yaşı, çamur bekleme zamanı veya ortalama hücre kalsı zamanı olarak ifade edilmektedir.

9- Çamur Yoğunluk İndeksi (SDI) ve Çamur Hacim İndeksi (SVI):

Geri devir çamuru debisini ve çökelen çamurun karakteristikleri hakkında bilgi verir.

$$SVI = \frac{100}{SDI}$$

$$SDI = \frac{MLSS(\%) \times 100}{MLSS'nin son 30 dakikada işgal ettiği hacim (\%)}$$

$$SVI = \frac{30 \text{ dak. sonraki hacim } MLSS(\%)}{\% MLSS}$$

$$= \frac{mg \text{ çökelmiş çamur} \times 1000}{mg/L \text{ } MLSS}$$

Bu parametreler çökelmiş çamurun işgal ettiği hacimdeki ağırlığı ile ilgilidir. Bunlar aktif çamur sisteminin ne kadar iyi sıvı - kati ayırımı yaptığını, biyolojik flokların ne derece çökebildiği hakkında bilgi verirler.

Paket Arıtma Sisteminde Dizayn ve İşletme Kapulları

- 1- Küçük yerleşimlerden gelen debi çapıtlı aralıklarda ve düzensiz hidrolik yüklemelerde olduğunda tesis çok yüklemeler ve ani kapasite artışlarına karşı dayanıklı olmalıdır.
- 2- Hem debi hem de BOİ yüklerinde büyük dalgalanmalar vardır.

3- Çok küçük debilerde dizaynda güçlük çıkarır.

4- Yeterli ve gereken perç devir çamuru oranı $1/3$ seçilir (yeterli havalandırma ve tüm normal koşullarda).

5- Son göktürmeden çıkan çamur ve köpük için kontrol yapılmalıdır.

6- Farklı debi aralıkları için pompa seçimi önemlidir.

Pompalar; terfi pompası dalgaç tip, çamur perç devir pompası airlift tip, bulover (üfleyci veya hava körüğü) side chamel tip seçilir. Difüzörler ise difoks tip seçilir. Pompalarda parçalayıcı bıçak sistemi olmalıdır. Olmayan sistemlerde iplik ve lif gibi maddeler nedeniyle sarma olur ve motor yanar ve tamiri pompa bedeli kadar pahalıdır.

7- Difüzörler tıkanma problemlerine ve verimlerine göre dikkatli seçilmelidir.

8- Kullanılan malzemeler atıksu arıtma sistemlerinde kaliteli epoksi boya ile kaplanmamış olan tesis ömrü maksimum 3 yıldır. Çelik yapılarda sac kalınlığı en az 5-6 mm olmalıdır.

1- HACİMSEL YÜK

Reaktör içinde havalandırılmaya maruz kalan çamur için (peren süre) olarak tanımlanır.

$$\text{Bekletme zamanı} = \frac{\text{Reaktör hacmi (m}^3\text{)}}{\text{Toplam günlük debi (m}^3\text{/gün)}}$$

Bu ifade hidrolik bekletme zamanı ve per devir olmadığı durumlarda çamur yaşıyla aynı anlamdadır. Genellikle 5 saat, klasik aktif çamur tesislerinde 6-10 saattir.

2- ORGANİK YÜK

Birim havalandırma tank kapasitesi hacim başına uygulanan BOI veya organik yük miktarıdır.

$$\text{Organik yük (kg/m}^3\text{-gün)} = \frac{\text{Giriş debisi (m}^3\text{/gün)} \times \text{BOI (kg/m}^3\text{)}^{\rightarrow \text{çamurdaki}}}{\text{Reaktör hacmi (m}^3\text{)}}$$

3- F/M

$$\frac{F}{M} = \frac{\text{BOI (çamurdaki) (kg/m}^3\text{)} \times \text{Giriş debisi (m}^3\text{/gün)}}{\text{Reaktör hacmi (m}^3\text{)} \times \text{Reaktördeki katı madde miktarı (kg/m}^3\text{)}}$$

F/M oranındaki artış MLSS'deki azalma olabilir, atık çamurdaki azalma oranı tam tersi etki yapacaktır. Yükleme oranındaki bu değer BOI giderim oranı, çamurun çökebilirliği ve nitrifikasyon derecesi gibi çamurun davranışını etkilemektedir.

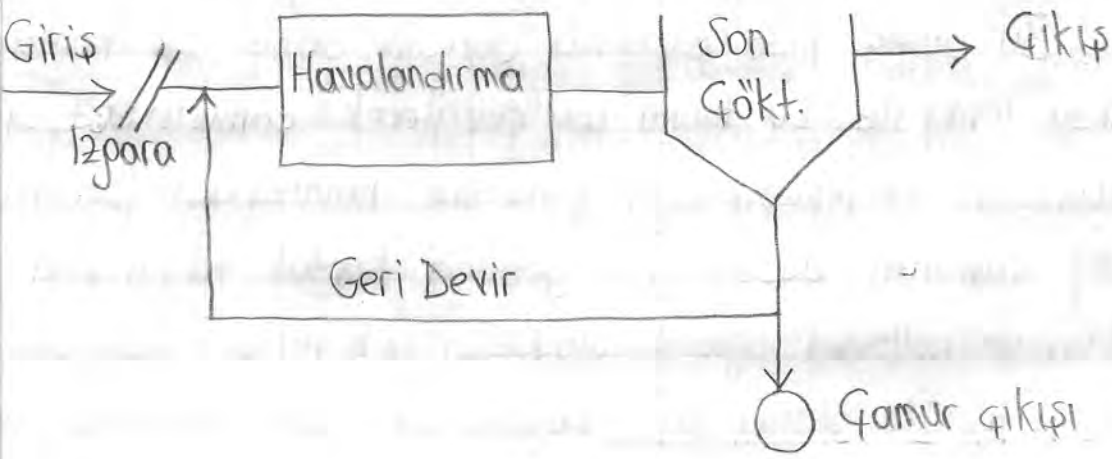
PAKET TESİSLER

- 1- Uzun havalandırmalı sistemler
- 2- Kontak stabilizasyon
- 3- Arıdık kesikli reaktörler
- 4- Döner biyolojik (biyodiskler) diskler
- 5- Oksidasyon hendekleri
- 6- Fiziksel - kimyasal paket tesisler

1- Uzun Havalandırmalı Sistemler :

Klasik topa akışlı proseslerden büyüme eprisinde solunum fazında çalışması dışında aynı özelliklere sahiptir. Genellikle $3800 \text{ m}^3/\text{gün}$ 'den küçük debiye sahip küçük işletmelerde kullanılır. Düşük organik yük ve uzun havalandırma süresine sahip sistemlerdir. Bu süreçte ham atıksu doğrudan havalandırma havuzuna alınır ve yütrek alıkonma süresince havalandırılır. Diğer özellikleri yüksek MLSS konsantrasyonu, yüksek çamur yeri devir oranı ve düşük çamur atım hızıdır. Uzun alıkonma süresi (16-24 saat) 'tir. En önemli avantajı hidrolik ve organik yüklemelerdeki salınımların sönümlenebilmesidir. Çökeltme havuzlarının tasarımı bu salınımlar pözönüne alınmalıdır ve çamur bekleme süresi 20-30 gün seçilmelidir. Reaktör içindeki aktif çamur aerobik olarak stabilize edildiğinden gerekli olan O_2 miktarı diğer sistemlere kıyasla daha fazladır. Birçok uzun havalandırmalı süreçte özellikle organik yüklemenin daha fazla olduğu pündüz saatlerinde O_2 eksikliğine rastlanabilir. Bununla birlikte gece saatlerinde aşırı oksijen, pündüz saatlerinde de parçakleşen nitrifikasyona

donak tanır. Yüksek katı alıkonma nedeniyle O_2 peroksitimi genellikle yüksektir. Yüksek m.o. konsantrasyonlarından kaçınmak ve sistemin m.o. kaçmasını engellemek için sistemden periyodik olarak fazla çamurun uzaklaştırılması gerekir. İnert katıların birikimi aslında çamur uzaklaştırma hızını kontrol eder. Bu sistemlerin olumsuz yanı çok küçük yumakların sistemden kaçabilmesidir. Uzun havalandırma süresi ile birlikte uypulanan son gökeltme havuzundaki uzun alıkonma süresi çamurun yükrelmesine ve yüzmesine neden olabilir. Ön arıtım uypulanmadığı için yüzücü bazı maddelerin son gökeltme havuzundan sürekli olarak yüzeyden sıyılmaları gerekir.



Bir diğer önemli nokta ısı kaybı kontrol edilemiyorsa soğuk aylarda reaksiyon hızı yavaşlar. Çok değişken iklimlere sahip yörelerde yüzeysel havalandırıcılar ile açık havuzların uypulması istenmez. Ön göktürme genellikle kullanılmaz. Son göktürme klasik aktif çamur sistemlerinden daha düşük hidrolik yüke sahiptir. Biyokütle stabilize olmasına rağmen biyokütle stabilizasyon prosesi eklenir. Belli koşullar altında optimum performansı

sağlamak için F/M 0,05 - 0,15 $kg\ BOD_5 / kg\ MLVSS$, saatlik max debi ise $24 - 32\ m^3/m^2.gün$ 'dür. Gökürme havuzlarında geri devir miktarı da dikkate alınarak köpük sınırlı sistem bulundurulmalıdır.

2- Kontak Stabilizasyon:



Bu süreç kısa alıkonma süresine sahip bir kontak atıksu tankı ile bu tanka geri çevrilecek çamurun stabilizasyonunun gerçekleştirildiği gökeltme havuzundan ibarettir. Aktif çamurun adsorpsiyon yeteneği kontak tankındaki askıda ve kolloidal organik maddenin gideriminde kullanılır. Bununla birlikte oksidasyonun büyük bir kısmı stabilizasyon tankında yürütülür. Kontak süreci için 1-3 saat, stabilizasyon süresi için 3-6 saatlik alıkonma süresi uygulanır. Evsel atıksuların arıtımında % 90 verim elde edilir. Bununla birlikte çok kısa alıkonma süresi nedeniyle hidrolik çok yüklemelere çok duyarlıdır. 3 saatlik kontak ($3000\ mg/L\ MLSS$) ve 6 saatlik stabilizasyon ($8000\ mg/L\ MLSS$) süresi toplam 19 saat alıkonma süresine sahip uzun havalandırmalı aktif çamur süresine eşdeğer bir çıkış suyu kalitesi verir.

Nitrifikasyon istenmiyorsa çok daha az hacim içerisinde yüksek verim giderimi sağlar. Tasarım mühendisleri uzun havalandırma sistemine sahip süreçte etkin giderim mekanizmasının adsorpsiyon - gökeme - stabilizasyon formatından ziyade sentez - gökeme - çürüme olduğunu unutmamalıdır. Adsorpsiyon için uzun alıkonma süresine sahip kontak tankında m.o.'lar yeni hücreler oluşturarak organik maddeyi sentezlemeye yönettirirler. Yeterli oksijen miktarı sağlanırsa iyi bir arıtım elde edilir. Stabilizasyon tankı, bir aerobik çürütücü ve aktif çamur için bir depolama tankı olarak görev görür. Katılar stabilizasyon tankında dengelenir. Havalandırma hacmi klasik tupa akıplı reaktörlere göre % 50 daha azdır. Evsel atıksular için uygun olup kontak bölge bekletme süresi 30-60 dakika ve MLSS konsantrasyonu stabilizasyon havuzlarından daha düşüktür.

3- Ardışık Kesikli Reaktörler (SBR):

Doldur-basalt çalışan aktif çamur arıtma sistemidir. Sürekli akıplı evsel atıksular için en az iki havuz kullanılır. Klasik tesislerde ayrı tanklarda havalandırma ve göktürme işlemi aynı anda olurken, SBR işletmelerde aynı tankta olmaktadır. Tüm SBR 5 adımda gelişmesi sağlanmaktadır. Doldurma, havalandırma, göktürme, çekmek, deşarj. Doldur işleminin amacı; girişteki ham atıksuya substrat eklemektir. Doldurma işlemi sıvı seviyesini %25'ten %100'e çıkarmayı amaçlar. Tüm çevrim %25 zaman dilimindedir. Havalandırma; tüm reaksiyonların tamamlanması

için % 35'ini dolduran kısımdır. Göktürme; deşarj için sudaki katı maddenin ayrılmasını sağlar. Bu proses SBR'de sürekli akış sistemlerden daha başarılıdır. Çünkü reaktörde gökelme modu hareketsizdir. Suyun çekilmesi; bu modun amacı gökerek arıtılan suyun reaktör dışına verilmesidir. Deşarj; tüm birleşik tank sistemlerde işlemi tamamlamak için uygulanan bir prosestir. Her sistemde uygulanmaz. 0,05 - 0,15 kg BOİ₅ / kg MLVSS aralıkta F/M ve max organik yüklemde çalışabilir. Çamur uzaklaştırma modu; SBR'de önemli bir adımdır. Çamur, göktürme ve bekletme süresince biriktirilen çamurun uzaklaştırılmasıyla bertaraf edilir. Geri devirli aktif çamur sistemlerinde gerekli olmayan bir birimdir. SBR içinde 1 günde periyodik olarak 3 saat doldurma, 2 saat havalandırma, 0,5 saat göktürme, 0,5 saat duru suyu tahliye etmek gereklidir. Genellikle yüksek akışlarda boş havuz devreye girer. Tüm çevrim boyunca karışım sıvısı reaktör içinde kalır.

SBR dizaynı için;

- 1- Giriş atıksuyunun karakterizasyonunu belirlemek için tüm parametreler değerlendirilmelidir.
- 2- SBR tank sayısı seçilmelidir.
- 3- İşletim, havalandırma, göktürme, deşarj zamanları seçilmelidir. Doldurma ve toplam zaman oranlanması ile gündeki çevrim sayısı hesaplanmalıdır.
- 4- Toplam çevrim ile toplam hacim hesaplanmalıdır.
- 5- Toplam tank hacmi ile doldurma hacmi oranlanarak MLSS konsantrasyonu seçilmelidir.

6- Havalandırma zamanı seçilerek biyokütle konsantrasyonu hesaplanmalıdır.

7- Deşarj, pompa hızı buna bağlı olarak gerekli O_2 miktarı, çamur üretimi, F/M ve BOI , hacimsel organik yükleme hesaplanmalıdır.

Organik yükleme B_v , hacimsel yük H_v olarak gösterilir.

$$B_v (\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{gün}) = \frac{\text{Giriş debisi} (\text{m}^3/\text{gün}) \times \text{BOI} (\text{kg}/\text{m}^3)}{\text{Reaktör Hacmi} (\text{m}^3)}$$

→ her zaman girişteki alınır

Problem: Çözünmüş organik maddelerin BOI ihtiyacı $BOI_5 = 250 \text{ mg}/\text{L}$ ve debisi $Q = 0,25 \text{ m}^3/\text{sn}$ olan çökeltilmiş sular SBR'de temizlenecektir. Çıkışta $BOI_5 \leq 20 \text{ mg}/\text{L}$ olması istenmektedir. Bu AKM ($MLSS$) = $3500 \text{ mg}/\text{L}$ ve reaktör hacmi 4702 m^3 'tür. F/M ve organik yüklemeyi bulunuz.

$$B_v = \frac{0,25 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}} \cdot \frac{86400 \text{ sn}}{1 \text{ gün}} \cdot 250 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}}}{4702 \text{ m}^3}$$

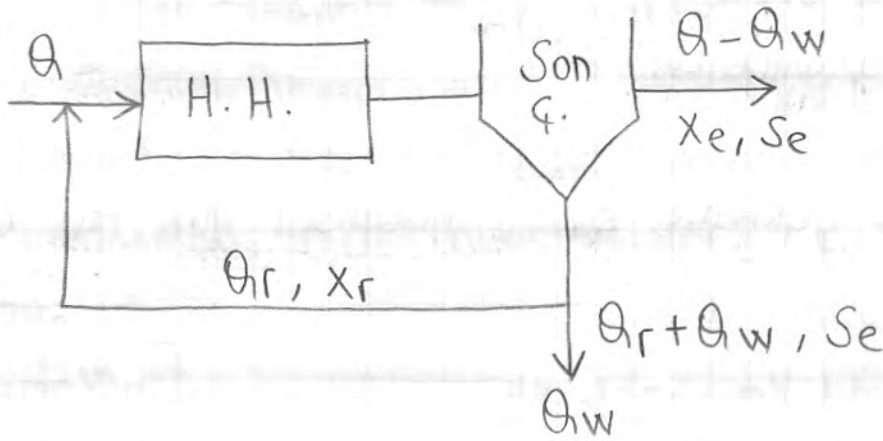
$$B_v = 1,148 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot \text{gün}$$

$$\frac{F}{M} (\text{gün}^{-1}) = \frac{250 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 0,25 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}} \cdot \frac{86400 \text{ sn}}{1 \text{ gün}}}{4702 \text{ m}^3 \cdot 3500 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} = 0,328 \text{ gün}^{-1}$$

↓
MLVSS alınır

Paket Aritimin Tasarımı

1- Havalandırma Havuzu :



$$t = \frac{V}{Q}$$

$$L_s = \frac{L}{M.V} = \frac{F}{M} = \frac{kp \text{ BOI}_5 / \text{pün}}{(kp \text{ MLSS} / \text{m}^3) \cdot \text{m}^3}$$

(Çamur yükü)

$$L_s = kp \text{ BOI}_5 / kp \text{ MLSS pün}$$

(kp biyokütle başına pünde kp yük)

Klasik aktif çamur

$$L_s : 0,3 - 0,5$$

Uzun havalandırma

$$L_s : 0,05 - 0,1$$

$$\text{Çamur Yaşı} = \theta_c = \frac{\text{Havalandırma havuzundaki mevcut biyokütle}}{\text{Çekilen biyokütle}}$$

Örnek: $BOI_5 = 200 \text{ mg/L}$ olan $Q_{ort} = 18000 \text{ m}^3/\text{gün}$
 $B_V = 1,8 \text{ kg } BOI_5 / \text{gün}$ ise havalandırma havuzunun hacmini bulunuz.

$$B_V = \frac{\text{Giriş debisi} \times \text{Giriş } BOI}{\text{Reaktör hacmi}}$$

$$1,8 \frac{\text{kg } BOI_5}{\text{gün}} = \frac{18000 \frac{\text{m}^3}{\text{gün}} \cdot 200 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{1000 \text{L}}{1 \text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{kg}}{10^6 \text{mg}}}{V}$$

$$V = 2000 \text{ m}^3$$

Havalandırma Havuzunda Proje Adımları :

1- N kişi verilecek

2- $q = 150 \text{ L/N.G}$

$$* \boxed{Q_{ev} = q \cdot N \cdot \alpha} \quad \alpha = 0,6 \quad (Q_{ev} = Q_{ort})$$

↓
projede Q_{ort}
kullanılır

$$\boxed{Q_{max} = 1,5 \cdot Q_{ev}}$$

4- Kişi başına BOI yükü 60 gr ($60 \text{ gr } BOI_5 / \text{kişi} \cdot \text{gün}$)

5- BOI yükü, pelen BOI 'nin kg miktarı

$$\boxed{BOI \text{ yükü} = L_0 = L_{ev} + L_{san}}$$

$$L_0 = L \cdot N$$

↓
sanayi yoksa sıfır alınır

$$L_0 = 60 \text{ gr } BOI / \text{kişi} \cdot \text{gün} \times \text{kişi} \times 1 \text{ kg} / 1000 \text{ gr} = \text{kg } BOI_5 / \text{gün}$$

$$6- \boxed{L_i = L_0 - L_0 \cdot 0,3}$$

Gelen BOI'nin % 30'u mekanik arıtmada giderildiyse

$$L_i = L_0 - L_0 \cdot 0,3 = \text{kp BOI}_5 / \text{pün}$$

7-

$$L_s (\text{gamur yükü}) = 0,3 \text{ kp BOI}_5 / \text{MLSS pün}$$

$$M = \text{m.o. konsantrasyonu} = 3 \text{ kp MLSS} / \text{m}^3$$

$$\boxed{L_s = \frac{L_i}{MV}}$$

Örnek: $N = 500$ kişi

$$q = 140 \text{ L} / \text{N} \cdot \text{G} \quad \alpha = 0,6$$

$$Q_{\text{ev,ort}} = 500 \cdot 140 \cdot 0,6 = 42000 \text{ L} / \text{pün} \\ = 42 \text{ m}^3 / \text{pün}$$

$$L_0 = L \cdot N$$

$$L_0 = 60 \text{ gr BOI}_5 / \text{kişi} \cdot \text{pün} * 500 \text{ kişi} * \frac{1 \text{ kp}}{1000 \text{ gr}}$$

$$L_0 = 30 \text{ kp BOI}_5 / \text{pün}$$

% 25'i mekanik arıtmada giderilmiştir.

$$L_i = L_0 - 0,25 \cdot L_0$$

$$L_i = 30 - 0,25 \cdot 30 = 22,5 \text{ kp BOI}_5 / \text{pün}$$

$$L_s (\text{çamur yükü}) = 0,3 \text{ kg BOI}_5 / \text{kg MLSS gün}$$

$$M (\text{m.o. konsantrasyonu}) = 3 \text{ kg MLSS/m}^3$$

$$L_s = \frac{L_i}{M \cdot V}$$

$$0,3 \text{ kg BOI}_5 / \text{kg MLSS gün} = \frac{22,5 \text{ kg BOI}_5 / \text{gün}}{3 \text{ kg MLSS/m}^3 * V}$$

$$V = 25 \text{ m}^3$$

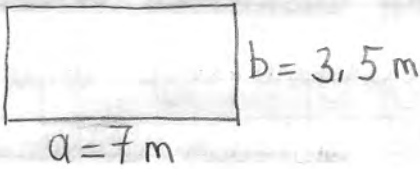
H=1 m seçelim. Dikdörtgen kesitli havuz olsun.

$$a = 2b$$

$$V = a \cdot b \cdot h$$

$$25 \text{ m}^3 = 2b^2 \cdot 1 \Rightarrow b = 3,5 \text{ m}$$

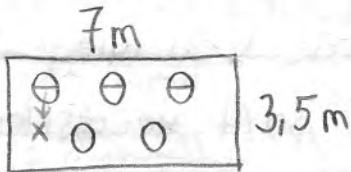
$$a = 7 \text{ m}$$



A_R (hava debisi) = $20 \text{ m}^3 / \text{saat}$ verildi.

1 difüzörün hava debisi = $4 \text{ m}^3 / \text{saat}$

$$\text{Difüzör sayısı} = n_{\text{dif}} = \frac{20}{4} = 5 \text{ tane}$$



$d = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$ verildi.

$$x + y = 7$$

$$x = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ m}$$

$$0,6 + y = 7 \Rightarrow y = 6,4 \text{ m}$$

$$y = \frac{6,4}{4} = 1,6 \text{ m}$$

↓
boşlukların
toplamı

4- Döner Biyodiskler :

Birbirine belli aralıklı poliester veya PVC materyal disklerin yerleştirilmesi ile oluşturulan sistem kullanılmaktadır. Döner bir şaft yaklaşık 7,5 m uzunluğunda 3,5 m çapında ortalama %40'ı atıksuyun içinde kalacak şekilde yerleştirilen diskler 1 ile 1,6 devir/dak hızla dönmektedirler. Suya daldırılmış diskler dönüş sırasında perokli oksijeni kazanmaktadır. Çalkantı ile O_2 arttıkça yüklemeler azalmaktadır. Kütle transferi ve biyolojik kinetik yaklaşımlar ile yüksek substrat piderme oranına ulaşılır. Arıtımın amacına göre sistem nitrifikasyon ve BOİ piderme için dizayn edilir. Biyodiskte çökülmenin önlenmesi için pirifte ön çöktürme bulunmalıdır. Küçük sistemlerde akışa paralel olarak disk sürücü şaftlar disklerden perdelerle ayrılır. Daha büyük sistemlerde yan yana veya ardarda yerleştirilir. Başarılı bir arıtım için sistemin yükleme hızı ve O_2 transfer kapasitesi hesaplanmalıdır. Özellikle BOİ yüklemesi için O_2 ihtiyacı oksijen transfer kapasitesini aştığında koku ve balçık gibi sorunlar meydana gelir. Biyofilm üzerindeki sülfür oksitleyen bakteriler azaltılarak balçık önlenabilir. Kalın biyofilmde disk üstünde aşırı yük oluşur. Bu da disk üzerinde (su içinde kalan) anaerobik koşullar oluşur. Kullanılan şaft ve disklerin çelik durları korozyona karşı güçlü olmalıdır.

5- Oksidasyon Hendepleri:

Uzun havalandırmalı aktif çamur sürecinden tek farkı hidrolik alıkama süresinin en az 18 saat olmasıdır. Süreç yüksek katı alıkama süresinde ve düşük F/M'de iş-letilir. Tüm m.o.'lar için yeterli substrat yoktur. Bunun sonu- cunda m.o.'lar birbirleriyle rekabet ederler, iç solunuma girerek kendi hücrelerini tüketirler. Bu durum çıkış suyu kalitesinin yükselmesine ve düşük çamur üretimine neden olur. Arıtma verimi %90'dan fazladır. Ön çökeltme genellikle uygulanmaz. Küçük yerleşim bölgelerinde ve tatil sitelerinde kullanılır. Sistemin olumsuz yanı ise yüksek O_2 gereksini- mine sahip olmasıdır. Oksidasyon hendeği uzun hav.'nın bir varyasyonudur. Atıksu oval bir havuza verilir. Havalan- dirma perelde fırça tip yüzey sel havalandırıcılarla gerçekleştirilir. Günümüzdeki uygulamalarda jet havalandırma sistemleri kullanılmaktadır. Sonsuz bir akım yörüngesine sahip suyun yatay akım hızı AKM'nin çökmesini önlemek için 0,2 - 0,4 m/sn arasında tutulur. Bu süreçte yüksek ali- konma süresi ile nitrifikasyon oluşur. Çözünmüş oksijen içeriği havalandırıcıdan itibaren su çevrimini yaptıkça azalır.

6- Fiziksel - Kimyasal Paket Arıtma:

Sistemde izpara (izpara kanalı), koagülasyon, çök- türme, iz elementler için aktif karbon filtresi bulunmakta olup yüksek maliyet yüzünden dar alanlarda kullanılır. Bu sis- temler on-off otomatik olmaları ile soğuk iklimlerde tercih edilir.

Kimyasal Paket Arıtma:

Hızlı karıştırma + Yavaş karıştırma + Plakalı gökeltme + Filtrasyon

birimleri bulunur. Kimyasal madde hazırlama ve dozlama ekipmanları ünite üzerinde yer alır. Kimyasal arıtma üniteleri tüm borulama ve kontrol panosu üzerine monte edilmiş şekilde işletilir. Endüstriyel paket sistemlerde ise, hızlı karıştırma + yavaş karıştırma + plakalı gökeltme + kum filtresi + ters yıkama havuzu bulunmaktadır.

$$Q_h = \frac{1}{n} Q_{ev} + \frac{1}{n'} Q_{san} + Q_{süz}$$

$$Q_{süzme} = Q_{evsel} * 0,5$$

$$S_0 \leq 0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

$$S_0 = 0,6 \text{ kabul}$$

$$S_0 = \frac{Q_h}{A} \rightarrow \text{Buradan A bulunur.}$$

$$b \begin{array}{|c|} \hline L \\ \hline \end{array} \quad \frac{b}{L} \approx \frac{1}{4}$$

Dengeleme havuzunda $\rightarrow Q_{max}$

Havalandırma havuzunda $\rightarrow Q_{ort}$

Son gökürme pirisinde $\rightarrow Q_{max}$

Örnek: Derinlik hesaplanırken

Göktürme bölgesi + yağ + depo

2m

0,3m

1m

olarak kabul edersek $H = 3,30 \text{ m} \approx 3,5 \text{ m}$ alınabilir.

↓
emniyet payı bırakıldığı
için 3,5 m aldık

$$S_{LS} = \frac{(Q_h + Q_r) \cdot M \cdot SVI}{A_2}$$

$$M = 2$$

$$SVI = 150 \text{ ml/pr}$$

$$S_{LS} = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Buradan A_2 bulunur.

$$r = \frac{M \cdot SVI \cdot 10^{-3}}{1 - (M \cdot SVI \cdot 10^{-3})}$$

$$r = 0,42 \quad r = \frac{Q_r}{Q_h}$$

Buradan da A_2 bulunur.

Hangi A_2 büyükse o A_2 alınır.

Örnek: Evsel atıksular için SBR kullanılacaktır.

$$Q = 7570 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$MLSS = 3500 \text{ gr/m}^3$$

$$K_{OI} / B_{OI} = 1,6$$

$$MLVSS = 2830 \text{ gr/m}^3$$

2 tank dizayn edilecek

$$b = h = 6 \text{ m}$$

$$SVI = 150 \text{ ml/gr}$$

$$K_{OI} = 352 \text{ gr/m}^3$$

$$B_{OI} = \frac{352}{1,6} = 220 \text{ gr/m}^3$$

$$\frac{F}{M} = \frac{(7570/2) \text{ m}^3/\text{gün} * 220 \text{ gr/m}^3}{315 \text{ m}^3 * 2830 \text{ gr/m}^3} = 0,93 \text{ gün}^{-1}$$

↓ MLVSS kullanılır

$t = 2$ saat seçildi (SBR'de havalandırma için)

$$t = \frac{V}{Q} \Rightarrow 2 \text{ saat} \cdot \frac{1 \text{ gün}}{24 \text{ saat}} = \frac{V}{3785 \text{ m}^3/\text{gün}}$$

$$V = 315 \text{ m}^3$$

Örnek: Bir oksidasyon hendepi 1000 kişiye göre dizayn edilecektir.

$$q = 38 \text{ L/N.G} , \text{ MLVSS} = \text{MLSS} * 0,50$$

$$\text{Giriş BOİ 'si} = 22,5 \text{ mg/L}$$

a) Reaksiyon zamanı 1 gün ise ve geri devir oranı 1 ise hacim nedir?

b) İşletme kabındaki MLSS konsantrasyonunu bulunuz.

$$Q_{\text{revort}} = 1000 \times 38 \times 0,6 = 22800 \frac{\text{L}}{\text{gün}} = 22,8 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$a) r = \frac{Q_r}{Q} \Rightarrow 1 = \frac{Q_r}{22,8} \Rightarrow Q_r = 22,8 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$Q_r + Q = 22,8 + 22,8 = 45,6 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$t = \frac{V}{Q}$$

$$1 \text{ gün} = \frac{V}{45,6} \Rightarrow V = 45,6 \text{ m}^3$$

Örnek: $S_0 = 15 \sim 32 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{pün}$

Katı madde yükü = $100 \sim 220 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{pün}$

$$r = 1,14$$

S_0 seçilir.

$$S_0 = \frac{Q}{A} \rightarrow A \text{ bulunur.}$$

b ve L bulunur. $\frac{b}{L} \cong \frac{1}{4}$ (Uzun havalandırma için)

Son göktürme havuzu dizayn edilirse Q_r de alınır.

$$S_0 = \frac{Q + Q_r}{A}$$

↓
yüzey yükü

ENDÜSTRİYEL PAKET ARITMA

İşletmelerin üretme esnasında ve Çevre Bakanlığı tarafından doğaya ölemsiz deşarj yasaklanan atıksulara endüstriyel atıksular denir. Nispeten az ve/veya yerleşim alanı kısıtlı olan fabrikaların endüstriyel atıksularının arıtılmasında kullanılan çeşitli fiziksel, kimyasal, biyolojik arıtma birimlerinin kombinasyonundan oluşan ve taşınabilir boyutlarda prefabrik imal edilmiş arıtma tesisleridir. Sürekli veya kesikli akım prensibine göre tasarlanır. Endüstriyel paket tesislerin birimleri ve bunların boyutları atıksuyun nitelik ve niceliğine göre belirlenmekte ve 2872 sayılı Çevre Kanunu'na ek Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde verilen alıcı ortama deşarj standartlarını sağlamalıdır. Genellikle endüstriyel paket tesisleri; petrol dolun tesisleri, yağ rafineri, metal

kaplama, cam boya imalat, kağıt ve tekstil, gıda sanayi ve yapı, krom, ağır metal giderme alanlarındadır.

Endüstriyel Arıtım Sistemleri

Bazı Endüstriyel Tesislerde Kullanılacak, Suyun Genel Nitelikleri:

1- Gıda Sektörü: Suların m.o., kirlilik içermemesi, renk, tat, kokusunun içme suyu standartlarına uygun olması, klor gibi dezenfektan maddelerin sudan uzaklaştırılarak ürün kalitesine etki etmemesinin sağlanması gerekir.

2- Tekstil Sektörü: Kumaş üretim ve hassas boyama proseslerinde mamül kalitesinin sağlanabilmesi için sularda sertlik, iletkenlik, demir, manganez, klor standartlarını sağlaması gerekir. Örneğin; Fe ve Mn kumaşta leke bırakır.

3- Cam Sanayi: Cam ve seramik temizliğinde kullanılan suların peşici ve kalıcı sertlik tortu depozitelerinin standartlara uyması gerekir.

4- İlaç ve Kimya Sanayi: Kullanılacak olan suyun en önemlisi m.o. açısından temiz, iletkenliğinin prosese uygun olması, yabancı madde bulundurmaması isterir. Ters osmoz uygulanır.

5- Deri Sanayi: Ham derinin mamül haline getirilmesi sırasında kullanılacak suyun sertliğinin düşürülmesi ve sudaki tat ve koku ile dezenfektan maddelerin etkisinin düşürülmesi.

6- Turizm Sektörü: Şebeke suyu kuyu, göl, deniz içme suyu kalitesinde olmalıdır.

Bu Sistemler İçin Uygulanacak İşlemler

AKM : Fiziksel arıtım, çöktürücü ve filtreler ile giderilir.

Su Sertliği: Alkalinite azaltılıp giderimi, inorganik veya organik çöktürücüler ile iyon değiştirici reçinelerle ve ters osmoz ile giderilir.

Fe ve Mn: Havalandırma ve kimyasal madde ile oksitlenmesi, filtrasyon, iyon değiştirme, reçinelerle giderilir.

Çözünmüş Tuzların Giderimi: İyon değiştirme, reçine ve iyon tutucu membran ile giderilir.

Çözünmüş Gazlar: Uzun sıcaklık ve vakumlama ile giderilir.

Kimyasal Arıtma

Atıksu oluşumu düşük ve kesikli olan endüstriyel atıksuların arıtımında kullanılır. Kimyasal çöktürme işlemi suda çözünmüş veya askıda halde bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan arıtma kademesidir.

Kimyasal Arıtımın Uygulanacağı Tesisler

- Et Entepre Tesisleri, Kesimhaneler, Mezbahalar
- Deri fabrikaları
- Un ve makarna üretimi
- Süt ve süt ürünleri

- Tekstil
- Konserve ve deniz ürünleri
- Organize sanayi bölgeleri
- Bitkisel yağ üretim, zeytin v.b. işleme
- Şarap, bira fabrikaları

Kimyasal Arıtma Sistemlerinde Uygulanan Sistemler

Kimyasal arıtma sistemleri suda çözünmüş veya aşkda bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek gökkelmelerini sağlamak üzere uygulanan arıtma prosesleridir. Kim. arıtma işleminde uygun pH değerinde atıksuya kimyasal madde (koagülant, polielektrolit, alum, v.b.) ilavesi sonucu göktürülmek istenen maddeler gökeltirerek sudan ayrılır.

Uygulamaları; nötralizasyon, flokülasyon, koagülasyonudur. Kimyasal göktürme standartlarına uyum sağlamak için, atıksu özellikleri mevsimsel değişim gösterirse, orta derecede bir arıtma gerektiğinde gökeltim işlemini kolaylaştırmak ve iyileştirmek için ayrıca metal ve toksik madde giderilmesi amacıyla ön arıtma işlemi olarak kimyasal göktürme uygulanır.

Nötralizasyon

Asidik ve bazik karakterdeki atıksuların uygun pH değerinin ayarlanması amacıyla yapılan asit veya baz ilavesi işlemidir.

Koagülasyon

Koagülant maddelerin uygun pH'ta atıksuya ilave edilmesiyle atıksuyun bünyesindeki kolloidal ve AKM'lerle birleşerek flok oluşturmaya hazır hale gelmesi işlemidir.

Flokülasyon

Yumaklaştırma; atıksuyun uygun hızda karıştırılması sonucunda koagülasyon işlemi ile oluşturulmuş küçük taneleciklerin birbirleriyle birleşmesi ve kolay çökebilecek flokların oluşturulması işlemidir.

İleri Arıtmada Uygulanan İşlemler

Dezenfeksiyon: Arıtma tesisi çıkış suyu alıcı ortama verilmeden önce suda bulunan bakteri ve virüslerin uzaklaştırılmasıdır (klorlama, sterilizasyon, UV, ozonlama).

Azot Giderme: Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinde önce nitrit, sonra nitrate dönüştürülür. Daha sonra denitrifikasyon kademesinde azot gazı halinde sudan uzaklaştırılır.

Fosfor Giderme: Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Kimyasal arıtmada kimyasal maddeler kullanılarak yüksek pH değerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metotlarda ise, biyolojik arıtma sırasında fosfatların m.o.'larca alınmasıyla sağlanır.

Filtrasyon: Biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde yeterince giderilemeyen AKM'nin ve kolloidlerin tutulması amacıyla uygulanır.

Adsorpsiyon: Suda çözülmüş maddelerin elverişli bir ara yüzey üzerinde toplanmasıdır.

İyon Değişirme: Endüstriyel atıksu arıtımında kullanılan, atıksu bünyesinde istenmeyen anyon ve katyonların uygun bir anyon ve katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulması işlemidir.

Ters Osmoz: Atıksuyun yeniden kullanılabilmesi sağlamak amacıyla genellikle endüstriyel atıksu arıtımında kullanılan çözülmüş anorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ya da geri kazanılması amacıyla yüksek basınç altında uygulanan bir sistemdir. Suda iyonik kirlilik, pestisit, ağır metal, partikül madde, organik mikroorganizma.

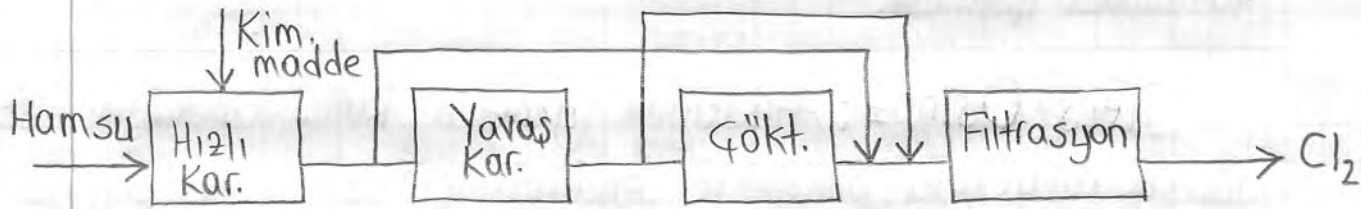
Ultrafiltrasyon: Yarı geçirgen membranların kullanıldığı ters osmoz işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Bu yöntemde yağ-su emülsiyonu içerisinde disperse olan yağ damlacıkları ince bir membran yardımı ile filtre edilerek su fazından ayrılır. Ultrafiltrasyonda önce arıtılması düşünülen emülsiyonun bir ön arıtma işlemine tutulmasında fayda vardır. Bu işlem emülsiyon kırma maddeleri ile gerçekleştirilir ve yağ-su fazı ayrılır.

Hızlı Karıştırma - Yumaklaştırma

Deri, dokuma ve kağıt sanayi gibi çeşitli sanayi dallarından ortaya çıkan kullanılmış suların tasviyesinde kullanılır. Cu, Zn ve Vb (arsenik) gideriminde, fosfat, bulanıklık, süspansiyon katılar, renk, virüs, bakteri, alç gideriminde kullanılır.

Yumaklaştırıcılar:

$AlSO_4$, alum, $Fe(SO_4)_2$, Fe_3Cl , sönmüş ve sönmemiş kireç.



Hızlı Karıştırma Odalarının Hesabı:

Bekletme süresi ve hız gradyanı önemlidir.

$t = 30 - 60$ sn, $G = 300 - 1000$ sn^{-1} arasında alınır.

Örnek: $t = 50$ sn, $G = 700$ s^{-1} iki paralel hızlı karıştırma havuzu ile çöktürme havuzunu boyutlandırınız.

$$\text{Debi} = 131,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$V = \frac{Q}{2} \cdot t = \frac{131,5 \times 10^{-3}}{2} \times 50 \text{ sn} = 3,375 \text{ m}^3$$

$$a^3 = 3,375 \Rightarrow a = 1,2 \text{ m}$$

Yumaklaştırma:

$t = 15-45$ dak, sertlik pidermede $t = 45-60$ dak,
 $G = 10-100 \text{ sn}^{-1}$, $G \cdot t = 10^4 - 10^5$ arasında olması
istenir.

Örnek: $q = 1000 \text{ m}^3/\text{saat}$ debideki su için yumaklaş-
tırma kısmını boyutlandırınız.



Hızlı karıştırma: 2 bölme

Yumaklaştırma: 3 adet 3 bölme

Göktürme: 3 adet

$$Q = 1000 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \times \frac{1 \text{ saat}}{3600 \text{ sn}} \times \frac{1}{2} \rightarrow 2 \text{ adet hızlı karıştırma}$$

$$Q = 0,138 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$V = 0,138 \frac{\text{m}^3}{\text{sn}} \times 50 \text{ sn} = 6,94 \text{ m}^3 = a^3$$

$$a = 1,9 \text{ m}$$

Yumaklaştırma = $t = 30$ dak

$G=70$	$G=50$	$G=30$
--------	--------	--------

$$\sum G \cdot t = (150) \cdot 10 \cdot 60 = 90000$$

$G > 10^4$ olduğundan seçildi.

$$t = 10 \quad 10 \quad 10$$

$$q = \frac{0,138 \times 2}{3} = 0,092 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$V = 0,092 \times 30 \times 60$$

$$V = 165,6 \text{ m}^3$$

3 bölme olduğundan havuzu kare düşünerek,

$$3 * 3x^2 = 165,6 \text{ m}^3$$

$$X = 4,28 \text{ m}$$