



EL KİTABI

Türkiye'deki Küçük ve Orta Ölçekli Belediyelerde Atıksu Arıtımı için Rehber

İçindekiler

Teşekkür	5
Kısaltmalar	7
1 Giriş	9
1.1 İçerik	9
2 Yasal / kurumsal çerçeve	11
2.1 Giriş.....	11
2.2 Yasal Çerçeve.....	11
2.3 Kurumsal Çerçeve	13
3 Organizasyon, Yönetim ve Finansman Araçları	17
3.1 Giriş.....	17
3.2 Daha İyi Organizasyon, Yönetim ve Finansman için Tavsiyeler	17
4 Teknik Yaklaşım ve Araçlar	21
4.1 Giriş.....	21
4.2 Daha İyi Atıksu Arıtma İçin Genel Tavsiyeler.....	21
4.3 En Yeni Aktif Çamur Konfigürasyon Türleri	22
4.3.1 Yüzen Çamur Probleminin Kontrol Altında Tutulması	23
4.3.2 Biyolojik Fosfor Giderimi ile İlgili Konfigürasyon	24
4.3.3 Konfigürasyon Seçeneği.....	25
4.3.4 Konfigürasyon Türleri.....	25
4.4 Yenilikçi Teknikler	29
4.5 Tasarım Kriterleri	31
4.4.1 Izgaralar.....	31
4.4.2 Kum Tutucu	31
4.4.3 Ön Çökeltme.....	31
4.4.4 Biyolojik Arıtma.....	32
4.4.5 Havalandırıcı Tipleri.....	33
4.4.6 Son Çökeltme	34
4.4.7 Havanın Arıtılması	35
4.4.8 Çamur Çürütücü	35
4.4.9 Çamur Susuzlaştırma	36
4.6 Otomasyon.....	36
4.6.1 Giriş	36
4.6.2 Havalandırma Kontrolü.....	37
4.7 AAT'lerinin Boyutlandırılması – TAUW Hesabı.....	39
5 İşletme ve Bakım	41
5.1 Giriş	41
5.2 İşletme	41
5.3 Bakım.....	41
Ekler	43
Baskı Bilgisi	67

Teşekkür

Son iki yıl süresince, Hollanda – Türkiye Hükümetleri arasındaki program çerçevesinde Türkiye'deki istekli pek çok çalışma arkadaşıyla, başarılı bir işbirliği ortaya koymuş bulunuyoruz. Proje kapsamında küçük ve orta ölçekli belediyelerde atıksu arıtmasıyla ilgili olarak çeşitli pilot projeler, eğitimler ve çalışma toplantıları gerçekleştirildi. Bunlardan edinilen tecrübeler bu El Kitabı'nın geliştirilmesini mümkün kılmıştır.

Aşağıda belirtilen kurum ve kuruluşların uzmanlarına, bu projeye katılımları, göstermiş oldukları azim ve değerli katkılarından ötürü teşekkürü bir borç biliriz:

- İller Bankası
- Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB)
- Türkiye Belediyeler Birliği (TBB)

Umarız ki herkes bu işbirliğinden bizim kadar tat almıştır. Bu işbirliğimizin yakın gelecekte de devam etmesini gönülden arzuluyoruz.

Saygılarımızla,

Proje ekibi:

Corinne van Voorden (Ameco)
Nicola Bekker (Ameco)
Hans Jansen (TAUW)
Mike van Boldrik (TAUW)
Paul Telkamp (TAUW)
Gerard Rundberg (World Waternet)
Otto Ferf Jentink (World Waternet)
Cavit Soydas (World Waternet)
Monique van der Straaten (NL Agency)
Fatih Altunkaynak (IBS)
Seyla Ergenekon (IBS)
Tamer Atabarut (IBS)

Kısaltmalar

AA	Atıksu Arıtma
AAT	Atıksu Arıtma Tesisi
ÇOB	Çevre ve Orman Bakanlığı
D&C	Tasarım ve Yapım (Design & Construct)
IWA	Uluslararası Su Birliği (International Water Association)
KAAD	91/271/EEC sayılı Kentsel Atıksu Arıtımı Konsey Direktifi
KAAT	Kentsel Atıksu Arıtımı Tesisi
KAAY	Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (Türk Mevzuatı)
SAT	Saha Kabul Testi
SBR	Ardışık Kesikli Reaktör (Sequence Batch Reactor)
SVI	Çamur Hacim Endeksi (Sludge Volume Index)
TBB	Türkiye Belediyeler Birliği
UCT	University of Cape Town

1 Giriş

Bu El Kitabı, Hollanda Hükümeti tarafından finanse edilen ve devletlerarası bir proje olan **“Türkiye’deki Küçük ve Orta Ölçekli Belediyelerde Atıksu Arıtması için Uygun bir Metodoloji Geliştirilmesi”** başlıklı proje kapsamında geliştirilmiştir (G2G08/TR/7/2).

Projenin amacı, kentsel atıksu arıtımı ile ilgili 21 Mayıs 1991 tarihli 91/271/EEC sayılı Konsey Direktifinin uygulamaya geçirilmesine katkıda bulunmaktır.

2017 yılı itibarı ile Türkiye’deki tüm küçük ve orta ölçekli belediyelerin (2,000 ile 10,000 arası eşdeğer nüfusa sahip belediyeler 2017 yılına kadar; 10,000 ile 50,000 arası eşdeğer nüfusa sahip belediyeler ise 2014 yılına kadar) atıksuları arıtılmalıdır.

Özel öncelikler arasında şunlar da yer almaktadır:

- Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ile uyumlu ve küçük ve orta ölçekli belediyeler için uygun teknolojik çözümlerin tespit edilmesi.
- Atıksu arıtımının yönetimi ve organizasyonunun iyileştirilmesi (su birliklerinin geliştirilmesi, işbirliği, eğitim).
- Mevcut atıksu arıtma tesislerinin işletim ve yönetiminin iyileştirilmesi (insan kaynakları ve mali kaynakların tahsis edilmesi, etkinliğin artırılması, eğitim).

Bu El Kitabı’nın amacı, küçük ve orta ölçekli belediyelerde atıksu arıtımı için organizasyon, yönetim ve finansmanla ilgili araçlar sunmaktır. El Kitabı; atıksu arıtma sektöründe çalışmakta olan profesyoneller ve uzmanlar için kaleme alınmıştır (yerel, bölgesel ve ulusal makamlar, belediyeler ve diğer ilişkili kurumlar).

Küçük ve orta ölçekli belediyeler için Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’nde yer verilen tanım kullanılmış olup, kastedilen nüfus 2,000 ile 50,000 arası eşdeğer nüfusa sahip belediyelerdir. Bu, Türkiye’de halen yaklaşık 2,500 belediyenin atıksu arıtımına erişim ihtiyacı olduğu anlamına gelmektedir.

1.1 İçerik

El Kitabı, atıksu arıtımı ile ilgili yasal ve kurumsal çerçevenin genel bir değerlendirmesiyle başlamaktadır. Bu bölümün ardından, atıksu arıtımının organizasyonu ve yönetiminin iyileştirilmesi için tavsiyeleri içeren bölüm ile teknolojik yaklaşım ve araçları kapsayan bir bölüm bulunmaktadır. Atıksu Arıtma Tesislerinin (AAT) işletilmesi ve bakımı, konunun önemi nedeniyle, ayrı bir bölümde ele alınmıştır.

2 Yasal / kurumsal çerçeve

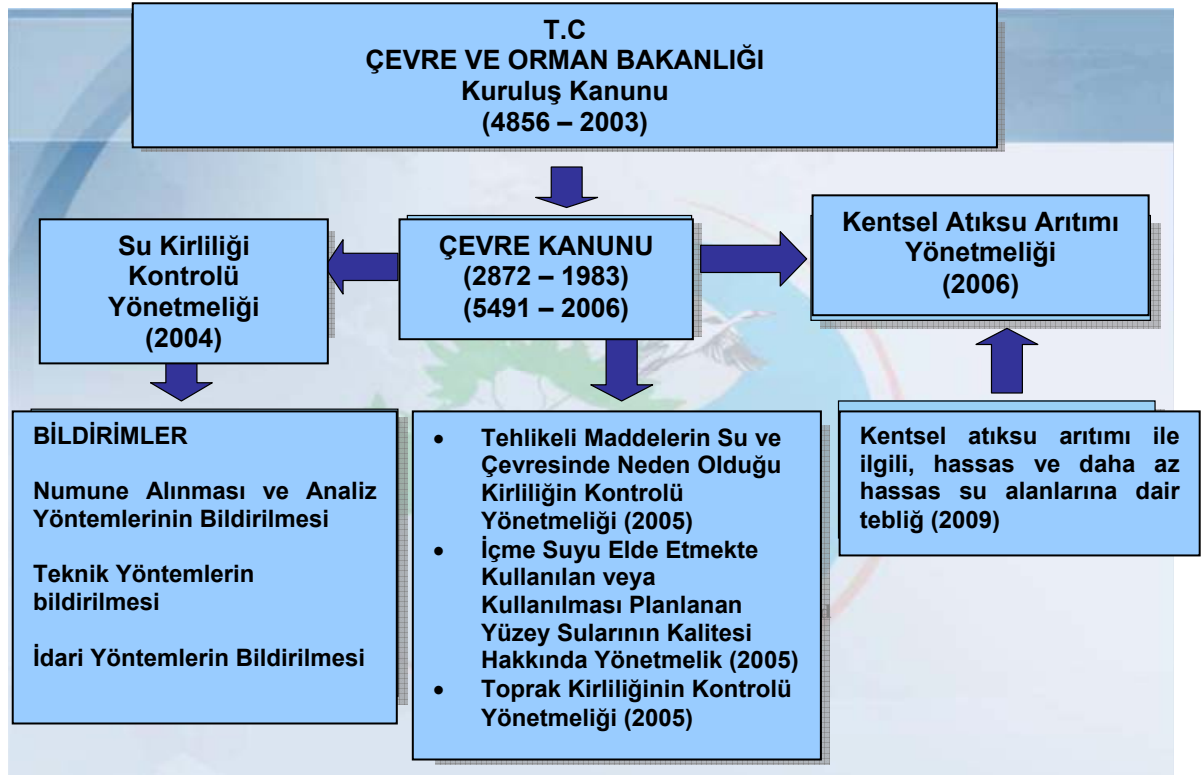
2.1 Giriş

Bu bölümde, atıksuların arıtılması ile ilgili yasal ve kurumsal çerçeve hakkında genel bir değerlendirmeye yer verilmiştir. Atıksuların arıtılması ile ilgili görev ve sorumluluklar konusunda gelecekte karşılaşılabilecek bazı zorluklar tespit edilmiştir.

2.2 Yasal Çerçeve

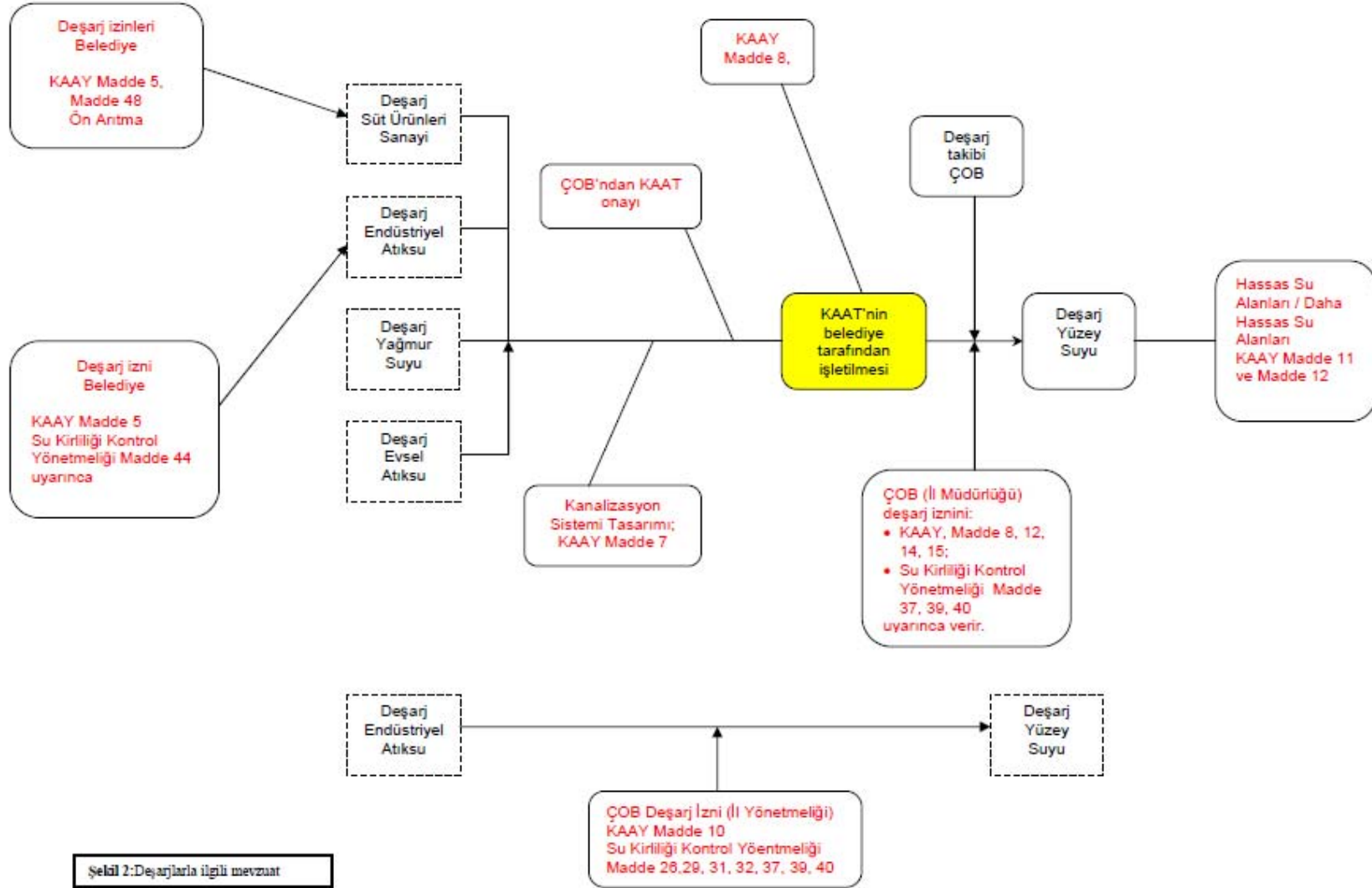
Türk mevzuatında, 21 Mayıs 1991 tarih ve 91/271/EEC sayılı Kentsel Atıksu Arıtımı Konsey Direktifine (KAAD) dayalı olarak kentsel atıksu deşarjını düzenleyen iki belge şunlardır:

- Kentsel atıksuların Kentsel Atıksu Arıtımı Tesislerinde (KAAT) toplanması, arıtılması ve deşarjını düzenleyen Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (KAAY).
- Tüm meskenlerin ve sanayilerin yüzey sularına yaptıkları deşarjlar nedeniyle meydana gelebilecek su kirliliğini düzenlemek amaçlı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.



Şekil 1: İlgili atıksu mevzuatının genel değerlendirmesi
(Kaynak: Fatih Topbaş (ÇOB) tarafından sunulmuş Ülke Raporu, 3 Mart 2008)

KAAT'lerin ve yüzey sularına yapılan deşarjlarla ilgili mevzuatın şematik bir gösterimi Şekil 2'de görülmektedir. Her adımda, her iki yönetmeliğin de ilgili maddelerine yer verilmiştir.



Şekil 2:Deşarjlarla ilgili mevzuat

Şekil 2’de atıfta bulunulan her iki yönetmeliğin maddeleri Ek 1’de açıklanmaktadır.

Şekil 2’de de görülebileceği üzere, KAAT “zincirinin” en önemli adımları şunlardır:

- Kentsel atıksuyun artıtımı gereklilikleri.
- Deşarjları düzenleyecek olan kanalizasyon sistemlerinin inşası ve bakımı ile ilgili gereklilikler.
 - Deşarj izinlerinin verilmesi ve belediyeler tarafından kanalizasyon sistemlerine yapılacak endüstriyel atıksu deşarjlarının denetlenmesi.
 - KAAT’ne giren ve çıkan atıksu kalitesinin ÇOB tarafından denetlenmesi.
 - Deşarj izinlerinin verilmesi ve doğrudan yüzey suyundaki sanayi atıksularının ÇOB tarafından denetimi.

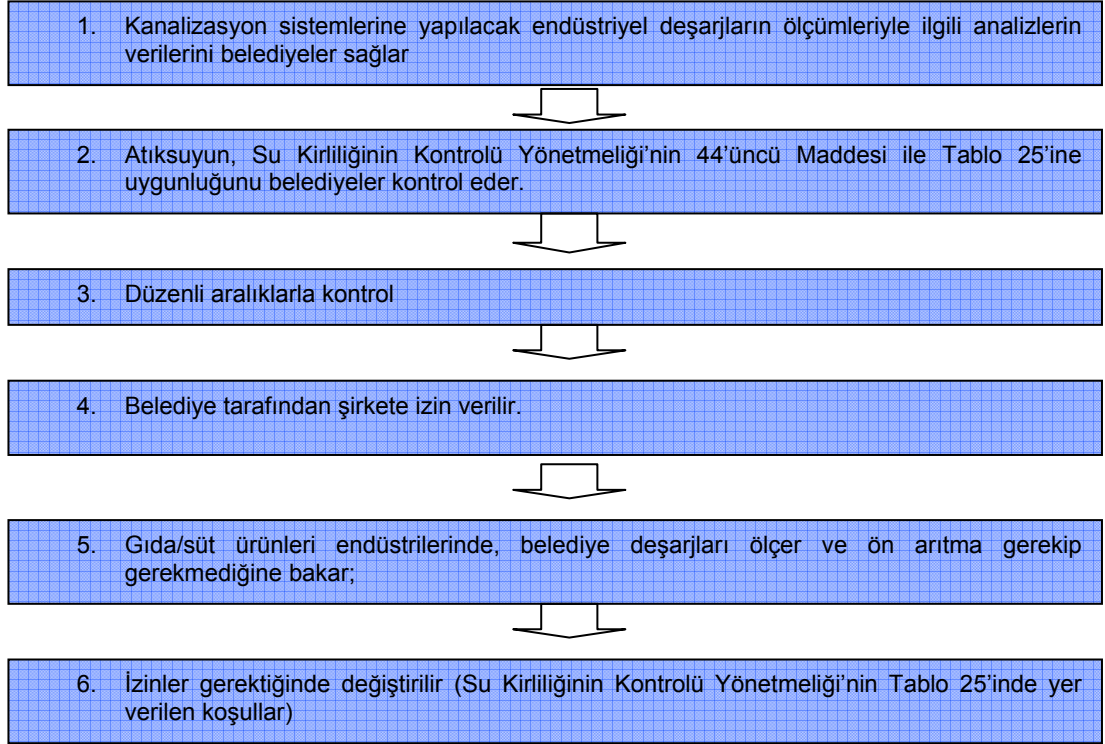
2.3 Kurumsal Çerçeve

Deşarjları kontrol altında tutabilmek için etkin biçimde çalışan bir kurumsal çerçeveye ihtiyaç vardır. Yukarıda sayılan adımların, sorumluluk üstlenecek kurumlar tarafından izlenmesi gerekecektir. Bu görev ve sorumluluklar aşağıda daha detaylı olarak ele alınmıştır.

Genel görev ve sorumluluklar

- Atıksu deşarj ilkelerinden, sektörel deşarj standartlarından, alıcı ortama deşarjla ilgili yasal izinlerden, Atıksu Arıtma (AA) projelerinin denetim, izlenmesi ve onayından Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB) sorumludur.
- Nitrat kirlenmesinin takibi ve denetiminden Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı sorumludur.
- Kanalizasyon sistemi ve KAAT’lerinin tesis edilmesinden, bakımından, iyileştirilmesinden ve işletilmesinden Büyükşehir Belediyesi ve diğer belediyeler sorumludur.
- Belediyeler İller Bankası’ndan AAT projesinin hazırlanmasını, inşaatının yaptırılmasını ve finansmanını talep edebilirler. Bu belediyelerin AAT’nin proje tasarımından, teknik danışmanlık (denetim) hizmetlerinden, ihale işlemlerinden ve inşasından İller Bankası yetkilidir.

Evsel AAT'ne yapılacak endüstriyel deşarjlarla ilgili görev ve sorumluluklar



Evsel AAT'nden yüzey sularına yapılacak deşarjlarla ilgili görev ve sorumluluklar



Gelecekteki zorluklar

- KAAD'nin gereklilikleri Türkiye yasaları ve düzenlemelerine dahil edilmiştir; ancak, atıksu direktifi ve çevreyle ilgili diğer direktifler konusunda daha entegre bir yaklaşım geliştirilebilir;
- Kanalizasyon sistemine yapılacak endüstriyel deşarjlar konusundaki izinleri belediyeler vermektedir; ancak belediyeler fiili deşarjların kalitesini kontrol etmemektedir. Deşarjların denetimini iyileştirmek için, hem bölgesel düzeyde hem de yerel makam düzeyinde kapasitenin iyileştirilmesi gerekir.
- Yönetmeliğin uygulanması konusunda iyileştirmeler yapılabilir. KAAT'nin operasyon performansını takip etmekten ÇOB İl Müdürlüğü sorumludur. ÇOB, bu görevlerin de belediyeler tarafından ifa edilmesini tercih edebilir ancak bunun için kapasite yetersizliği söz konusudur.

3 Organizasyon, Yönetim ve Finansman

Araçları

3.1 Giriş

KAAT'lerinin gerçekleştirilmesinden, işletilmesinden, bakımından ve atıksu hizmetlerinin finansmanından belediyeler sorumludur.

2,000 ile 10,000 arası eşdeğer nüfusa sahip belediyeler 2017 yılına kadar, 10,000 ile 50,000 arası eşdeğer nüfusa sahip belediyeler 2014 yılına kadar; 50,000 üzeri nüfusa sahip tüm belediyeler ise 2012'ye kadar atıksu arıtımına erişebilmelidir. Halen atıksu arıtımına ihtiyaç duyan (2,000 ila 50,000 nüfusa sahip) küçük ve orta ölçekli belediyelerin sayısı 2,500 kadardır. Belediyelerin finansman ve yatırım taleplerini etkin bir biçimde hayata geçirebilmek için organizasyonla ilgili bazı tavsiyeler sunulmalıdır.

Organizasyon ve finansmanla ilgili etkin tedbirler dikkate alındığında, KAAT'lerinin işletilmesi ve bakımı kayda değer biçimde iyileştirilebilir. Aşağıda operasyon ve bakımın iyileştirilmesi için tavsiyeler sunulmaktadır.

3.2 Daha İyi Organizasyon, Yönetim ve Finansman için Tavsiyeler

1) Belediyeler arası işbirliği ve su birliklerinin kurulması

Küçük ve orta ölçekli belediyelerde KAAT'lerinin inşa edilmesiyle ilgili ortak uygulama; her belediyenin gerek İller Bankası'ndan, gerek ÇOB'ndan gerekse diğer yatırımcılardan destek alarak veya destek almaksızın kendi başlarına tesisi inşa etmesi şeklindedir. KAAT'lerinin işletilmesi ve bakımı her belediye tarafından ayrı olarak gerçekleştirilir. KAAT'lerinin küçüklüğü nedeniyle, maliyet-etkin KAAT'lerin hayata geçirilmesi ve/veya işletim ve bakımının uygun şekilde organize edilmesi güçtür.

KAAT'nin birden fazla belediyeye hizmet vermesi durumunda etkinlik arttırılabilecektir. Bu tür tesislerin inşa edilmesi ve işletilmesi ile ilgili maliyetler böylece kayda değer biçimde azaltılabilir. Belediyelerin KAAT ile ilişkili yatırım, inşaat, işletim ve bakım hususlarında işbirliği yapması durumunda kaynaklar, özellikle de insan kaynakları, azamiye çıkarılabilecektir.

ÇOB su birlikleri oluşumunu başlatmış ve KAAT'lerinin birden fazla belediye tarafından paylaşılmasını sağlamıştır. Bazı belediyeler (İller Bankası'nın da önerisi ve uygun görüşü ile) atıksu arıtımı konusunda işbirliğine başlamışlardır; ancak, ortaklık içerisindeki belediyelerden birisinin mali yükümlülüklerini yerine getirmemesi halinde ortaklığın aksaması sıkça rastlanan bir durumdur. Makul ve sağlam bir işbirliğini destekleyecek yönetim sistemleri düşünülmelidir. Su birliklerinin oluşturulması ile ilgili muhtemel işbirliği şekillerinin genel bir değerlendirmesine Ek 2'de yer verilmiştir.

2) ÇOB, İller Bankası ve Belediyeler arasındaki işbirliği

ÇOB, İller Bankası ve Belediyeler arasındaki işbirliğinin iyileştirilmesi atıksu düzenlemeleri ile ilgili uygulama ve öncelikler konusunda ortak karar alınmasını destekleyecektir. Ek 3'de İller Bankası için geliştirilmiş bir karar alma modeli gösterilmektedir. Bu model, optimum süreç için önerilen durumdur. Mevcut uygulamalar henüz bu modelle uyumlu değildir ancak halen müzakere edilmektedirler.

3) Belediyelerin rolü; kirleten öder prensibi, personel

Mevcut durumda bir belediye bir AAT inşasına başlamak konusunda inisiyatif alır ve destek için İller Bankası (Belediyelerin büyük çoğunluğu) ya da ÇOB'ndan talepte bulunur. Belediye, AAT'nin inşası sürecine dahil olmaz. Belediye ancak inşaat tamamlandığında devreye girer. İnşaat tamamlandığında, operasyon ve bakım belediyenin sorumluluğu altında organize edilir. Bu genellikle operasyon ve bakım uygulamalarının yetersizliği ile sonuçlanır. Belediyeler, AAT'lerinin tasarlanması ve inşaatı süreci ile ve inşaatı tamamlanan tesislerin operasyonu ve bakımı ile ilgili hususlarla daha yakından ilgilenmelidirler. Bu, sahiplik ve sorumluluk hislerini arttıracaktır.

Aşağıda belirtilen faaliyetler belediyeler tarafından gerçekleştirilmelidir:

- "Kirletenlerden" ücretlerin toplanması ile ilgili hususların organize edilmesi; bu gelirler yatırım, işletme ve bakım maliyetlerinin karşılanmasında kullanılabilir.
- Atıksu arıtımı ile ilgili tarifenin/verginin hesaplanması ve ne zaman uygulanacağına karar verilmesi
- İşletim ve bakım için gereken personelin istihdamı
- Atıksu arıtımı ile ilgili gerekliliğin halka duyurulması.

4) Fizibilite çalışmalarında işletim ve bakım maliyetlerine dikkat edilmesi

KAAT'ler tasarlanırken enerji, işletim, bakım, personel gibi birden fazla maliyet unsuru en azından 35 yıl gibi süreleri kapsayacak şekilde dikkate alınmalıdır. Mali hususların fizibilite aşamasında dikkate alınmaya başlanması (örneğin otomasyon ve diğer enerji-etkin havalandırıcılar gibi) uygun küçük ölçekli KAAT tekniklerine ilişkin kararları ciddi şekilde etkileyebilecektir.

5) İnşaat sırasındaki gözetim ve denetim

İnşası tamamlanan KAAT'ler kimi zaman ilk tasarıma birebir uymaz. Başarısız ya da düşük kalitede tesisler inşa edilmesi, bakım ve tadilat için zamanından önce yüksek tutarlarda paralar ödenmesine neden olur. Bu sorun, KAAT'lerinin inşaatı sırasındaki gözetim ve denetimin daha kapsamlı şekilde gerçekleştirilmesi ile çözülebilir. İnşaat sürecindeki gözlem ve denetimin kalifiye personel tarafından yapılması sağlanmalıdır.

6) KAAT'lerinin Birleştirilmesi

KAAT'lerinin belediye seviyesinde işletimi için kalifiye personel yetersizliği söz konusudur. Bu nedenle tercih edilen, KAAT süreçlerinin, özellikle de komşu belediyelerin KAAT süreçlerinin birleştirilmesidir. Tesisler benzer olduğunda farklı KAAT'leri arasında personel değişikliği kolayca mümkün olacaktır.

7) Halkın dahil edilmesi

Atıksu arıtılması süreçlerine halk daha sık dahil edilebilir. Atıksu düzenlemesi/yönetimi ile ilgili karar alma sürecine halkın dahil edilmesi, halkın atıksu arıtımı ile ilgili kararlılığını arttıracak ve atıksu arıtımı ile ilgili ödeme yapmak zorunda olduklarını anlamalarını sağlayacaktır.

8) **İhale sürecinin gözden geçirilmesi**

Genel olarak Geleneksel şekil, Tasarım ve Yapım ile Kamu-Özel Sektör İşbirliği (bkz: Ek 4: ihale çeşitleri) olmak üzere üç ihale çeşidi bulunmaktadır: Tasarım ve Yapım ile Kamu Özel Sektör İşbirliği ihale türleri halen Türkiye’de uygulanmamaktadır. Geleneksel ihale çeşidinde inşaat üzerindeki denetim azami seviyede tutulabildiğinden, en uygunu geleneksel çeşit olacaktır.

Halen uygulanmakta olan ihale türü ile ilgili olarak aşağıdaki hususlar belirtilebilir:

- Tasarım öncesi süreçte sadece yatırım maliyetleri dikkate alınmakta, işletim maliyetleri dikkate alınmamaktadır. Nihai kullanıcı açısından kullanım maliyetleri de en az yatırım maliyetleri kadar önem arz ettiğinden, kullanım maliyetlerinin daha fazla önemsenmesi tavsiye olunur. Tasarım dahilinde her iki maliyet türünün dikkate alınmasıyla, inşaatı ucuza tamamlanabilecek ancak kullanım maliyetleri yüksek olacak bir sistemin tercih edilmesi önlenebilecektir.
- Çok Kriterli Analiz (bkz: Ek) kullanımı, çeşitli kriterlere dayanan bir karar alma mekanizmasını destekler.

9) **Enerji maliyetlerine devlet desteği**

Ekim 2010’da, ÇOB’ca AAT enerji teşviği düzenlemesi yayınlanmıştır. Söz konusu düzenleme gereğince işletilmekte olan kentsel ve endüstriyel AAT’lerinin enerji maliyetlerinin bir kısmı finanse edilmektedir. (fiilen desteklenen yüzdenin halen tespit edilmesi gerekmektedir). Belediyeler bu destek için müracaatta bulunabilirler.

10) **AAT işletilmesinde özel sektör seçeneğinin göz önünde bulundurulması**

AAT’lerinin en önemli maliyet bileşenleri personel ve elektrik giderleri kalemleridir (bkz: aşağıdaki tablo). Belediyeler tesisleri kendileri işletebilecekleri gibi, işletmeyi dışarıdan özel bir şirkete de verebilirler. Dış kaynak kullanımının bazı avantajları bulunmaktadır: Özel sektör personel işe alımı konusunda her zaman daha esnek ve personelle ilgili gider kalemlerinin kontrolünde daha etkindir. Dış kaynak kullanımıyla ilgili bir diğer avantaj ise satın almalarındaki esnekliktir. Devlet alımlarıyla ilgili kurallar daha az esnektir ve arıtma tesisleri için yedek parça ve kimyasal madde alımları genellikle daha uzun zaman almaktadır. Dış kaynak kullanıldığında alım, özel şirket tarafından gerçekleştirilecektir ve özel şirketin kamu alım kurallarına uyma zorunluluğu olmayacaktır.

Açıklama	Birim maliyet, Avro
Enerji tüketimi	kWh başı 0,10
İşgücü, yönetim	Yılda 24.000
İşgücü, teknisyenler	Yılda 16.800
İşgücü, düz işçiler	Yılda 7.000
Çökeltme kimyasalları	Ton başı 200
Polimerler	Kg başı 3,8
Çamur nakli	Ton/km başı 0,20

11) **Maliyetlerin farkında olunması**

İşletim ve bakım maliyetlerinin tahminine destek olmak açısından Ek 5’de bir tabloya yer verilmiştir. Bu tablo, işletim ve bakım maliyetlerine ilişkin genel bir rehber olarak düşünülmelidir.

4 Teknik Yaklaşım ve Araçlar

4.1 Giriş

Türkiye'deki mevcut KAAT'lerinin değerlendirmesine dayalı olarak, daha iyi atıksu arıtımına ilişkin genel teknik tavsiyeler sunulmaktadır. KAAT Direktifi ile ilgili hususlar dikkate alınarak hazırlanmış uygun atıksu arıtma teknolojilerinin genel bir değerlendirmesi Bölüm 4.3'de sunulmaktadır. Bölüm 4.4'de ise yenilikçi teknikler ele alınmaktadır. Tasarım kriterleri değerlendirilmiş ve önemli bir etkinlik ölçütü olarak otomasyon konusu derinlemesine ele alınmıştır. Son bölümde ise AAT'lerinin boyutlandırılması ile ilgili bir araç sunulmuş ve İşletim-Bakım konusu ele alınmıştır.

4.2 Daha İyi Atıksu Arıtma İçin Genel Tavsiyeler

Türkiye'deki mevcut KAAT'lerinin değerlendirmesine ilişkin aşağıdaki teknik tavsiyeler sunulmaktadır:

1) Verimin tespit edilebilmesi amacıyla KAAT'nin giriş ve çıkış suyunun sık aralıklarla analiz edilmesi

KAAT'nin gerçek etkinliği bilinmemekle birlikte giriş ve çıkış suyu değerleri gereğince analiz edilmemektedir. KAAT'nin veriminin bilinmesi son derece önemlidir.

2) Oksijen ölçümünün kurulması ve oksijen girişinin kumanda edilmesi

KAAT'lerindeki havalandırma cihazlarının kapalı olması, sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Bu enerji maliyetlerini düşürmek için başvurulan bir yöntem olsa da tesisin etkinliğini kayda değer biçimde azaltmaktadır. Oksijen girişini kumanda edecek online oksijen ölçümünün kurulması tavsiye olunur (ayrıca bkz: 3. husus).

3) KAAT'nin işletilmesinin iyileştirilmesi için daha fazla online ölçüm kurulması

Online akış ölçümüne ek olarak, genellikle KAAT'lerinde online ölçüm de kurulu değildir. Bu, KAAT'nin işletilmesini zorlaştırır. Özellikle de aktif çamur tankında bulunacak bir online oksijen ölçümü çok önemlidir. Yüzey havalandırıcıları, bu online oksijen ölçümü tarafından kumanda edilmelidir. Böylece, oksijen miktarının KAAT'nin o anki yüküne uygun miktarda olduğundan emin olunur. Oksijen (=enerji) bu şekilde boşa harcanmamış olur. Genel olarak, daha fazla sayıda online ölçüm kullanılması ile operatörlerin fazla zaman harcamasına gerek duyulmaz. Online ölçümlerle ilgili daha iyi bir denge kurulması hususu dikkate alınabilir. (*İller Bankasınca yapılan projelerde oksijen ölçüm cihazları ve diğer ölçüm cihazları otomasyona bağlı olarak tesis edilmekte, ancak arızalanması halinde bazı Belediyelerce onarılmadığı için kullanılmamaktadır.*)

4) Çıkış suyunda klorlama gereğinin değerlendirilmesi

Atıksu arıtma tesisi çıkış sularında bulunması olası koliform bakterilerin halk sağlığı üzerinde yaratacağı riskleri azaltmak amacıyla klorlama yapılmaktadır. Bu açıdan klorlama faydalı olmakla beraber alıcı ortam karakteristikleri göz önüne alınarak gereksiz uygulamalardan kaçınılmalıdır. Klorlama, yüzme suyu veya sulama suyuna direk deşarj yapıldığı durumlarda önemlidir. Öte yandan denize boşalan küçük bir akarsuya deşarj yapılıyorsa bu deşarjın deniz üzerindeki etkileri ihmal edilebilir düzeyde olacaktır.

Bu durumda, tesisin işletiminde yapılacak iyileştirmeler çıkış suyundaki koliform içeriğinin azaltılması yönünden klorlamaya oranla daha etkin fayda sağlayabilir.

5) Yerleşim konusunda yapılacak iyileştirmeler sayesinde inşaat maliyetlerinin azaltılması

Genel olarak, KAAT'leri birden fazla binadan, uzun boru hatlarından ve pek çok dağıtım bölgesinden oluşur. Binaların daha efektif bir yerleşim ile birleştirilmesi inşaat maliyetlerini ciddi ölçüde azaltacaktır.

6) Tasarım etkinliği

Bazı KAAT'leri gelecekte genişletilebilecekleri hususu dikkate alınarak inşa edilir. KAAT'nin tasarlanması ve inşası aşamasında bu maliyet açısından etkin bir çözüm gibi görülebilir, ancak uygulamada inşaat maliyetleri gereğinden yüksek olacaktır. Gelecekteki muhtemel büyüme için kurulmuş/inşa edilmiş olan bileşenler (kötü hava koşulları, atıksudan mütevellit kirlenmeye maruz kalma, vb. gibi nedenlerle) amortismanına tabi olacak ve KAAT yenilenirken muhtemelen bunların da yeniden yapılması gerekecektir. Ayrıca, KAAT'lerinin tekniği de zamanla kayda değer biçimde değişebilecektir.

7) Operatörler için emniyet tedbirleri alınması

Operatörlerin çalışma koşullarının optimize edilmesi için emniyet tedbirleri alınmalıdır. Örneğin, pompalar veya diğer elektrikli cihazlar üzerine bir emniyetli çalışma düğmesi takıldığında cihazdaki elektrik akımının kontrol edilmesi sağlanır. Bu da, bakım çalışması sırasında emniyetli çalışma koşullarının sağlanmasını mümkün kılar. Bir diğer emniyet tedbiri ise, aktif çamur tanklarındaki emniyet kordonlarıdır. Emniyet kordonları yüzey havalandırıcıları ve iticilerinin birkaç metre aşağısına bağlanır. Emniyet kordonları, aktif çamur tankına kazara düşen olduğunda, düşen kişiyi çekmeye yardımcı olur. Emniyet kordonu çekildiğinde yüzey havalandırıcıları ve iticiler durur ve böylece fiziksel yaralanmalar önlenmiş olur.

8) Operatörlerin eğitilmesi

Genel olarak, yüklenici tarafından verilen eğitim süresi azdır. Daha uzun süreli eğitim verilmediği.

9) Sulu ortamda karışmış askıdaki katı madde (Mixed Liquid Suspended Solids) içeriğinin tasarım değerinde veya tasarım değerinin altında tutulması

10) Susuzlaştırılmış çamur için bir nihai hedef belirlenmesi

4.3 En Yeni Aktif Çamur Konfigürasyon Türleri

Türkiye'nin Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifine uymayı istediği dikkate alındığında, aktif çamurlu KAAT'lerinin küçük ve orta ölçekli belediyeler için en uygun tesisler olduğu görülmektedir. Daha basit ve ekonomik olarak daha etkin olan SBR (Sequence Batch Reactor – Ardışık Kesikli Reaktör) ve Doğal arıtma/lagünler gibi diğer arıtma çeşitleri (Ek 6'daki, evsel atıksuların arıtılması için küçük ölçekli teknolojilerin listesine bakınız) bulunsa da bunlar, nitrat ve fosfat giderimi ile ilgili KAAD gerekliliklerini karşılamamaktadır.

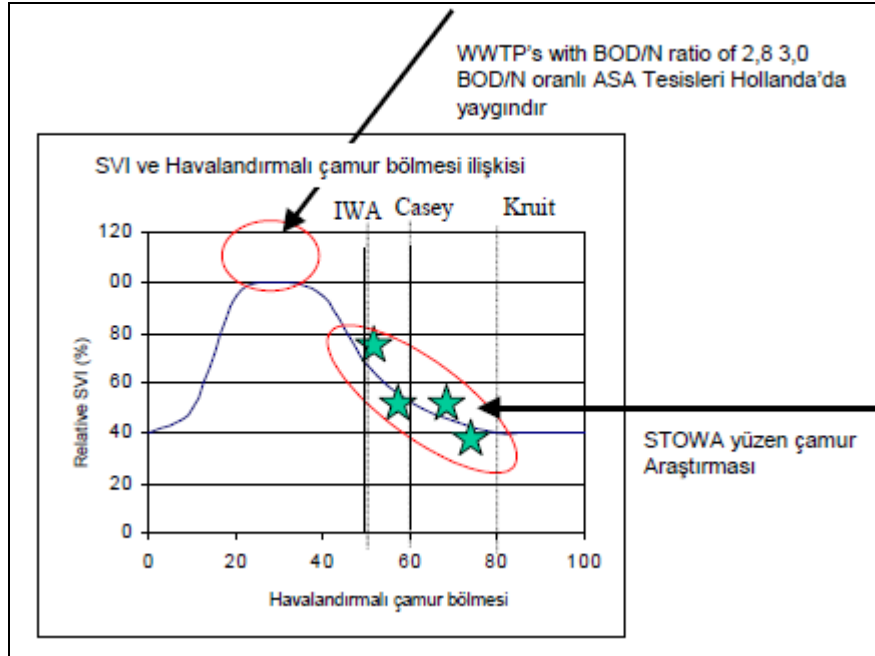
Aktif çamurlu KAAT'leri eş zamanlı ve birden fazla bölme sistemlerinden oluşmaktadır. Çoklu bölme sistemleri, Hollanda'da, KAAT'leri ile ilgili akıllı teknolojilerin ön planında yer almaktadır. Çok bölmeli sistemler çamurun yüzmesini önler ve optimum biyolojik nitrojen ve fosfat giderimine odaklanmaktadır. Süreç tercihleri ve yapılandırma şekilleri aşağıdaki paragraflarda ele alınmaktadır.

4.3.1 Yüzen Çamur Probleminin Kontrol Altında Tutulması

Araştırmalar, SVI'sı (Sludge Volume Index – Çamur Hacim Endeksi) 120 ml/g'nin altında olan bir KAAT tasarlamanın mümkün olduğunu göstermektedir; ancak belirli bazı koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir.

1) En önemli faktör, aerobik bir reaktörde 15 °C'nin altındaki sıcaklıklarda yeterli aerobik çamur miktarının sağlanmasıdır. Bu, yeterince düşük bir SVI elde etmek açısından hayati önem arz eder. *Microtrix parvicella* oluşumu bu kadar düşük yüklerde çamurun yüzmesinin ve aşırı nitrojen gideriminin temel sebebi olduğundan, *Microtrix parvicella* oluşumu önlenmelidir. Aşağıdaki şekil, aerobik çamur (x eksen) ile SVI (y eksen) arasındaki nispi ilişkiyi göstermektedir. Şekil, Almanya'daki deneylere ve Güney Afrika'da laboratuvar ölçөгündeki pratik sonuçlara dayanmaktadır.

Bu şekilde, aerobik çamurun çok düşük oranı ile yüksek oranının iyi bir SVI sağladığı görülmektedir. En iyi SVI'nin elde edilebildiği değer olarak IWA (Uluslararası Su Birliği – International Water Association) %50'den fazla, Casey %60'dan fazla, Kruit ise %80 değerini kullanmaktadır. Yani farklı kaynaklar bu konuda birbirleriyle tam olarak uyuşmamaktadır. 15 °C'den yüksek sıcaklıklarda, ipliklerin şekli değişecek, iplik yapılarını kaybedeceklerdir. Bu şekil değişikliği gerçekleştiğinde iplikler çamur yüzmesinde rol oynamayacaklardır.



Şekil 3: Aerobik çamura bağlı olarak nisbi SVI değişimi

2) *Microtrix parvicella* hidrofobik ve iplikli bir bakteridir; büyüme hızı düşüktür ancak birleşme eğilimi yüksektir. Sadece yüksek yağlı asitlerinde ve düşük N ve S (mikro aerofili) oksijenli ortamda gelişebilir. *Microtrix parvicella* oksijensiz ortamlarda gelişemez ama yüksek yağ asitlerini absorbe etmeyi sürdürmektedir. Oksijen konsantrasyonu 1.5 mg/l'den fazla olan bir aerobik tank ve yeterince yüksek aerobik çamur oranı çıkış suyunda düşük amonyak konsantrasyonu sağlayacaktır. Bu, *Microtrix parvicella* için dezavantaja neden olacaktır.

3) Ayrıca, anaerobik tanktaki (mevcut ise) ve ön denitrifikasyon tankındaki piston akım koşulları (mevcut ise) floktaki yağ asitlerinin nüfuzunu destekler ve bunları aerobik tanktaki *Microtrix parvicella* için daha az uygun hale getirir.

4) Ayrıca, anaerobik tanktan sonra konulacak, belirli bir asgari temas süresine sahip bir ön denitrifikasyon tankı da doğru bakterinin oluşumunu kolaylaştırır ve eşzamanlı koşulların yokluğu nedeniyle *Microtrix parvicella* gelişimini önler. Sabit anoksik reaktörde *Microtrix parvicella* çoğalamaz ama yüksek yağ asitlerini absorbe edebilir. Ancak, diğer mikroorganizmalar da aynı koşullar altında yüksek yağ asitlerini absorbe edebilmektedir. Ama bu organizmalar çoğalabileceklerinden daha rekabet edebilir hale gelecektir. Kullanılacak bir ön denitrifikasyon tankı, uygun flokülasyon bakterisinin seçilmesine katkıda bulunur. Piston akım konfigürasyonu gradyent bir alt tabakaya neden olur bu da COD ve (yüksek) yağ asitlerinin flok tarafından absorbe edilmesini sağlar.

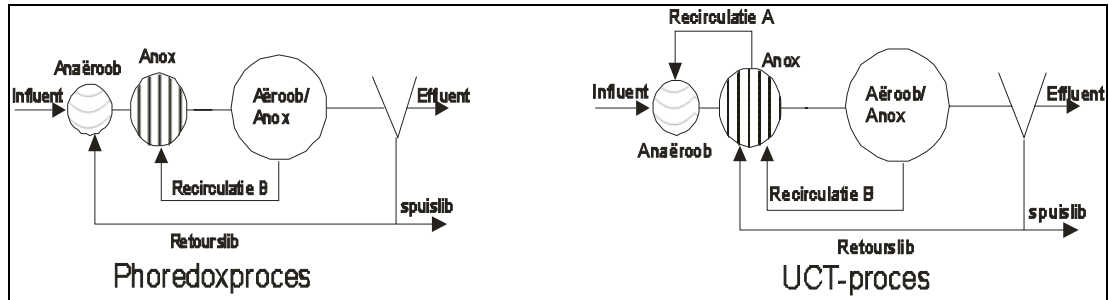
5) Muhtemelen, kışın nitrifikasyon yazın ise denitrifikasyon için fakültatif bir tanka ihtiyaç duyulacaktır. Bu, atıksudaki BOI/N oranına bağlıdır (bkz: paragraf 5.2.4).

Özetle

Microtrix parvicella'dan kaynaklı çamur yüzmesi sorunları sadece düşük sıcaklıklarda (< 15 °C) söz konusudur. Yaz aylarında, *Microtrix parvicella* sorunu söz konusu değildir. Bu ipliksi bakteri 15 °C ve üzeri sıcaklıklarda farklı bir şekil alacak ve artık çamur yüzmesi sorununa katkısı olmayacaktır. Pratikte bu, 15 °C üzeri sıcaklıklarda aerobik çamur oranının ve amonyak konsantrasyonunun (çamur yüzmesinin önlenmesi açısından) kritik önem arz etmeyeceği anlamına gelmektedir.

4.3.2 Biyolojik Fosfor Giderimi ile İlgili Konfigürasyon

Ana proses akışındaki (aktif çamur sistemindeki) biyolojik fosfor giderimi işlemi için Phoredox süreci ve UCT (University of Cape Town) süreci olmak üzere birbirinden farklı iki konfigürasyon göze çarpmaktadır. Phoredox süreci ve UCT süreci aşağıdaki şekilde şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 4: Phoredox ve UCT süreçlerinin şematik gösterimi

Bu iki konfigürasyon arasındaki tek (ancak mutlak) fark geri dönüş çamurunun ve A geri devrinin giriş noktası yeridir. Phoredox sürecinde; geri dönüş çamuru anaerobik tanka geri devir ettirilir. UCT sürecinde ise geri dönüş çamuru aerobik tanka geri devir ettirilerek anaerobik tanka ayrı bir geri devir ile iletilir (A geri devri).

Phoredox sürecinde, anaerobik reaktörün bir bölümü, nitrat içeren dönüş çamurunun geri devir edilmesi nedeniyle, anaerobik ortam anoksik olacaktır. Bu, özellikle düşük sıcaklıklarda ve fazla yük altında meydana gelir. Bu nedenle, Bio-P süreci sekteye uğrar. Özellikle de kış aylarında çıkış akışındaki fosfat konsantrasyonu yüksek olabilir. Kısıtlı fosfat uzaklaştırma etkisi birkaç hafta sürebilir.

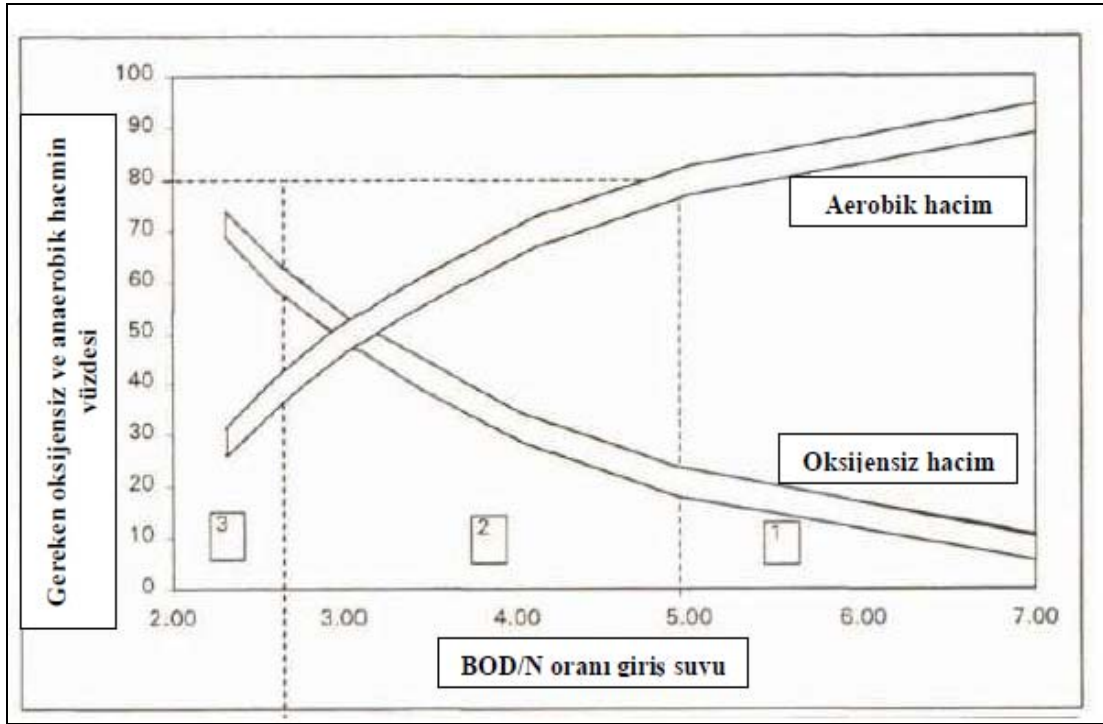
UCT süreci sabit oksijensiz tankta denitrifikasyon işleminin tam olarak gerçekleştirileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu şekilde, anaerobik tank yıl boyu oksijensiz kalabilecektir. Bunun avantajları aşağıda sıralanmıştır:

- UCT sürecinde daha az kimyasal kullanılır (ya da hiç kimyasal kullanılmaz). UCT süreci bu nedenle Phoredox sürecinden daha sürekli.
- Sistem, dönüş çamur akışından bağımsızdır.

- Tüm yağ asitleri biyolojik P giderimi işlemi için kullanılacaktır ki bu da çıkış suyundaki P konsantrasyonunu düşürür. Fosfor giderim işleminin daha etkin olmasının yanında, denitrifikasyon işlemi için daha fazla BOİ bulunduğundan, denitrifikasyon süreci de daha hızlı gerçekleşir.

4.3.3 Konfigürasyon Seçeneği

KAAT içerisinde denitrifikasyon işlemi için kullanılan bölmelerin miktarı BOİ/N oranına bağlıdır (Hollanda kılavuzu). BOİ/N oranı ile bölme miktarı arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 5

Yukarıdaki şekilde, ihtiyaç duyulacak bölmelerin miktarını temsil eden üç alan bulunmaktadır:

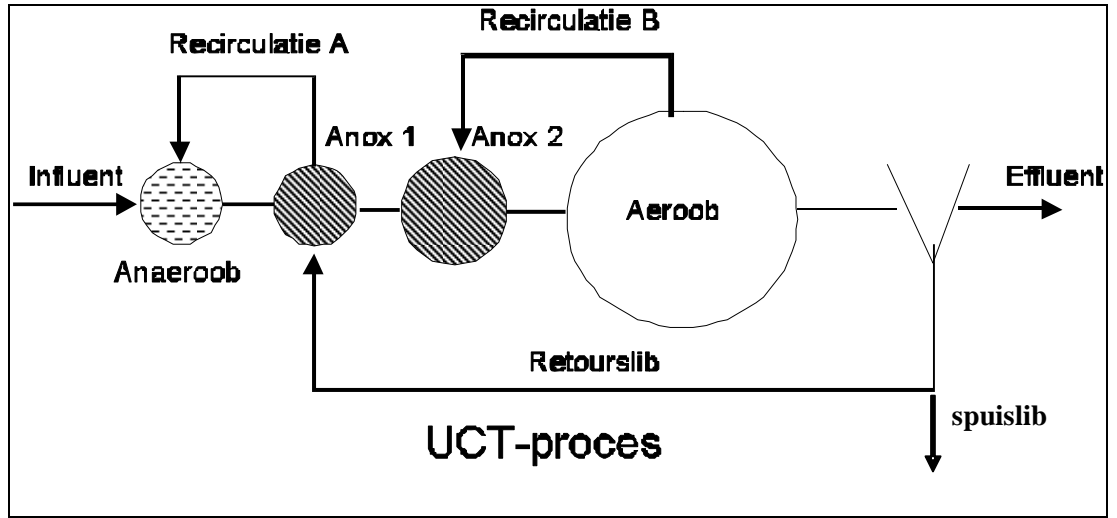
1. Hiç sabit anoksik hacim gerekmiyor → eşzamanlı (BOİ/N oranı yaklaşık > 5)
2. Sabit anoksik hacim gerekiyor (BOİ/N oranı yaklaşık > 2.5 ve < 5)
3. Sabit anoksik hacim ve fakültatif hacim gerekiyor (BOİ/N oranı yaklaşık < 2.5)

Kısaca, yukarıda belirtilen BOİ/N oranı için, bir karusel sistemi gibi, yaklaşık olarak 5 adet eşzamanlı bölme kullanılabilir. BOİ/N oranı yaklaşık olarak 5'den küçük ve yaklaşık olarak 2.5'dan büyük bir sistem için iki bölmeye ihtiyaç duyulur. BOİ/N oranının daha da düşük olması durumunda üçüncü bir bölmeye ihtiyaç duyulur. İki çizgi, iyi bir nitrojen giderimi sağlanabilmesi için gerekli olan aerobik ve anoksik hacmin yüzdesini göstermektedir. Örneğin BOİ/N oranı 4 ise, yaklaşık %30 anoksik ve %70 anaerobik hacme ihtiyaç duyulur.

4.3.4 Konfigürasyon Türleri

Yakın tarihe kadar arıtma süreçleri hep tek bir tankta gerçekleştirilmiş ve çeşitli süreçler eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Bu eş zamanlı süreçler bazen yeterince etkin olamamıştır. Aynı süreçler için ayrı tankların kullanılmasıyla ideal koşullar elde edilebilir, böylece süreçlerde optimum hız sağlanabilir. Bu bölümde, UCT, BCFS®, Phoredox ve eşzamanlı nitrifikasyon/denitrifikasyon gibi biyolojik fosfor giderim işlemi yapılan ve yapılmayan çeşitli proses konfigürasyonları ele alınmaktadır.

UCT Prosesi



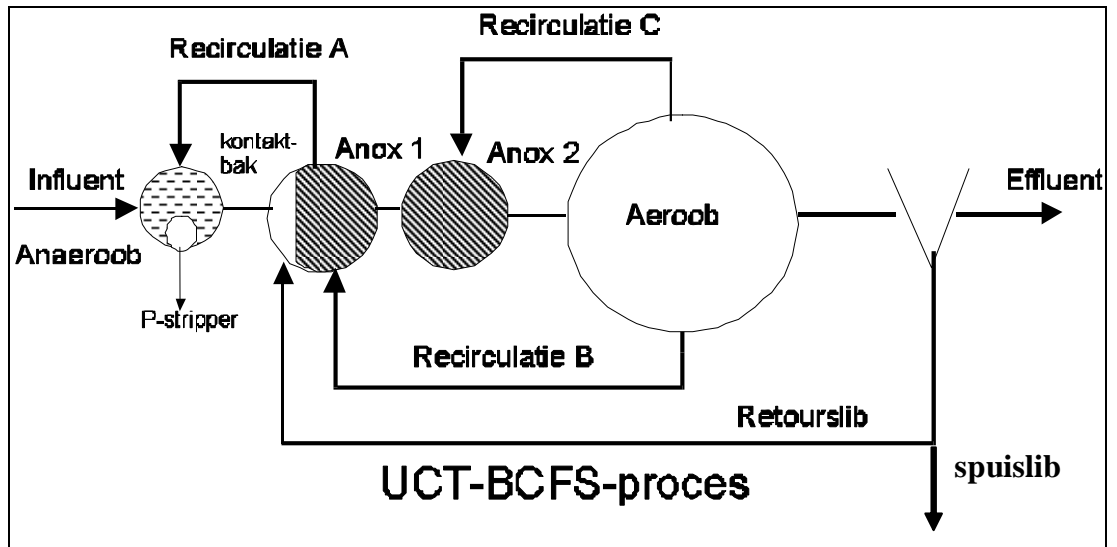
Şekil 6

Anaerobik reaktörde, bio-P bakterisinin seçimi gerçekleşir. İlk anoksik reaktörde (Anox 1) ön denitrifikasyon işlemi gerçekleştirilir. Bu reaktörde, dönüş çamurundaki nitrat, oksijensiz tanktaki artık biyo-çözünür KOI kullanılarak uzaklaştırılır. Daha sonra nitrat içermeyen çamur anaerobik tanka geri devir ettirilir (A geri devri). Bu süreçte, uçucu yağ asitleri tamamen bio-P bakterisi içindir. İkinci bir anoksik reaktörde (Anox 2) aerobik reaktörde oluşmuş olan nitrat denitrifikasyona tabi tutulur. Aerobik reaktörde nitrifikasyon gerçekleşir ve biyoçözünür KOI'nin kalanı da çözülür. Oluşan nitrat (B geri devri ile) aerobik reaktörden anaerobik tanka geri devir ettirilir ve orada nitratı alınır.

Bu sistemde, tüm uçucu yağ asitleri bio-P bakterisi için faydalı olacaktır. Bu sistemde biyolojik fosfat arıtmasının nitrojen arıtmasından daha önce gerçekleşmesi de bu yüzden.

Hollanda'da UCT prosesi genel olarak Kimyasal-Biyolojik Nitrat ve Fosfat Arıtımı işlemi ile birlikte kullanılır (UCT-BCFS® prosesi).

BCFS® prosesi

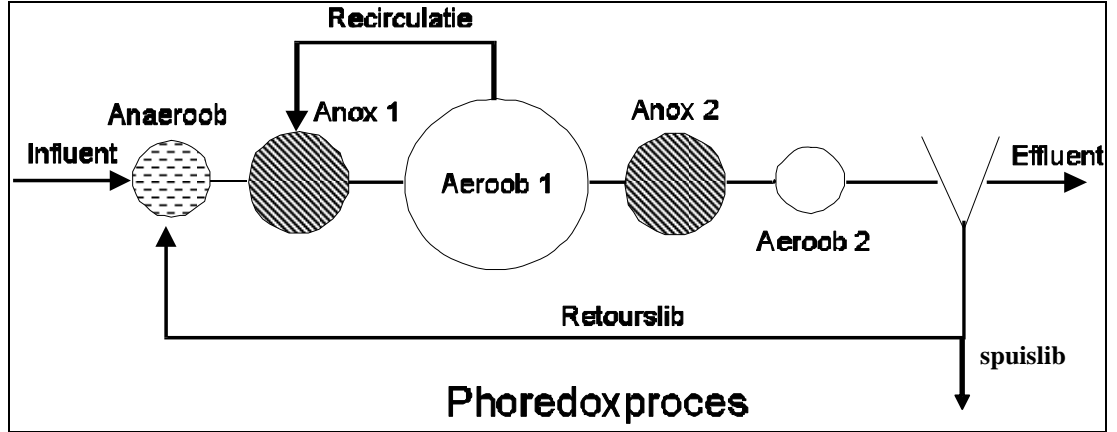


Şekil 7

Giriş suyu anaerobik alana giriş yapar. Oksijensiz alandan sonra atıksu ve çamur karışımı selektörden (temas tankı), anoksik alan 1'den (sabit anoksik reaktör), anoksik alan 2'den (fakültatif reaktör) ve aerobik reaktörden başlayarak diğer bölmelere girer.

Proses, farklı geri devir akışlarının (Geri devir A, Geri devir B ve Geri devir C) kumanda edilmesiyle düzenlenir. En son aerobik reaktör oksijenle düzenlenmiştir. Oksijensiz bölümdaki fosfatça zengin suyun bir sıyırıcı tank (stripper tank) yardımıyla alınması sonucu fosfor daha da giderilmiş olur. Bu fosfatça zengin suya bir metal solüsyonu eklenir ve su çökeltmenin gerçekleşeceği çamur koyulaştırıcısına gönderilir.

Phoredox prosesi

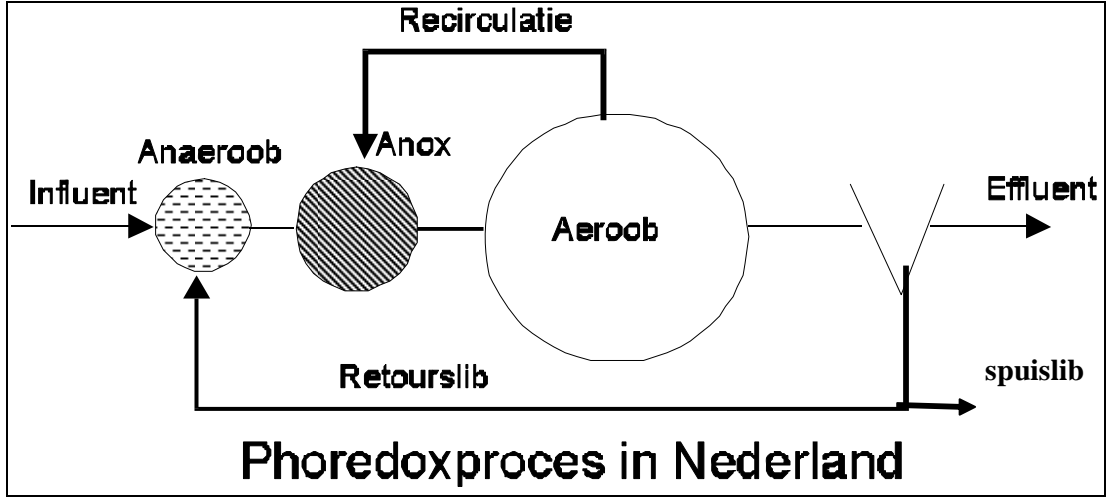


Şekil 8

Anaerobik reaktörde, bio-P bakterisinin seçimi gerçekleşir. İlk anaerobik reaktörde (Anox 1) ön denitrifikasyon gerçekleştirilir. Nitrat, aerobik reaktörden Anox 1'e doğru olan resirkülasyonla beslenir. İlk aerobik reaktörde nitrifikasyon gerçekleşir ve kalan biyoçözünür KOİ'de çözülür. Geri devrin sınırlandırılması amacıyla kalan nitrat ikinci bir anaerobik reaktörde (Anox 2) denitrifikasyon işlemine tabi tutulur. Bundan sonraki aerobik reaktörde çamur "tazelenir". Geri dönen çamur anaerobik reaktöre geri devir ettirilir. Anaerobik tankın ilk bölümü anoksik olacaktır çünkü dönüş çamurunda halen bir miktar nitrat bulunmaktadır.

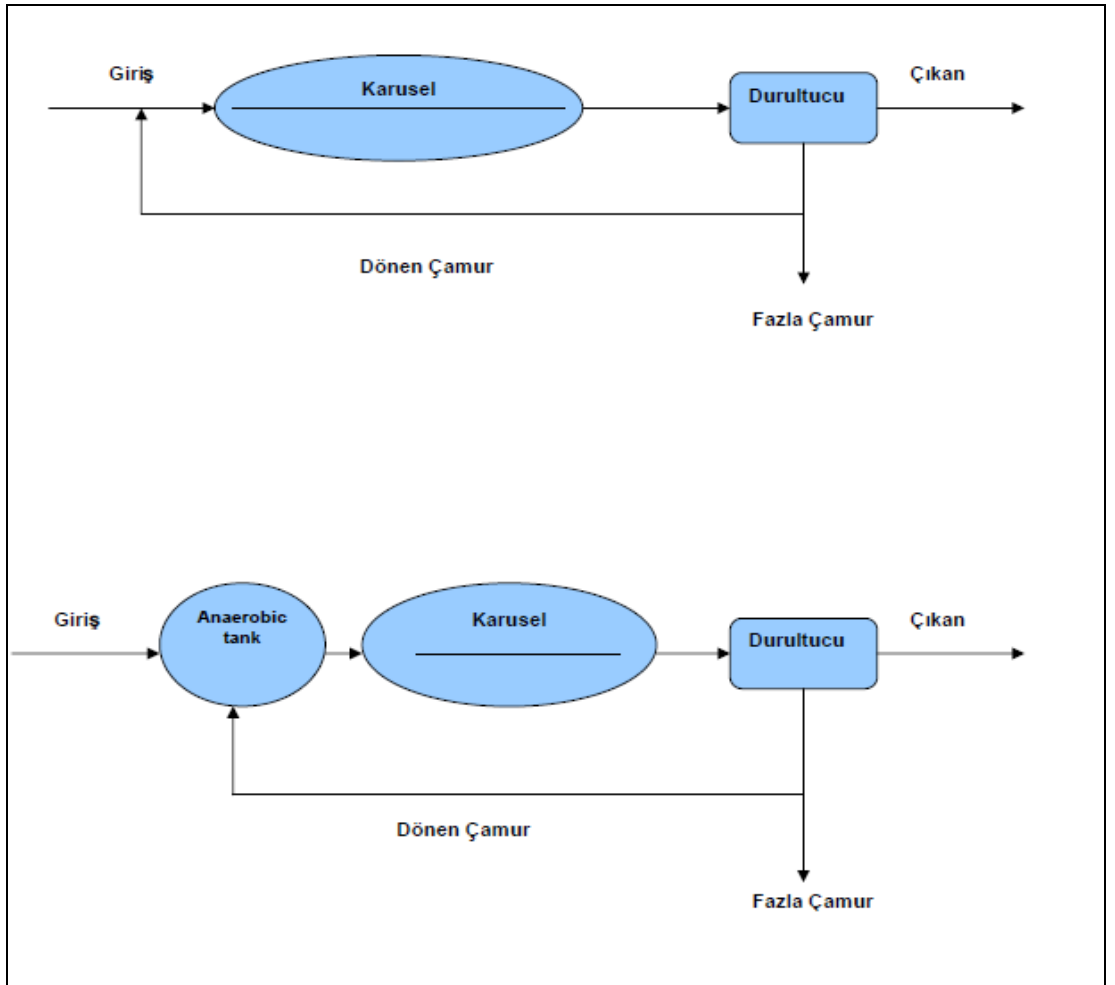
Bu sistemde, uçucu yağ asitlerinin bir bölümü bio-P bakterisi için değil, denitrifikasyon işlemi için faydalı olacaktır. Bu sistemde, nitrojen arıtması biyolojik fosfat arıtmasından daha önceliklidir.

Orijinal Phoredox prosesi tamamen piston akışlı reaktörlere dayalıdır ki bu da 5 farklı reaktöre neden olur. Hollanda'da hemen her zaman, son üç reaktör bir karusel reaktörü halinde birleştirilmiştir (eş zamanlı nitrifikasyon/denitrifikasyon). Bu karusel reaktörü içerisinde de aynı alanlar fark edilebilir. Aşağıdaki şekilde, Phoredox prosesi Hollanda'da kullanıldığı şekliyle gösterilmektedir.



Şekil 9

Bio-P'li/Bio-P'siz eş zamanlı proses



Şekil 10

Eş zamanlı nitrifikasyon/denitrifikasyon işlemi tek bir reaktörde gerçekleşir. Reaktör bir veya birden fazla aerobik ve anaerobik alanlar içeren bir sirkülasyon reaktörüdür. Bu farklı alanlardan ötürü, proses koşulları aerobik ve anoksik koşullar arasında sürekli olacaktır. Eşzamanlı prosesle son derece düşük nitrat konsantrasyonları elde edilebilir. Eşzamanlı olmayan prosesle yüksek SVI sağlanır. Bu nedenle, çökeltme tankları 150 mg/l gibi bir SVI için tasarlanmalıdır. UCT veya Phoredox prosesi için tasarım SVI'sı 120 ml/g'dir. Bio-P giderim işlemi amacıyla, sirkülasyon sisteminin öncesinde ayrı bir anaerobik tank kurulmuş olmalıdır.

4.4 Yenilikçi Teknikler

Bir önceki bölümde, son teknoloji çamur sistemlerine odaklanılmıştır. Bu sistemlerin haricinde piyasada yenilikçi bir takım teknikler de bulunmaktadır. Bu bölümde, bu yenilikçi tekniklerden bazıları ele alınacaktır.

Anammox®, Oland, SHARON, DEMON ve BABE

Bunların tümü, atıksuların denitrifikasyonu ile ilgili tekniklerdir. Bu sistemler, geleneksel aktif çamurlu sistemlere kıyasla daha az oksijen tüketirler ama çürütülmüş çamurun suyunun alınmasından elde edilen atıksu gibi sadece nitrojen konsantrasyonu son derece yüksek sular için kullanılabilirler. Ayrıca bu yenilikçi sistemlerin işletilmesi de geleneksel aktif çamurlu sistemlerin işletilmesine kıyasla çok daha karmaşıktır. Atıksuyun bu tekniklerden herhangi biriyle işleme tutulmasıyla aktif çamur tesislerine gelecek olan sulardaki nitrojen oranı kayda değer biçimde azaltılmış olacaktır. Bu tür teknikler maliyet açısından sadece anaerobik çürütme tanklarına sahip büyük KAAT'lerinde etkindir. O nedenle, bu teknikler küçük ve orta ölçekli belediyeler açısından uygun değildir.

Kum filtresi

Çıkış suyu kriterlerinin düşük olduğu durumlarda (örneğin N < 5 mg/l ve P-total < 0,5 mg/l gibi) kum filtresi kullanılabilir. Çıkış suyunun hassas bölgelere deşarj edildiği durumlar buna bir örnek olabilir. Kum filtresi, nitrojen, fosfor ve askıda katıların daha da azaltılması için (ikinci) çökeltme tanklarından sonra bir son arıtma işlemi olarak konulabilir.

MembranBioReaktör (MBR)

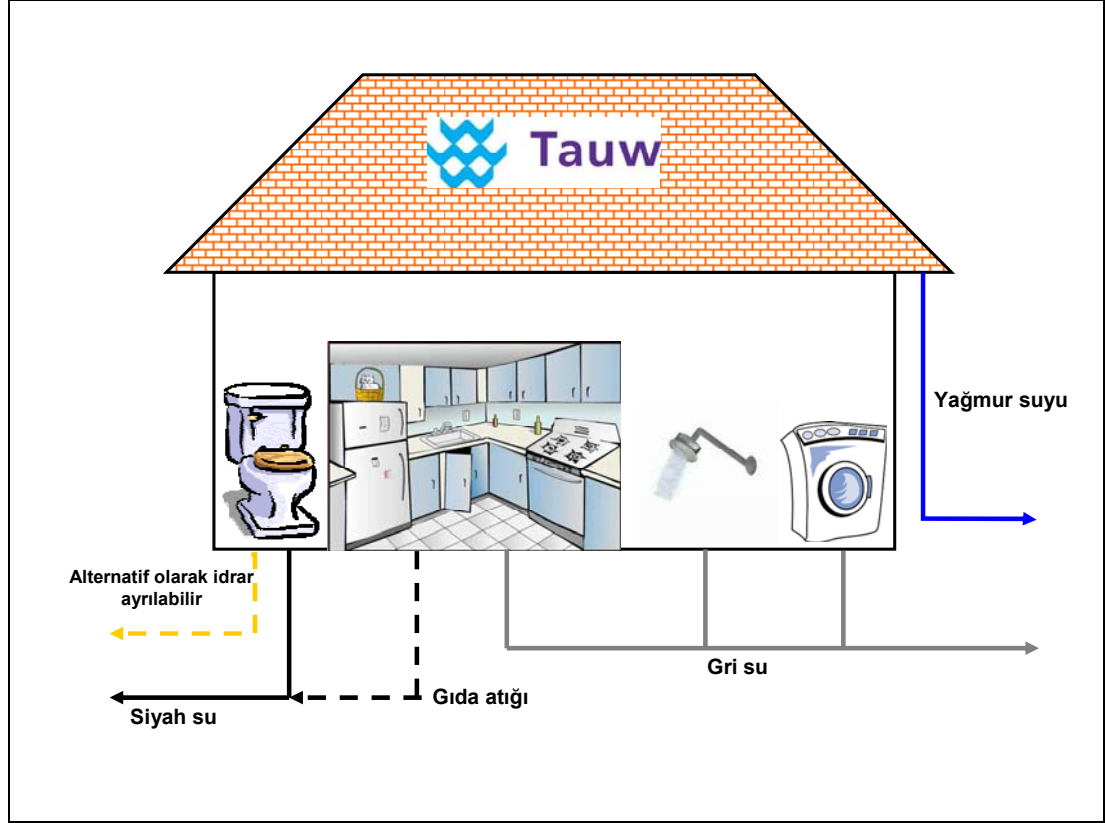
MBR kullanılarak yüksek çıkış suyu kalitesi sağlanabilir. MBR'ın kapladığı alan son derece küçüktür. Bu da MBR yöntemini kullanılabilir alanın az olduğu ya da arazi fiyatlarının yüksek olduğu durumlarda tercih edilir kılar. Yüksek enerji tüketimi, yüksek yatırım maliyetleri ve işletmenin karmaşıklığı MBR'in dezavantajlarıdır. Küçük ve orta ölçekli belediyeler için MBR ancak ve ancak geleneksel aktif çamur sistemleri için gereken alana sahip olunması durumunda düşünülmelidir.

Nereda™

Bu yenilikçi teknikte bakteri flok şeklinde değil, kompakt granüller halinde gelişir. Ayrıca çökeltme tanklarına ihtiyaç duyulmayacağından enerji tüketiminin kayda değer biçimde azalacağı ve daha az alana ihtiyaç duyulacağı belirtilmektedir. Bu teknik umut verici olmakla birlikte, henüz tam kapsamlı olarak kanıtlanmamıştır. Nereda tekniğinin geleneksel aktif çamurlu sistemlerden daha karmaşık olması muhtemeldir ve güvenilirliği de henüz bilinmemektedir. Şu aşamada, kentsel atıksuların arıtılması amaçlı ilk tam ölçekli kurulumu Hollanda'da bulunmaktadır. 2011 yılında devreye sokulması planlanmaktadır. Bu teknik (şimdilik) kanıtlanmış bir teknik olmadığından, bu aşamada Türkiye'de uygulanması tavsiye edilmemektedir.

Yukarıda açıklanan yenilikçi tekniklerin yanı sıra, Yeni Sanitasyon (ya da Merkezi Olmayan Sanitasyon) adı verilen bir yenilikçi teknik daha bulunmaktadır. Yeni Sanitasyon tekniği ev içerisinde kaynağında ayırma esasına dayanmaktadır. Ev içerisinde farklı atıksu akışları arasında ayırım yapmak mümkündür. Şöyle ki:

- Siyah su (idrar, dışkı ve bir miktar sifon suyu içerir ve konsantre bir akıştır)
- Gri su (mutfaktan, banyodan, çamaşır makinesinden gelir ve nispeten daha az kirli bir akıştır).
- Yağmur suyu (en az kirli akıştır)



Şekil 11

Türkiye'deki mevcut durumda yağmur suyu zaten siyah ve gri sulardan ayrı tutulmaktadır. Ancak, konsantre siyah su yine de daha az kirlilik içeren gri su ile karışmaktadır. Yani, kirliliği yüksek akış, görece daha az kirli akış ile karıştırılmaktadır. (Örneğin vakumlu tuvaletlerden elde edilen gibi) konsantre siyah su neredeyse tamamen besin maddeleri, patojenler, tıbbi ilaçlar ve hormonlar içerir. Siyah suyun, görece daha az kirlilik içeren gri sudan ayrı tutulması biyo-gaz üretimi, fosforun geri kazanılması ve istenirse, ilaç ve hormonların gereken şekilde ele alınması gibi fırsatları beraberinde getirir. Yeni Sanitasyon tekniği evin içerisinde başladığından, ancak yeni kentsel alanlarda ve geniş kapsamlı yenileme projelerinde dikkate alınabilecektir.

4.5 Tasarım Kriterleri

Bu bölümde bir atıksu arıtma tesisinin farklı bölümleri ile ilgili tasarım kriterlerinin genel bir değerlendirmesine yer verilmiştir.

4.4.1 Izgaralar

- Izgara genişliği: 6 mm (veya daha az)
- En az 1 ızgara,(çift ızgara olması tercih edilir)
- Beton koruması
- Malzeme: çelik IP65 (3 mm kalınlık)
- Kanalı kaplamak için alüminyum
- Tasarım yağmur suyu akışına göre yapılmıştır
- Bir by-pass düşülmelidir
- Izgara %95'den fazla çalıştırılmalıdır
- Kanaldaki seviye farkı ve akış

4.4.2 Kum Tutucu

- Beton veya çelikten mamul
- Beton koruması (kaplama)
- Kanalı kaplamak için alüminyum
- Tasarım yağmur suyu akışına göre yapılmıştır.
- Yüzey yükü: 20-40 m/saat arası

4.4.3 Ön Çökeltme

- Azami tank çapı: 30 ila 45 metre
- Yüzey yükü: 2-4 m/saat (ortalama 2,5 m/saat)
- Derinlik: 1,5 ila 2 metre
- Çıkan çamur konsantrasyonu: %0,5 ila 2,0

Bileşen	Ön çökeltme olmadan	Normal ön çökeltme	Çökeltili	Gelişmiş ön arıtma (PE)
Katılar	%0	%30-40	%60-80	%60-90
KOİ	%0	%25-35	%35-60	%30-60
BOİ	%0	%20-30	%45-70	%40-50
Toplam P	%0	%10-20	%60-90	%20-35
Toplam N	%0	%5-10	%15-30	%10-30
BOİ:N:P Önceden belirlenmiş çıkış değeri	24:6:1 BOİ/N = 4,0	21:6:1 BOİ/N = 3,5	10:5:1 BOİ/N = 2,0	13:5:1 BOİ/N = 2,6

4.4.4 Biyolojik Arıtma

Aktif çamur

Bakteriler ve siliyatlar, kamçılılar ve amipler gibi çeşitli mikroorganizmalar fosfat giderimi, denitrifikasyon ve nitrifikasyon gibi atıksu arıtma tesisinin biyolojik safhalarında atıksudaki kirliliği yok ederler. Tüm biyolojik aşamalar için genel tasarım kuralları şunlardır:

- Aktif çamurun kuru katı içeriği (DS) ortalama 4-5 g/l olmalıdır
- Su sıcaklığı 10 °C ila 30 °C olmalıdır (mevsime göre değişir)
- Çamur Hacim Endeksi (SVI) \leq 120 ml/g olmalıdır. Eğer SVI $>$ 150 ml/g, çamur muhtemelen yüzer
- Çökeltme tankının büyüklüğü SVI'ya ve kuru katı içeriğine bağlıdır
- Çamur yükü 0,05 ila 0,25 kg BOİ/kg DS gün (nitrifikasyona ve sıcaklığa bağlıdır)
- pH değeri: 6,5 ila 8,0

Biyolojik fosfat giderim tankı

Anaerobik tank içerisinde fosfatın bakteriler yardımıyla çözülmesi, bunun ardından aerobik aşamada (nitrifikasyon tankında) bakteriyel fosfat alımının artırılmasıdır. Biyolojik fosfat giderim işlemi P-çökeltmeye bir alternatif olarak ya da P-çökeltme ile birlikte kullanılabilir.

- Fosfat giderim tankındaki oksijen içeriği \leq 0,5 mg/l
- Tercihen düşük NO_3^- içeriği
- Piston akım yaratacak şekilde, karma bölmelerin sayısı asgaride tutulmalıdır: 4
- Hidrolik bekleme süresi (HRT) \pm 1 saat (kolayca biyo-çözünür KOİ miktarına bağlı olarak değişir). Aşağıdaki tabloya bakınız.

	Birim	Ön çökeltmesiz	Ön çökeltmeli
HRT			
BOİ $<$ %10 KOİ giriş suyu	Min	120	60
BOİ %10 ila %15 KOİ giriş suyu	Min	$<$ 60	60
BOİ $>$ %15 ila %20 KOİ giriş suyu	Min	45	45
Asgari bölme sayısı	-	4	4

Kimyasal fosfat giderimi

Fosfat çökeltmesi, ön çökeltme tankında, havalandırma tankında ya da son çökeltme tankında metal tuzlarının (Fe, Al) veya kirecin (nadiren) eklenmesiyle gerçekleştirilen kimyasal P-giderim işlemidir.

- Net metal - P dozu: 3 mol Me/mol P

Denitrifikasyon tankı

Dönüşümler: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$

- Oksijen içeriği \leq 0,5 mg/l
- Optimum pH değeri: 6,8 – 7,7
- BOİ5/N oranı: 4-5
- Nitrifikasyon tankından geri devir yapıp yapılmayacağı istenen NO_3 giderim düzeyine bağlıdır
- Denitrifikasyon tankının büyüklüğü denitrifikasyon hızına (daha doğrusu BOİ miktarına, sıcaklığa ve pH'a) ve NO_3 gerekliliklerine bağlıdır.
- Örnek 10 °C'de ortalama denitrifikasyon hızı: 0,2 kg N/kg DS.gün.
- Örnek 20 °C'de ortalama denitrifikasyon hızı: 1,0 kg N/kg DS.gün.
- Denitrifikasyon tankının büyüklüğü, toplam nitrifikasyon/denitrifikasyon alanının %20'si ile %65'idir. Eğer daha fazla alana ihtiyaç duyuluyorsa, çıkış suyu N gerekliliklerini karşılamak için harici C-kaynağı eklenmelidir.

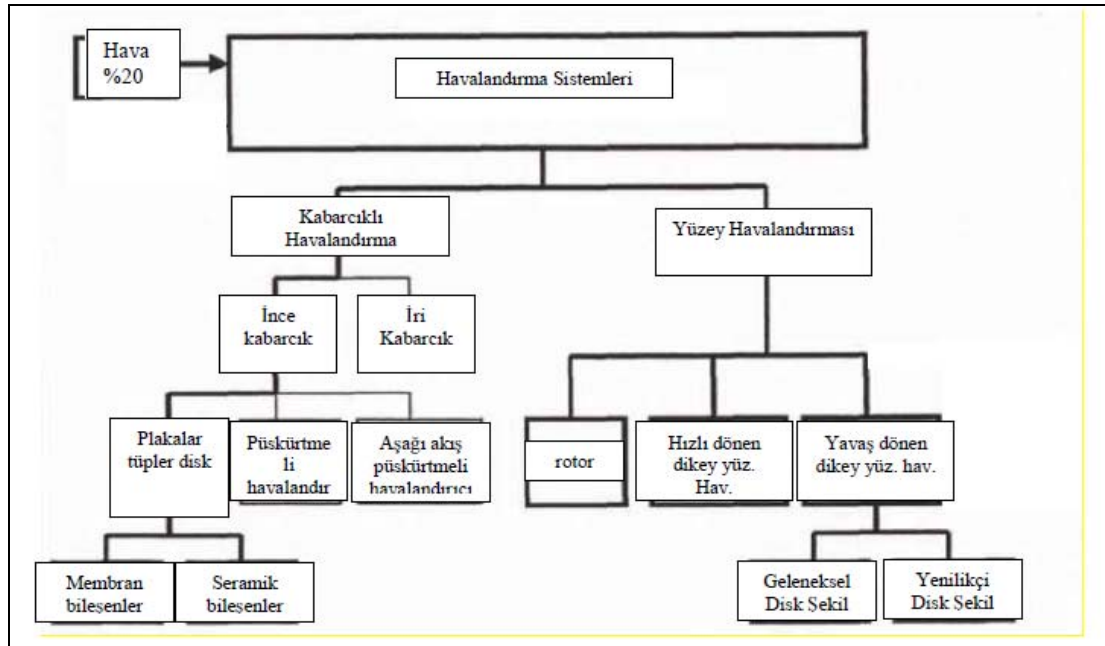
Nitrifikasyon tank

Dönüşümler: $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ ve $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$

- Oksijen içeriği > 1.0 – 2.0 mg/l
- Optimum pH değeri: 7.0 – 8.0
- Yeterli aerobik çamur yaşı (sıcaklığa ve çamur yüküne bağlıdır). 10 °C'de nitrifikasyon için 10 günlük bir asgari aerobik çamur yaşı gerekecektir. Bu, azami 0.15 kg BOİ/kg DS.gün çamur yüküne eşittir.
- Zehirli madde yok.
- Tercihen düşük NH_4 içeriği ve NO_2 içeriği olmalıdır.
- Aerobik hacim en az %80 olmalıdır.
- Nitrifikasyon tankının büyüklüğü, azami çamur yükü 0.15 kg BOİ/kg DS.gün olacak şekilde tasarlanmalıdır. (sıcaklık, DS içeriği, vs. ile bağlantılı olarak, elde etmek istenilen asgari aerobik çamur yaşına bağlı olarak).
- Nitrifikasyon hızı çoğunlukla DS içeriği, sıcaklık ve pH değerine bağlıdır.

4.4.5 Havalandırıcı Tipleri

Aktif çamur tankının en temel bölümü nitrifikasyon alanıdır. Bu alanda amonyum, nitrate dönüştürülecektir. Bu süreçte kullanılacak oksijen farklı türlerde havalandırıcılar tarafından sağlanabilir. Havalandırıcıların iki temel çeşidi bulunur: Yüzey havalandırıcıları; Difüzörlü havalandırıcılar



Şekil 12

Bu iki temel grup altında, farklı özelliklere sahip farklı sistemler yer alır. Temel hususlardan birisi, oksijen girişiyle bağlantılı enerji tüketimidir. En yaygın kullanılan havalandırıcılar için oksijen ile enerji kullanımı arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Havalandırıcı türü	kW başına O₂ girişi
Difüzörlü havalandırıcı: plakalı (ufak kabarcıklar)	4,5 – 5,5 kg O ₂ /kW
Difüzörlü havalandırıcı: diskli (ufak kabarcıklar)	4,0 – 5,0 kg O ₂ /kW
Yüzey havalandırıcı: Dikey şaft düşük hız (etkinliği yüksek)	2,0 – 2,2 kg O ₂ /kW
Yüzey havalandırıcı: Dikey şaft düşük hız	1,6 – 1,8 kg O ₂ /kW
Yüzey havalandırıcı: Dikey şaft (yüksek hızda döndürülürken)	1,4 – 1,6 kg O ₂ /kW
Yüzey havalandırıcı: rotor	1,2 – 1,7 kg O ₂ /kW

Difüzörlü havalandırıcılar ve yüzey havalandırıcılarının işletilmesi ile ilgili hususlar aşağıdaki tabloda ele alınmıştır.

Açıklama	Difüzörlü Havalandırıcı	Yüzey Havalandırıcısı (dikey şaft)
Güvenilirlik	++	+++
Bakıma elverişlilik	+	+++
Uygunluk	+++	+++
Sürdürülebilir enerji tüketimi	+++	+
Sürdürülebilir ses ve koku	+++	+++
Deneyim	++	+++
İkame edilebilirlik	+	+++
Kapasite	+++	+++

4.4.6 Son Çökeltme

Çamurun çökeltildiği ve arıtılmış suyun boşaltıldığı arıtma sürecidir.

- SVI 125 – 150 ml/g
- Yüzey yükü SVI'a bağlıdır

SVI	Gereken yüzey yükü (m/h)
< 80 ml/g	< 0.3 – 0.5
80-150 ml/g	< 0.5 – 0.8
> 150 ml/g	< 0.3 – 0.5

- Akış hızı < 1 cm/saniye
- Çökeltme süresi (HRT) 3-4 saat
- Yüzey çökeltme tankı (m²) = giriş debisi (m³/h)/ yüzey yükü (m/h)
- Ortalama yan derinlik: 1.5 – 2 metre
- Çıkış çamurunun ortalama konsantrasyonu: 0,8 % ds
- Çap; Merkez dağıtım yapısı /Clifford (giriş: çökeltme tankının çapının %15 ila %20si)
- Derinlik; Merkez dağıtım yapısı/Clifford: çökeltme tankının yan derinliğinin 2/3'ü
- Merkez dağıtım yapısı/Clifford'da flokülasyon için gereken süre: 3 ila 5 dakika
- Çapı > 40 m çökeltme tankları: çamurun giriş yönü ile çıkış yönü arasında kısa devreyi önlemek için deflektör tasarlanır.
- Deflektörün çapı merkez dağıtım yapısının/Clifford'un 1,1 ila 1,2 katıdır
- Deflektörün kenarı ile merkez dağıtım yapısının/Clifford'un derinliği arasındaki mesafe > 1 m olmalıdır.
- Deflektörün tabanı ile tankın tabanı arasındaki mesafe > 1 m olmalıdır.
- Çökeltme tankı köprüsüyle ilgili olarak:
 - Çökeltme tankı çapı < 30 m: köprü uzunluğu = 0,5 x çökeltme tankı çapı
 - Çökeltme tankı çapı 25 ila 40 m: köprü uzunluğu = 0,75 x çökeltme tankı çapı
 - Çökeltme tankı çapı > 40 m: köprü uzunluğu = 1 x çökeltme tankı çapı

4.4.7 Havanın Arıtılması

Izgara, kum tutucu, ön çökeltme tankı, anaerobik fosfat tankı, denitrifikasyon tankı ve çamur çürütücü gibi anaerobik ve anoksik proses tanklarından gelen havanın arıtılmasıdır.

- Malç, kompost veya lav'dan oluşan bir biyolojik hava filtresi kullanılabilir.
- Lav filtresinin ebatları, arıtılacak havanın miktarına ve H₂S miktarına (hangisi kritik önem arz ediyorsa) göre belirlenebilir.
- Arıtılacak hava hacminin boyutları: girilebilir alanların hacminin 10 katıdır (örneğin 10 m³ hacimli alan için -> 100 m³/saat havanın arıtılması gerekecektir)
Girilmeyen alanların hacminin ise 3 katıdır.
- Lav filtresinin hava yükü: 100 m³ hava/m²/saat
- Lav filtresinin H₂S yükü: 20 g H₂S/m³/saat
- Su püskürtme: her 15 dakikada bir en az 20 l/m²/saat su püskürtülmeli, püskürtme en az 1 dakika süreyle devam ettirilmelidir. Tüm yüzeye su püskürtülmelidir.
- Lav filtresinin minimum çapı 1 m. Yükseklik tedarikçiye bırakılabilir.
- Borular GVK veya HPE olmalıdır.
- Pres tarafına sentetik malzemedan mamul, yoğunlaştırma uzaklaştırılmalı bir fan yerleştirilmelidir;
- Fanın gerektiğinde devreye sokulmasını sağlamak üzere H₂S tespitine ihtiyaç vardır.

4.4.8 Çamur Çürütücü

Atık çamuru, CH₄ ve CO₂'ye dönüştürmekte kullanılan anaerobik biyolojik bir süreçtir.

- Çürütme tankının büyüklüğü, hidrolik kalış süresine bağlıdır (ki o da sıcaklığa bağlıdır)

	Uygulanan değer	Önerilen tasarım değeri	Birim
Sıcaklık	27 ila 37	33	°C
HRT	15 ila 30	20	gün
Karıştırma			
Karıştırma enerjisi		7	W/m ³
Operasyon süresi		25	% süre

- Optimum pH 6,5 ila 7,5
- KOİ: N:P 1000:5:1
- Zehirli bileşim yok
- Çürütücünün duvar yüzeyi izole edilmiş olmalıdır (sıcaklık sirtüşmesi en az 3 m²/K/W)
- Kontrol için menhol konulması gerekecektir (1 x 1 m)
- Çürütücünün tipi ile çürütücüde kullanılan malzeme projeye uygun olarak seçilmelidir.

4.4.9 Çamur Susuzlaştırma

Belt pres veya çamur santrifüjü kullanılarak çamurun hacminin fiziksel olarak azaltılması işlemidir. Çamur susuzlaştırmasıyla ilgili ebat ve değerleri aşağıdaki tabloda bulabilirsiniz.

Parametre	Uygulanan değer	Önerilen tasarım değeri	Birim
Belt pres			
Garanti Edilen DS%	17 ila 32	20	%
Operasyon Süresi	100	100	saat/hafta
Su geri kazanımı	> 95	98	%
Polimer kullanımı	3 ila 8	7	g PE/kg DS
Santrifüj			
Garanti Edilen DS%	17 ila 32	22	%
Operasyon Süresi	100	100	saat/hafta
Su geri kazanımı	> 95	97	%
Polimer kullanımı	5 ila 15	10	g PE/kg DS

Belt pres seçilmesi durumunda, hava arıtımı ile ilgili önlemler alınmalıdır.

4.6 Otomasyon

4.6.1 Giriş

Otomasyon sistemlerinin kullanımı tesislerin etkinliğini somut biçimde arttıracaktır. Küçük ve orta ölçekli belediyelerdeki KAAT'lerinin bileşenleri genellikle elle açılıp kapatılır. Basit kumandalar ve zamanlayıcılar kullanılarak makinelerin işleyişi ve kumandası çok daha kolay ve etkin hale getirilebilir. Karmaşık donanım ya da yazılım kullanmaya gerek yoktur. Akıllı proses kontrol ekipmanları ve ayarlamalar ile operatörlerin sırtındaki ağır iş yükü hafifletilebilir (bunlar 24 saat kullanılabilir).

Ayrıca, KAAT'nde sistemlerin otomatik olarak işletilmesi ile enerji tasarrufu da sağlanabilir:

- Daha kaliteli ölçüm ekipmanları kullanılması ve ekstra anahtar seviyelerinin uygulanması ile taşmalar ve pompaların kuru çalışması riskleri önlenir.
- Daha fazla ölçüm sensörü (Seviye, Oksijen, akış) kullanılması, kumanda cihazlarından daha fazla geri bildirim alınması ve sürecin daha lineer kılınması ile sistemde daha kararlı bir süreç işlemesi sağlanabilir.
- Süreçte sık dalgalanma olması, geri bildirimsiz olarak makinelerin sıkça açılıp kapatılması süreçten istenilen sonuçların alınmasını güçleştirir.
- Tesis bileşenlerinin bir enerji değerlendirmesine tabi tutulması ve makinelerin enerji açısından daha etkin alternatiflerinin belirlenmesi ile iyileştirmelerin artacağı, enerji talebinin azalacağı ve böylelikle yıllık operasyon maliyetlerinin de düşeceği beklenir. Online ölçüm ekipmanları ve otomasyon proses kontrol ekipmanlarının eklenmesi gibi, son derece basit ve ufak bir takım değişikliklerle mevcut KAAT'lerinin işleyişi çok daha etkin hale getirilebilir.

Temel olarak, küçük KAAT'leri aşağıda belirtilen ölçüm ve kumanda araçları ile donatılmış olmalıdır. Bu, işletme ve bakım masraflarını azaltacaktır.

- Seviye anahtarı
- Seviye sensörü
- Debi sensörü
- Oksijen sensörü
- Kumanda cihazı

Daha büyük kurulumlarda şunlar gerekebilecektir:

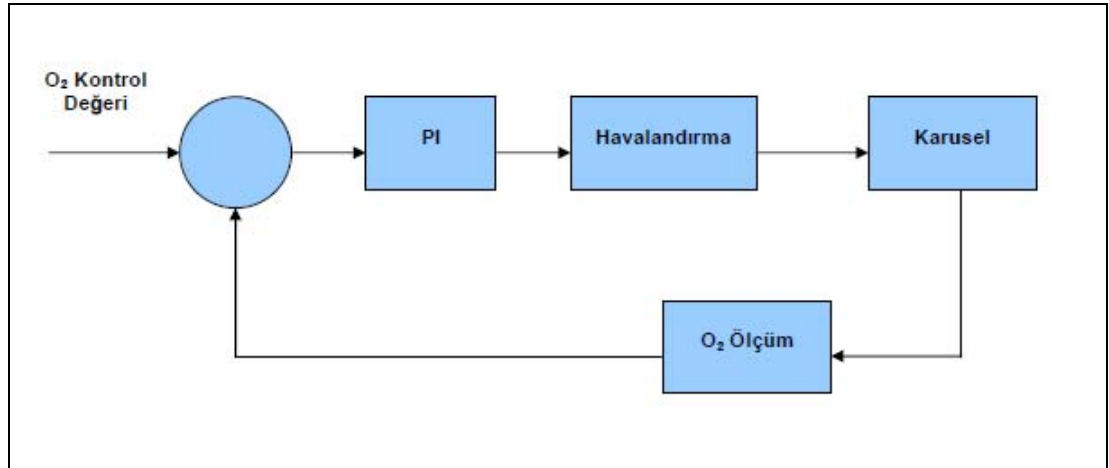
- Proses Lojik Kumandaları
- SCADA ve olay kayıtları
- Alarm ve uyarı sistemleri
- İletişim sistemleri
- Ağ
- Uzaktan kumanda

4.6.2 Havalandırma Kontrolü

Farklı havalandırma kontrol düzenleri yapılabilir. Aşağıdaki metinde, üç havalandırma kontrol düzeni ele alınmaktadır.

Oksijen kontrollü düzen

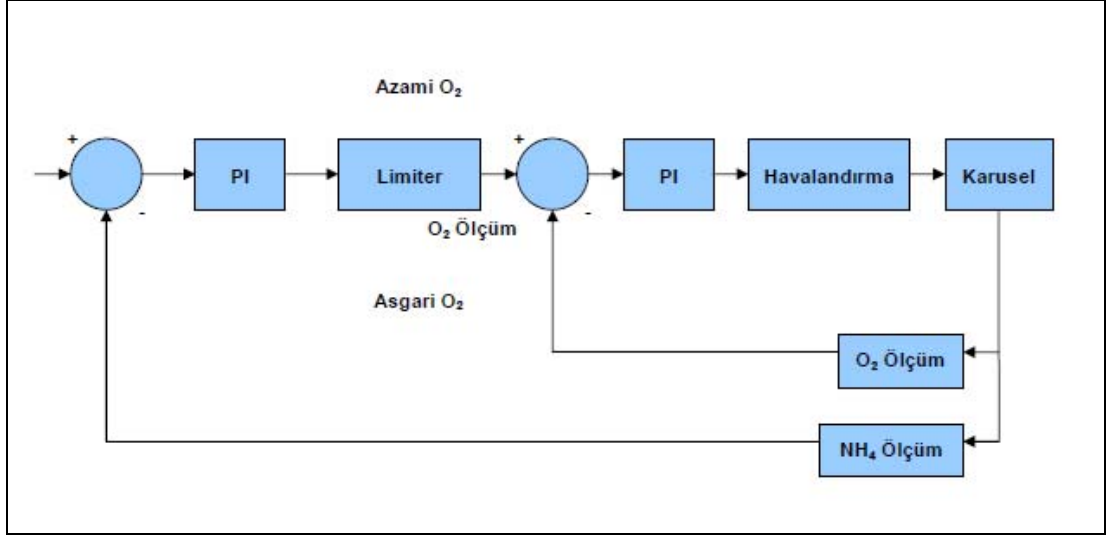
Oksijen kontrollü düzende, aktif çamur tankı içerisindeki oksijen konsantrasyonu ölçülür. Ölçülen bu oksijen konsantrasyonu ayarlanmış oksijen kontrol değeri ile karşılaştırılır. Ölçülen oksijen konsantrasyonu, ayarlanmış oksijen kontrol değeri ve oksijen konsantrasyonundaki değişim trendi arasındaki farka bağlı olarak PI-kumanda cihazı havalandırıcılara ve üfleme cihazlarına %0 ile %100 arasında değişen bir sinyal gönderir. Bu sinyalin değerine bağlı olarak üfleme cihazlarının kapasitesi azaltılır veya bir veya daha fazla sayıda havalandırıcı devreye sokulur/devreden çıkarılır. Kontrol düzeni aşağıdaki şemada gösterilmiştir.



Şekil 13

Amonyum/oksijen kontrollü düzen

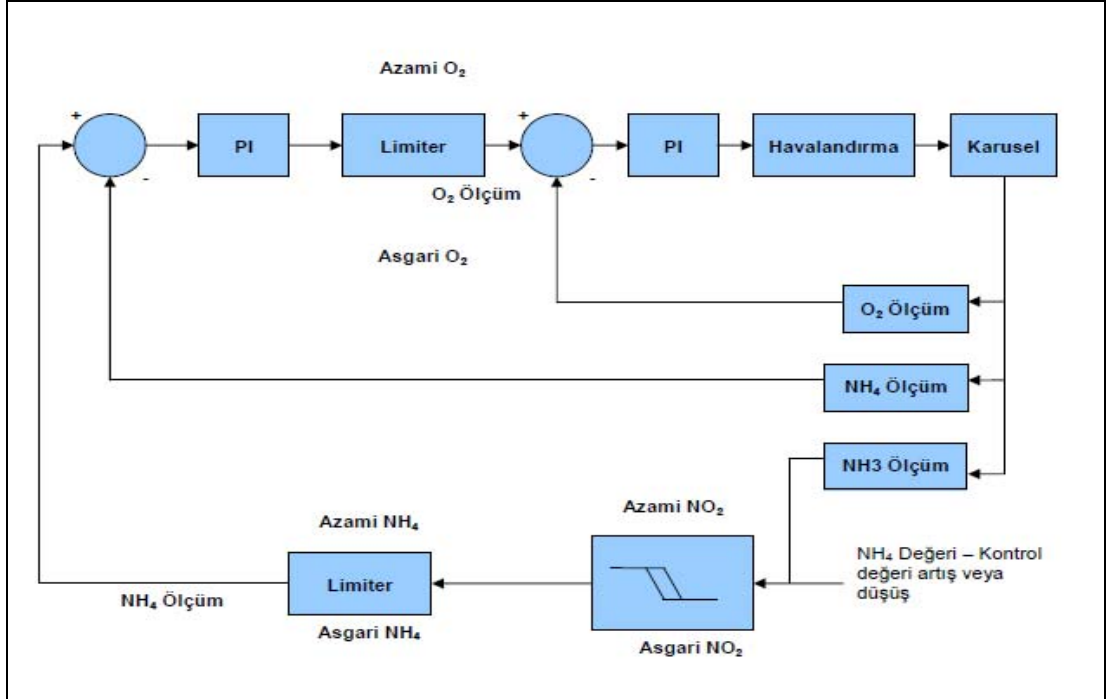
Amonyum/oksijen kontrollü düzen kademeli-otomasyon olarak açıklanabilir. Bunun anlamı: havalandırıcılar bu düzende de oksijen kontrollü düzene göre kumanda edilir ancak oksijen kontrol değeri amonyum kontrollü düzen tarafından belirlenir. Aktif çamur tankındaki amonyum konsantrasyonu ölçülür. Ölçülen bu konsantrasyon ayarlanmış bir amonyum kontrol değeri ile karşılaştırılır. Ölçülen amonyum konsantrasyonu, ayarlanmış amonyum kontrol değeri ve amonyum konsantrasyonundaki değişim trendi arasındaki farka bağlı olarak, PI-kumanda cihazı %0 ile %100 arasında değişen bir sinyal gönderir. Amonyum kontrollü düzenin sağladığı bu çıkış değeri oksijen kontrol değerini belirler. Oksijen kontrol değeri, sınırlayıcı kullanılarak iki değer arasındaki bir aralık olarak tanımlanabilir. Bunu takiben, havalandırma bir önceki bölümde oksijen kontrollü düzenle ilgili kısımda anlatılan şekilde gerçekleştirilir. Kontrol düzeni aşağıdaki şemada gösterilmiştir.



Şekil 14

Nitrat/amonyum/oksijen kontrollü düzen

Nitrat/amonyum/oksijen kontrollü düzen de kademeli otomasyon olarak açıklanabilir. Bu kontrol düzeninde, amonyum kontrol değeri, aktif çamur tankındaki nitrat konsantrasyonu ile belirlenir. Oksijen kontrol değerini ve dolayısıyla, oksijen kontrollü düzeni de amonyum kontrol düzeni belirler. Sonuçta oksijen kontrollü düzen havalandırıcılara bir sinyal gönderir. Aktif çamur tankındaki nitrat içeriği ölçülür. Eğer nitrat konsantrasyonu önceden ayarlanmış değerden (kontrol değerinden) yüksekse, amonyum kontrol değeri önceden belirlenmiş bir değer kadar arttırılacaktır. Eğer nitrat konsantrasyonu önceden belirlenmiş değerden düşükse, amonyum kontrol değeri önceden belirlenmiş bir değer kadar düşürülecektir. Nitrat içeriği belirlenmiş minimum ve maksimum değerler arasındaysa, amonyum kontrol değeri minimum ve maksimum amonyum değerlerinin ortalaması olacak şekilde ayarlanır. Kontrol düzeni bir önceki bölümde amonyum/oksijen kontrollü düzenle ilgili kısımda anlatılan şekilde gerçekleştirilir. Kontrol düzeni aşağıdaki şemada gösterilmiştir.



Şekil 15

4.7 AAT'lerinin Boyutlandırılması – TAUW Hesabı

TAUW, AAT'lerinin boyutlandırılması için bir Excel hesap tablosu kullanmaktadır. Mevcut tesislerin çıkış suyunda bulunan toplam-N değerinin yıllık ortalamasının hesaplanmasında da kullanılabilir (geriye doğru hesaplama). Mevsime bağlı yüklerin etkileri de bu araçla hesaplanabilir.

Aktif çamurla ilgili hesaplamalar Alman HSA modeline dayalıdır. Hesaplama yönteminde, nitrifikasyon işlemi sıcaklığa bağlı bir süreç olarak düşünülmüştür; bu açıdan statik dönüşüm olarak düşünülen HSA modelinden farklılık gösterir. Amonyaktan oluşan nitrat, çıkış nitrat değeri için HSA hesaplamasının girdisidir. Bu azot uzaklaştırma modeli, sıcaklığın tasarım sıcaklığının altında seyrettiği bir dönem olsa dahi, yıllık ortalama toplam N çıkış değerini hesaplayabilme imkanı sağlar. Bu yöntemle farklı süreç konfigürasyonları (UCT, mUCT, BCFS®, Phoredox ve karusel) boyutlandırılabilir ve uygulanabilir. HSA modelinin yanı sıra bu yöntemde, örneğin havalandırma ve çökeltme tankları için birer modül gibi, çeşitli diğer modüller de yer almaktadır. Kullanım kolaylığı sağlamak üzere, hesap aracına bir de gezinti çubuğu eklenmiştir.

Bu hesap yönteminin kullanılması ile KAAT'nin kağıt üzerinde boyutlandırılması gerekmeyeceğinden zamandan da tasarruf sağlanır; bu yöntem ancak ve ancak modelin arka planı yeterince anlaşılıyorsa ve kullanıcı sonuçların nasıl yorumlanması gerektiğini biliyorsa kullanılmalıdır. Aksi takdirde, yapılan tasarımın uygun olmama riski oldukça yüksektir.

TAUW Hesap Yöntemine ilişkin bilgiler Ek 7'de yer almaktadır.

5 İşletme ve Bakım

5.1 Giriş

Etkinlik önlemlerine, planlamaya, işletme, yönetim ve finansla ilgili hususlara gereken dikkat ve özenin gösterilmesiyle KAAT'lerinin işletim ve bakımı kayda değer biçimde iyileştirilebilecektir. Bu bölümde, dikkate alınabilecek önerilerin genel bir değerlendirmesine yer verilmiştir.

5.2 İşletme

KAAT'lerinin işletmesinde odaklanılması gereken noktalardan bazıları şunlardır:

1) İzleme

Çıkış suyunun standartlara uygun olduğundan emin olunabilmesi için çıkış suyundan düzenli olarak örnek alınması gerekecektir. Kalitenin takip edilmesi ile enerji tüketimi de daha etkin biçimde organize edilebilecektir.

2) Otomasyon

Otomasyon operatöre düzenli bilgiler sağlar; bu bilgiler tesisin performansının iyileştirilmesinde kullanılabilir ki bu da hem çıkış suyu kalitesinin daha yüksek olmasını hem de tesisin etkin biçimde kullanılmasını sağlar.

3) Personel, işbirliği, bilgi alışverişi

- Atıksu arıtma tesislerinde, gerekli bilgi ve deneyime sahip, eğitilmiş personel çalıştırılmalı
- Düzenli aralıklarla toplantılar düzenleyerek, operatörler ile bakım personeli arasında bilgi alışverişi sağlanmalı,
- Komşu belediyelerin tesisleri arasında işbirliği başlatılmalıdır.

4) Kılavuzlar

İller Bankası belediyelere, arıtma tesisleri için işletme el kitapları temin eder.

5.3 Bakım

KAAT'lerinin bakımında odaklanılması gereken noktalardan bazıları şunlardır:

1) Bir bakım planı geliştirilmesi

- (Dijital) bir bakım planı geliştirilmeli.
- Günlük bakım işlerini tanımlanmalı.
- Örneğin beş sene gibi bir sürenin bakım planı önceden geliştirilmeli (tesisın bölümlerinin çalışma saatlerini esas alarak).
- Bakım planına dayalı olarak finansmanı planlanmalı.
- Bakım için kullanılan ekipmanlara (aletlere) iyi bakılmalı.

2) Personel, işbirliği, bilgi alışverişı

- Atıksu arıtma tesislerinde, gerekli bilgi ve deneyime sahip, eğitilmiş personel çalıştırılmalı.
- Düzenli aralıklarla toplantılar düzenleyerek, operatörler ile bakım personeli arasında bilgi alışverişı sağlanmalı.
- Komşu belediyelerin tesisleri arasında işbirliği başlatılmalı.

3) Emniyet tedbirleri alın

Ekler

Yönetmeliklerin Başlıca Maddeleri	Ek 1
Su Birliklerinin Organizasyon Şekilleri	Ek 2
AA Karar Alma Modeli	Ek 3
İhale Şekilleri	Ek 4
AAT'lerinin İşletme ve Bakım Maliyetleri	Ek 5
Atıksu Arıtılması ile İlgili Küçük Ölçekli Teknolojiler	Ek 6
Tauw Hesap Yöntemi	Ek 7

EK 1: YÖNETMELİKLERİN BAŞLICA MADDELERİ

Kanalizasyon Sistemine Deşarj

KAAT Hakkında Yönetmelik

Endüstriyel Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Boşaltılması ile ilgili ilkeler konulu 9. Madde'ye göre, kanalizasyon sistemine yapılacak endüstriyel atıksu deşarjının, kanalizasyon sistemine bağlantı aşamasında verilecek bir izne bağlı olmasını sağlamak belediyelerin görevidir (devlet her tür atıksuyu önemsemektedir).

Su Kirliliğinin Kontrolü Hakkında Yönetmelik

Kanalizasyon sistemine yapılacak deşarjlarla ilgili temel ilkeler konulu 25. Madde'ye göre, kanalizasyon sistemi olan yerlerde atıksuların, doğrudan yüzey sularına boşaltılması veya arıtmaya verilmesi yerine kanalizasyon sistemine boşaltılması tercih edilmelidir.

44. Madde'de şirketlere kanalizasyon sistemine boşaltma yapabilmeleri için verilecek izin tanımlanmıştır:

- İzin belediye tarafından verilir.
- İzin; evsel ve endüstriyel atıksu için yazılı bir belgedir.

45. Madde kanalizasyon sistemlerine yapılacak deşarjlarla ilgili kısıtlamaları ele almaktadır:

- Ayrı sistemler bulunması halinde, yağmur ve drenaj suyu kanalizasyon sistemine bağlanmayacaktır.
- Şirketler, kanalizasyon sistemine bağlanmadan önce denge havuzları inşa etmek zorundadır.

47. Madde maksimum değer parametreleri ile ilgilidir. Yönetmeliğin 25. Tablosunda kanalizasyon sistemine yapılacak deşarjlarla ilgili standartlar verilmektedir.

48. Madde'de, Yönetmeliğin 5. ve 25. Tablolarında gıda/süt ürünleri sektörlerinde ön arıtma işlemi ile ilgili maksimum değerler sunulmuştur. Toplam debinin ve kanalizasyon sistemindeki kirlilik oranının %10'undan fazlasından sorumlu olan bu sektördeki şirketler, özel ön arıtma tesisleri kurmalıdır.

KAAT'lerinin Arıtması ve Yüzey Sularına Deşarjı

KAAT Hakkında Yönetmelik

Yönetmeliğin 7. ve 8. Maddeleri kentsel atıksuların arıtılması ile ilgili gereklilikleri ele alır:

- Deşarj standartları/ değerler/ kriterler Tablo 1 Ek IV (Yönetmelikte)
- Hassas alanlarla ilgili standartlar/ değerler/ kriterler Tablo 2 Ek IV (Yönetmelikte)
- İlkeler, hassas alanlar Ek I (Yönetmelikte)
- Takip sonuçlarının değerlendirilmesi Ek II (takip yöntemi, yıllık örnek sayısı, Yönetmelikte)

Biyolojik olarak parçalanabilir bileşenler içeren atıksuların doğrudan yüzey sularına boşaltılması ile ilgili izinler 10. Madde'de ele alınmıştır:

- Yönetmeliğin Ek-III'de sıralanmış sanayi sektörlerinden herhangi birinde faaliyet gösteren tesislerden gelen, teknik ve ekonomik nedenlerle KAAT'lerine yönlendirilemeyen ve bu nedenle 4000 eşdeğer nüfus ve üzerine endüstriyel olarak boşaltılan, biyolojik olarak parçalanabilir bileşenler içeren atıksuların Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin 5. ve 6. Maddesinde belirtilen deşarj standartlarına uygunluğunu temin etmekten belediyeler sorumludur.
- Alıcı çevreye deşarj konusunda verilecek izin Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nin 37. Maddesinin hükümlerine tabidir.

Madde 12, aşağıdaki hallerde daha az hassas bölgelerdeki 2.000-10.000 eş değer nüfus toplama alanlarında ikincil arıtma konusunda o kadar katı değildir:

- Bu tür deşarjların Ek II'de (Yönetmelikte) belirtilmiş kontrol prosedürlerine uygunluğu gösterilmişse
- Bu tür deşarjların çevreyi olumsuz etkilemeyeceğine dair kapsamlı çalışmalar bulunuyorsa –bu çalışmaların sonuçlarını belediye en azından yılda bir ÇOB'na gönderecektir.
- ÇOB, daha az hassas alanların belirli aralıklarla (dört yılı geçmeyecek şekilde) gözden geçirilmesini sağlayacaktır.

Madde 14 takip ve kontrol hususlarını ele alır:

- Deşarjların uygunluğunu takip etmekten ÇOB İl Müdürlüğü sorumludur.
- Ek III'de sıralanmış sanayi sektörlerinin atıksu deşarjlarını takip etmekten belediye sorumludur (biyolojik olarak parçalanabilir bileşenler içeren ve Yönetmelikte direkt deşarjına izin verilmiş olanlar).
- ÇOB İl Müdürlüğü, kontrol bilgilerini iki yılda bir veya talep üzerine ÇOB'na gönderecektir.

Madde 15 değerlendirmeyi ele alır:

- ÇOB İl Müdürlüğü, her iki yılda bir kendi sorumluluk alanları dahilindeki tüm KAAT deşarjlarının durum raporunu hazırlayarak ÇOB'na gönderir.
- ÇOB İl Müdürlüğü, yönetmeliğin belediyelerle işbirliği halinde uygulamaya konulması için bir uygulama programı hazırlar.
- ÇOB bölgelerden gelen sonuçları her iki yılda bir değerlendirir.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

Madde 26 ölçüm ve kontrol sorumluluğu ile ilgilidir:

- Atıksuyun miktarı ve kalitesinden ve kirliliğin verilen atıksu deşarj değerlerine düşürülmesinden KAAT'nin sahibi olan belediye sorumludur. Veriler belediye tarafından üç sene süreyle saklanacaktır.
- ÇOB İl Müdürlükleri bu faaliyetlerin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini kontrol eder ve kendi ölçümleriyle karşılaştırır; ÇOB tarafından yapılacak bu ölçümler belediye tarafından ödenecektir.

Madde 32, Tablo 21'e atıfta bulunarak, evsel deşarjlarla ilgili standart ve değerleri sunar. Deşarj standartları, BOI₅ yüklerine veya bunlara karşılık gelen nüfuslara göre dört kategori altında tanımlanmıştır. Standartlar yük/nüfus oranı arttıkça daha katılaşır. Ancak, sadece BOI₅, KOI, AKM ve pH parametrelerini ele alır. KAA Yönetmeliğinin en yakın tarihte yayınlanmış yönetmelik olmasından ötürü, Tablo 21'deki bu değerler, KAA Yönetmeliğinin Tablo 1'i ve Tablo 2'sinde yer verilen değerlerden farklılık gösterir. Yeni KAAT'leri KAA Yönetmeliğinin Tablo 1'i ve Tablo 2'sinde verilen değerlere uygun olmalıdır; mevcut KAAT'leri ise Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin Tablo 21'de verilen değerlere uygun olmalıdır.

Deşarj izni ile ilgili 37. Maddeye göre:

- Evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarının her türlü için ÇOB İl Müdürlüğü'nden deşarj izni alınmalıdır.
- ÇOB İl Müdürlüğü'nden alınan izin beş yıl süreyle geçerlidir.
- İzin konusunda, Tablo 5 – 21'deki standartlar/değerler/kriterler esas alınır.
- Geçerlilik süresi: sınırlamaların bildirilmesinden itibaren on iki aydır.

Madde 39'da izinlerle ilgili sınırlamalar ve izin iptalleri ele alınır. Deşarj izninin süresi geçtiğinde, iki katı ceza verilir ve gerekli düzeltmelerin yapılması için süre tanınır. Şirket buna rağmen gerekli boşaltma koşullarını sağlayamazsa, deşarj izni iptal edilir.

Madde 40 izin süreci ile ilgilidir:

- İdare, izin başvurusu tarihinden itibaren en geç 2 ay içerisinde izni vermelidir.

- İzin belgeleri düzenli aralıklarla yenilenir. Bu yenileme sırasında, belirtilen değerlerde değişiklik olup olmadığı, atıksu ve kirlilik miktarları, gerekli teknolojinin uygulanmış olup olmadığı, önlemlerin alınıp alınmadığı, başkaca önlem alınması gerekip gerekmediği ve ölçüm programları kontrol edilir.
- Yukarıda belirtilen hususlarla ilgili herhangi bir değişiklik varsa başvuru sahibi izin işlemlerine baştan başlamalı ve yeni baştan izin belgesi edinmelidir.

EK 2: SU BİRLİKLERİNİN ORGANİZASYON ŞEKİLLERİ

Hollanda'da edinilen deneyimlere dayalı olarak, birden fazla belediyenin kullanacağı bileşik atıksu arıtma tesisleri ile ilgili olarak dikkate alınabilecek organizasyon şekilleri şunlardır:

1. İşbirliği kapsamındaki belediyelerden biri KAAT'nin işletme ve bakım sorumluluğunu üstlenir;
Belediyelerden biri, mesela tesisinin sınırları içerisinde inşa edilmiş olduğu belediye veya belediyelerin en büyüğü, toplama borularının ve tesisinin işletme ve bakım sorumluluğunu üstlenir. Diğer belediye/belediyeler toplam maliyetlerden paylarına düşen tutarı diğer belediye(ler)le eşit miktarda öderler. Bu tutar eş değer nüfusa, giriş suyunun hacmine ve hatta belediyelerin nüfusuna göre hesaplanabilir.
2. Belediyeler bir birlik veya vakıf kurarlar ve tesisinin sorumluluğunu bu birlik veya vakfa verirler;
İki veya daha fazla sayıda belediyenin katılımı ile kurulacak bir birlik veya vakıf faydalı olabilir. Bu, belediyelerin yerel politikaları kendi faaliyetlerine uygulamaları konusunda daha fazla bağımsızlık sağlayacaktır. Bu birlik/kurum-vakıf tesisinin toplam giderlerini yıllık bazda hesaplar. Bunun ardından belediyeler, KAAT ile ilgili katılım paylarının ne şekilde tahsil edileceğine karar verirler. Katılım payının tahsili birlik/kurum tarafından yapılabileceği gibi tutarlar bizzat belediyeler tarafından da tahsil edilebilir.
3. Belediyeler, bağımsız bir organizasyon olarak bir "su kurulu" kurabilirler;
Bu organizasyon şekli ile yukarıdaki maddede açıklanan organizasyon şekli arasındaki fark, su kurulunun (üyeleri seçimle gelen) kendi bağımsız yönetim kuruluna sahip olmasıdır.
4. Birkaç belediye birden fazla KAAT'nin yönetimi konusunda bir birlik veya su kurulu kurabilir;
Daha da ileri gidilerek, birden fazla KAAT'nin işletme ve yönetiminden sorumlu bir organizasyona gidilebilir. Örneğin Hollanda'daki Waternet, Amsterdam çevresinde 12 KAAT'nin işletme ve bakımından sorumludur. Bundan sağlanan fayda, daha etkin bir operasyon ve tesislerin yönetim ve bakımı için gereken farklı alanlardan (atıksu arıtımı, işletme, bakım, aynı zamanda mevzuat, izinler, icra ve finans/vergi konularında) uzmanların edinilmesindeki kolaylık olarak özetlenebilir. Ayrıca, bu tesislerde maliyetlerin geri kazanımı da daha kolay olacaktır.
5. KAAT'nin işletme ve bakım sorumluluğunun bir özel şirkete ihale edilmesi. Ayrıca, faaliyetlerin tümünün veya bir bölümünün özel bir şirkete yaptırılması da mümkündür. Hangi faaliyetlerin özel şirkete yaptırılacağı hangi faaliyetlerin belediye personeli tarafından gerçekleştirileceği hususuna belediye karar verebilir;
Bu organizasyon şekli, bu alanda uzmanlaşmış birden fazla özel şirket bulunması halinde etkin olabilecektir. Eğer yeterli uzman şirket yoksa yeterli rekabet olmayacaktır ve bir talep listesi oluşturmak zorlaşacaktır.

	Bileşik KAAT için organizasyon şekilleri	Avantajı	Muhtemel dar boğazlar
1	KAAT'nin işletme ve bakım sorumluluğunu, belediyelerden biri üstlenir	Açık bir organizasyon şeklidir	Sorumluluk üstlenmemiş olan belediye işletme ve bakım giderleri konusundaki katılım payını ödemeyebilir. Belediyenin yeterli kapasiteye sahip olması gerekir
2	Belediyeler bir birlik veya vakıf-kurum kurarlar	Sorumluluk paylaşılır	Siyasi önceliklerdeki farklılıklar / siyasi konular, ortak çözümlere ulaşılmasına engel olabilir Belediyelerde Organizasyon ve Yönetim kapasitesine ihtiyaç duyulur
3	Bağımsız ve seçimle gelen üyelere sahip bir su kurulu kurulması	Bağımsız yönetim ve organizasyon (seçilmiş kurul); karar almayı kolaylaştırır	Belediye memurları sorumluluk üstlenmez; Belediyelerin/ÇOB'nın kapasiteye sahip olması gerekir /ÇOB kurul üyelerinin seçimini organize etmelidir
4	Birden fazla KAAT'nin yönetimi için bir su kurulu oluşturulması	Etkinlik, yatırım getirisi çok daha kısa bir süre içerisinde elde edilir	Belediyelerin/ÇOB'nın kapasiteye sahip olması gerekir / ÇOB kurul üyelerinin seçimini vs. organize etmelidir
5	KAAT'lerinin işletme ve bakım sorumluluğunun özel bir şirkete ihale edilmesi	Gereken yeterliliğe sahip uzmanlar kullanılabilir	Bu konuda faaliyet gösteren profesyonel özel sektör şirketlerinin bulunması şarttır; belediyenin, ihale prosedürleri/özel sektör şirketlerinin sevk ve idare edilmesi konularında belirli bir kapasiteye sahip olması gerekir

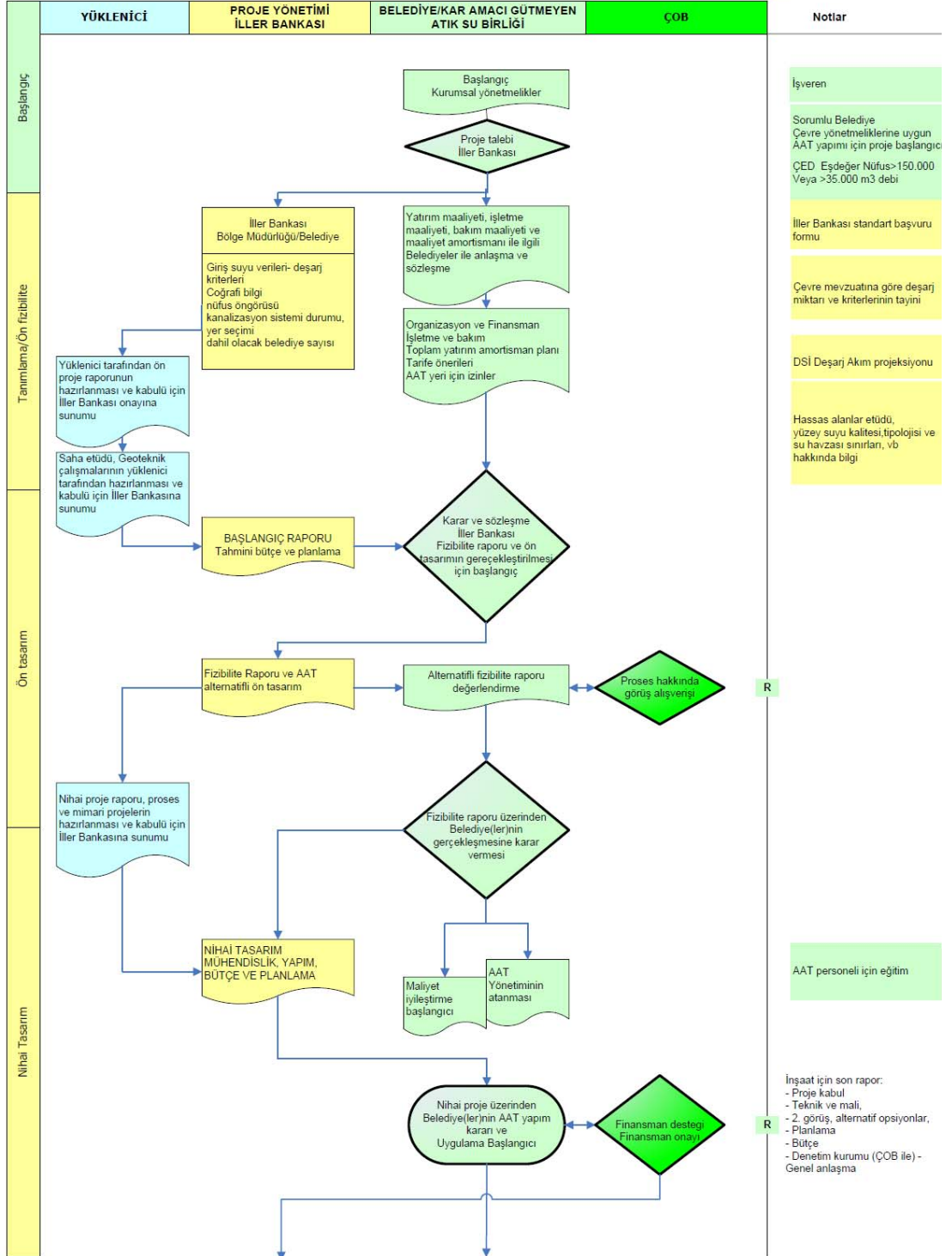
Genel Notlar:

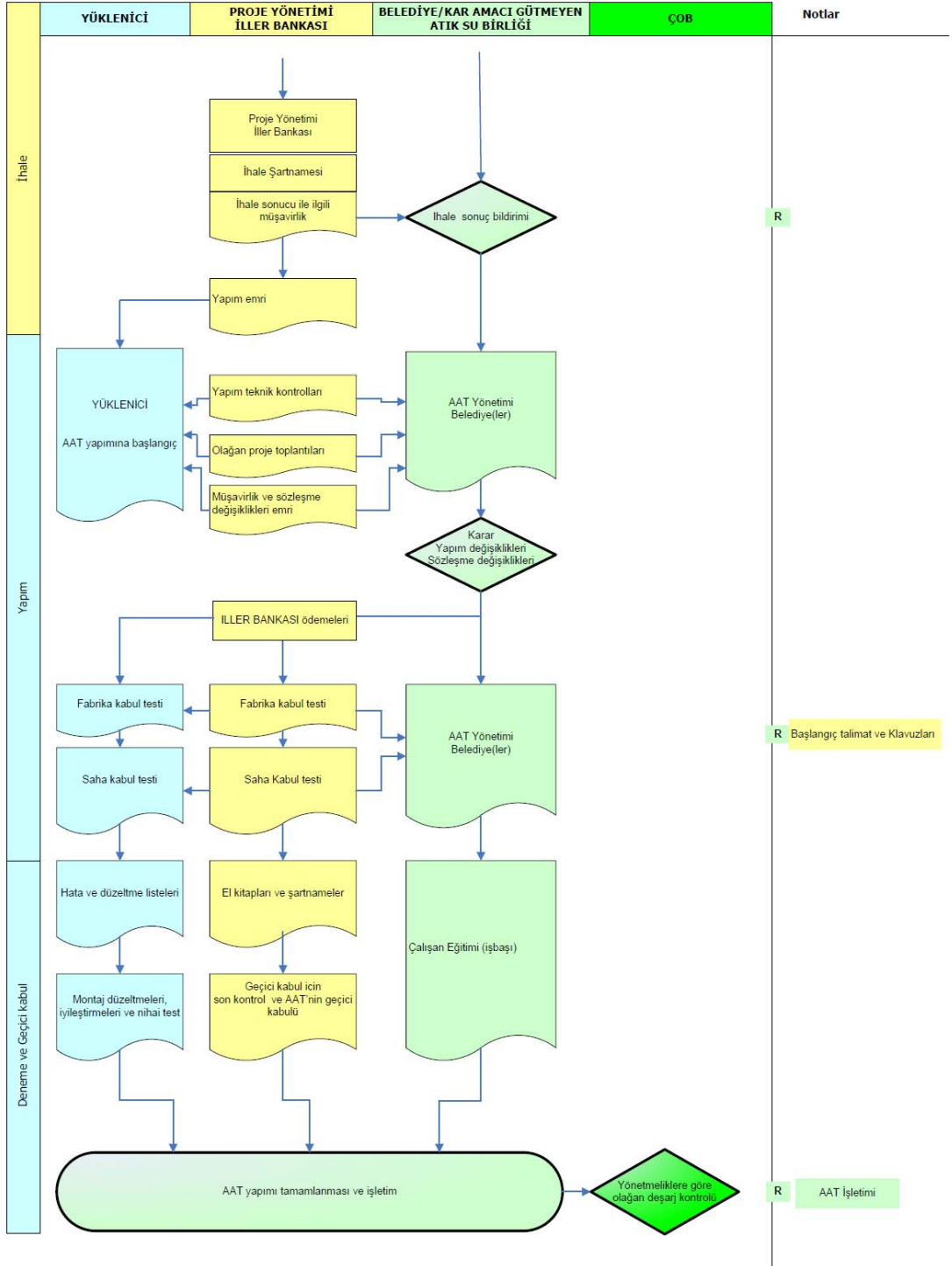
- Belediyeler arasındaki farklılıkların (coğrafi zorluklar, iklim koşulları, atıksu karakteristik özellikleri vs.) dikkate alınması gerekecektir.
- Belediyelerde atıksu arıtma ile ilgili organizasyon ve yönetim kapasitesine sahip olunması gerekecektir.

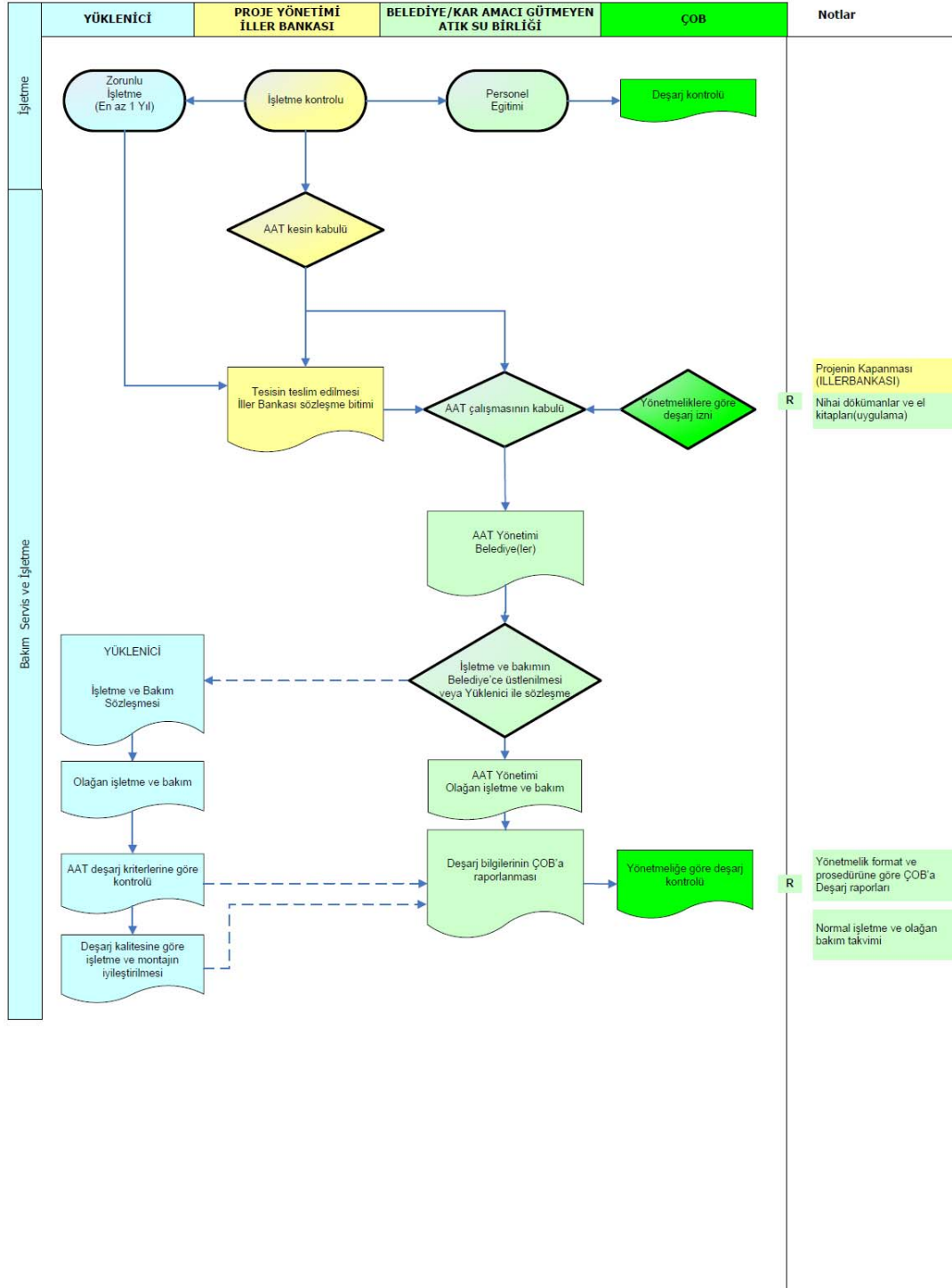
EK 3: ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE KARAR ALMA MODELİ

İLLER BANKASI Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi (AAT) Proje Yönetimi Önerisi

R Kontrol aşaması, Belediye kabulü







EK 4: İHALE ŞEKİLLERİ

Prensipte, üç temel ihale şeklinden söz edilebilir:

1. Geleneksel
2. Tasarım ve Yapım
3. Kamu Özel Sektör Ortaklığı (PPP)

Her ihale şeklinin kendine özgü bir yöntemi bulunmaktadır. Her ihale şekli için ele alınan yöntem aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

Geleneksel İhale

Geleneksel ihale şeklinde dört aşamadan söz edilebilir. Bu dört aşama, aşağıdaki genel değerlendirmede ele alınmıştır.

1. Ön tasarım
 - a) Çıkış noktaları/ön koşullar
 - b) Sistem tercihi
 - c) Teknolojik tasarım/ana bileşenlerin boyutlandırılması
 - d) Akış Şemaları
 - e) Proses kontrol şeması
 - f) Temel tasarım – yerleşim
 - g) Temel bilgi ekipmanları
 - h) İnşaatla ilgili hesaplamalar
2. Kesin projesi
3. İnşaat
4. Tamamlanma

Aşama 1: Ön tasarım

1. Çıkış noktaları/ön koşullar

Hollanda'da 30 yıl sonrası için planlama yapmak olağan bir uygulamadır. Bu süreç, inşaat işlerinin ömrü ile ilgilidir. Bu alt aşamada, AAT'nin gelecekteki yükleri –hem biyolojik hem de hidrolik anlamda tespit edilir. Yükler, mevcut AAT'nin o anki durumuna + 30 yıl sonrası için yapılacak varsayımlara dayalı olarak tespit edilir. Varsayım ülkenin imar planlarına, ilgili belediyenin/belediyelerin imar planlarına ve beklenen sanayiye dayalı olarak yapılır. Çıkış suyu ile ilgili olarak gelecekte söz konusu olacak gereklilikler de elbette bu alt aşamanın bir parçasıdır. Çıkış noktaları/ön koşullar çoğunlukla su kurulları tarafından tespit edilir.

2. Sistem seçimi

Genel olarak sistem seçimi ihtimallerin/seçeneklerin gözden geçirilmesi ile başlar. Çoğu durumda bu, işe dahil olan su kurulu ile sözleşmeli mühendislik firması arasında yapılacak bir beyin fırtınası ile başlar. İhtimallerin/seçeneklerin gözden geçirilmesi sonucunda bir dizi farklı sistem alternatifleri belirir. *Not: bazı durumlarda su kurulunun sistem konfigürasyonu tercihi belirli olabilir.*

Farklı alternatifler üzerinde kafa yorular; her alternatif için teknolojik boyutlar hesaba katılır ve yaklaşık bir maliyet değerlendirmesi (yatırım ve kullanım maliyetleri) gerçekleştirilir. Bazı durumlarda, yapılan bu değerlendirmelerden sonra belirli bir sistem konfigürasyonu konusunda gereken karar verilmiş olur; bazı durumlarda ise belirli bir alternatifte karar kılınmaz ve niteleyici ve çok kriterli bir analize ihtiyaç duyulur.

Çok kriterli analiz, yıllık maliyetler, sürdürülebilirlik (örneğin enerji, kimyasal maddeler vs. açısından), dayanıklılık, riskler ve operatörler açısından karmaşıklık gibi hususları kapsar. Yukarıda sayılan hususlar sadece örnektir. Analizin hangi hususları kapsayacağı konusuna su kuruluna da danışılarak karar verilir. Her husus için bir ağırlık puanı (örneğin 1 ila 3 arasında) belirlenir. Ağırlık puanı daha yüksek olan husus, ağırlık puanı daha düşük olan hususlardan daha önemli demektir. Üzerinde kafa yorulan bu sistem seçenekleri, çok kriterli analiz tablosunda yan yana konular. Ardından farklı alternatifler puanlandırılır. Bu puanlama

(örneğin -3 ile +3 arasındaki) sayılar kullanılarak veya (--'den ++'ya kadar) artı ve eksi işaretleri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Her husus, ilgili sistem seçeneği konusundaki puanla çarpılır; nihai skora eklenir. Çok kriterli analiz, farklı alternatifler arasındaki niteleyici farklar konusunda anlaşılır bir tablo sunabilmelidir. Aşağıdaki tabloda bir örnek verilmiştir.

ÇOK KRİTERLİ ANALİZ

No	Husus	Ağırlık Puanı	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
1	Maliyetler (toplam yıllık maliyetler)	3	0	-	0	0
2	Sürdürülebilirlik	3	--	-	+	++
	<i>Sürdürülebilirlik: toplam</i>					
2a	<i>Enerji (elektrik, gaz, ulaşım)</i>	2	++	-	0	0
2b	<i>Kimyasallar</i>	2	--	0	++	++
2c	<i>Çamur üretimi</i>	2	--	-	0	0
2d	<i>Havaya verilen emisyon miktarı</i>	1	0	+	0	+
2e	<i>Gereken alan</i>	1	0	0	--	-
2f	<i>Gürültü</i>	1	0	0	0	0
Alt toplam	Maliyetler ve sürdürülebilirlik		--	--	+	++
Riskler						
3	İnşaat aşamasında işletme	1	+	0	0	-
4	İnşaat süresi ve inşaat aşamaları (çıkış kalitesi üzerindeki etki)	1	+	+	0	0
5	İşletme ve bakımın karmaşıklığı	1	-	0	+	-
6	Kesinlik	2	0	-	+	-
	<i>Kesinlik: toplam</i>					
6a	<i>Normal işletme sırasında arıza</i>	1	0	0	0	-
6c	<i>Kanıtlanmış teknoloji</i>	1	+	-	+	0
6d	<i>Yüzer çamur riski</i>	1	+	--	0	-
7	Sağlamlık	1	-	-	+	+
	<i>Sağlamlık: toplam</i>					
7a	<i>Çıkış talepleri</i>	1				
7b	<i>Yüksek yük / yanlış tahmin</i>	1				
8	Tedarikçilerle ilgili ihale riskleri	1	+	-	+	0
Alt toplam	Riskler					
9	Yenilikçilik	1	0	++	0	+
	Toplam		-	-	++	+

Çok kriterli analizde elde edilen toplam skor, her alternatifin inşaat ve kullanım giderleri ile yan yana konular. Bu toplam genel değerlendirmeye göre inşa edilecek AAT'nin sistem seçimi belirlenir. Sistem seçiminde çok kriterli bir analiz kullanılması demek mutlaka en ucuz alternatifin seçileceği anlamına gelmemektedir. Aşağıdaki tabloda bir örnek sunulmuştur. Alternatif 1 en düşük inşaat giderlerine, Alternatif 4 ise en düşük işletme giderlerine sahip olmasına rağmen, bu örnekte Alternatif 3 üzerinde karar kılınmıştır.

Kriter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
İnşaat giderleri	€ 3.060.850	€ 7.256.450	€ 7.602.400	€ 6.640.200
İşletme giderleri	€ 1.702.146	€ 1.809.392	€ 1.691.728	€ 1.635.685
Kalitatif kriterler	--	--	++	+

3. Teknolojik tasarım / ana bileşenlerin boyutlandırılması

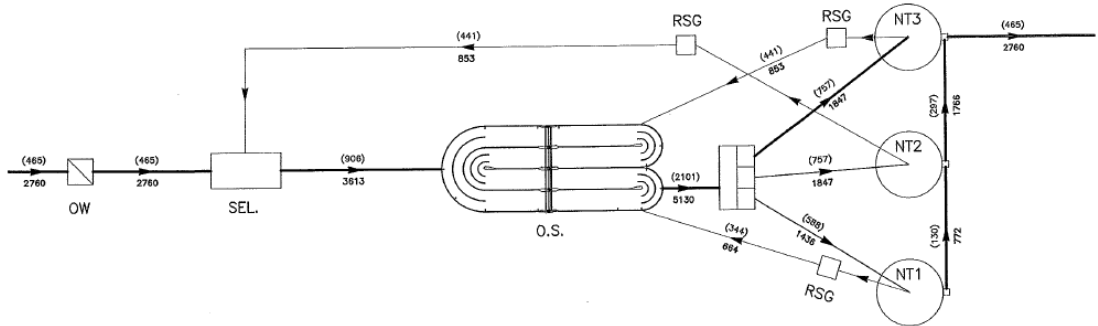
Bu alt aşamada, "Sistem Seçimi" alt aşamasında yapılan değerlendirmeler bir adım ileri götürülür. Sistem konfigürasyonu artık seçilmiştir ve aşağıdakiler de dahil temel bileşenlerin boyutlandırılması / kontrol edilmesi gerekecektir:

- Debiler
- Hacimler
- Oksijen girişi
- Çaplar
- Çamur üretimi
- Çamur arıtımı

Bu boyutlandırma sadece teknik perspektiften yapılır. Mekanik veya inşaat mühendisliği ile ilgili hususlar dikkate alınmaz

4. Proses Akış Şemaları

Bu aşamada, bir önceki aşamada elde edilen temel bileşen boyutlandırmasına dayalı olarak bir proses akış şeması yapılır. Proses Akış Şeması AAT'nin proses akışının genel bir değerlendirmesini sunar ve her bileşenden gelen/her bileşene giden akışlar şemaya dahil edilir. Örnek bir akış şeması aşağıdaki çizimde gösterilmektedir. Bu örnekte iki akış bulunmaktadır: parantezler içerisinde gösterilen akış kuru havadaki debi, diğer akış ise yağmurlu havadaki debidir.

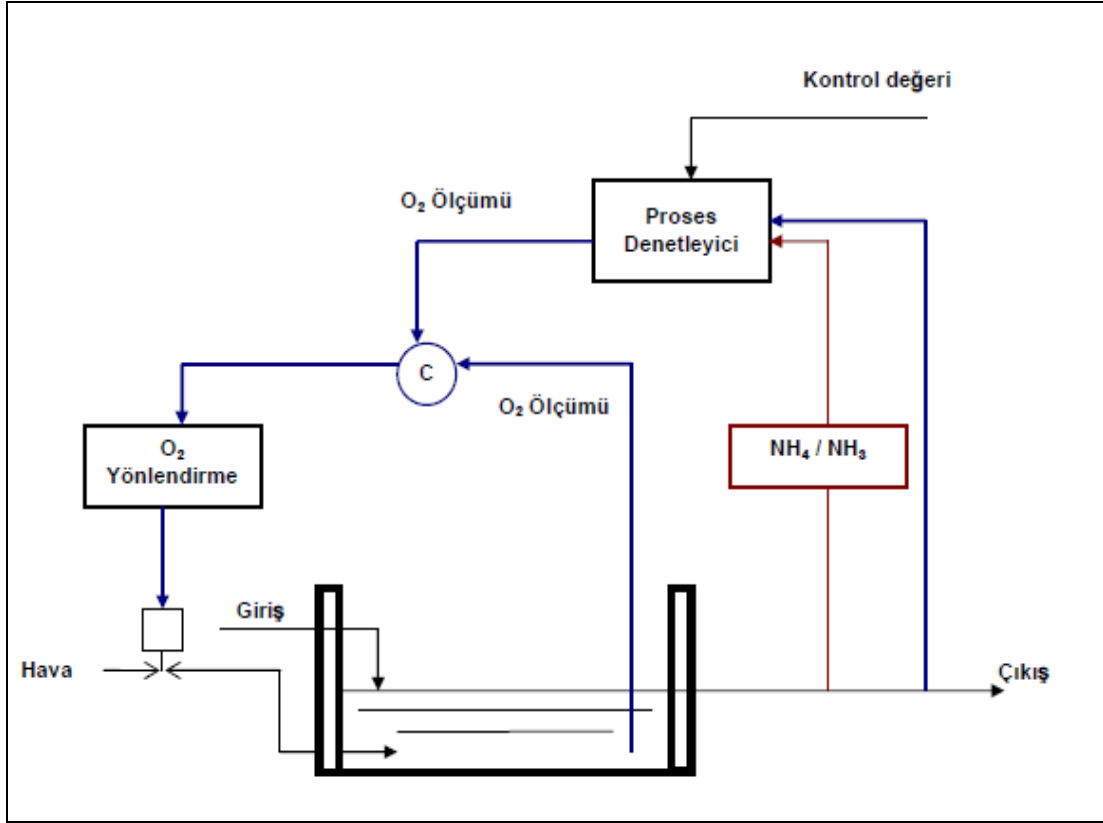


5. Proses kontrol şeması

Bu alt aşamada, online ölçüm cihazlarının nereye yerleştirilmesi gerektiği ve sürecin nasıl kontrol edileceği gibi temel otomasyon kontrolleri belirlenir. Örneğin:

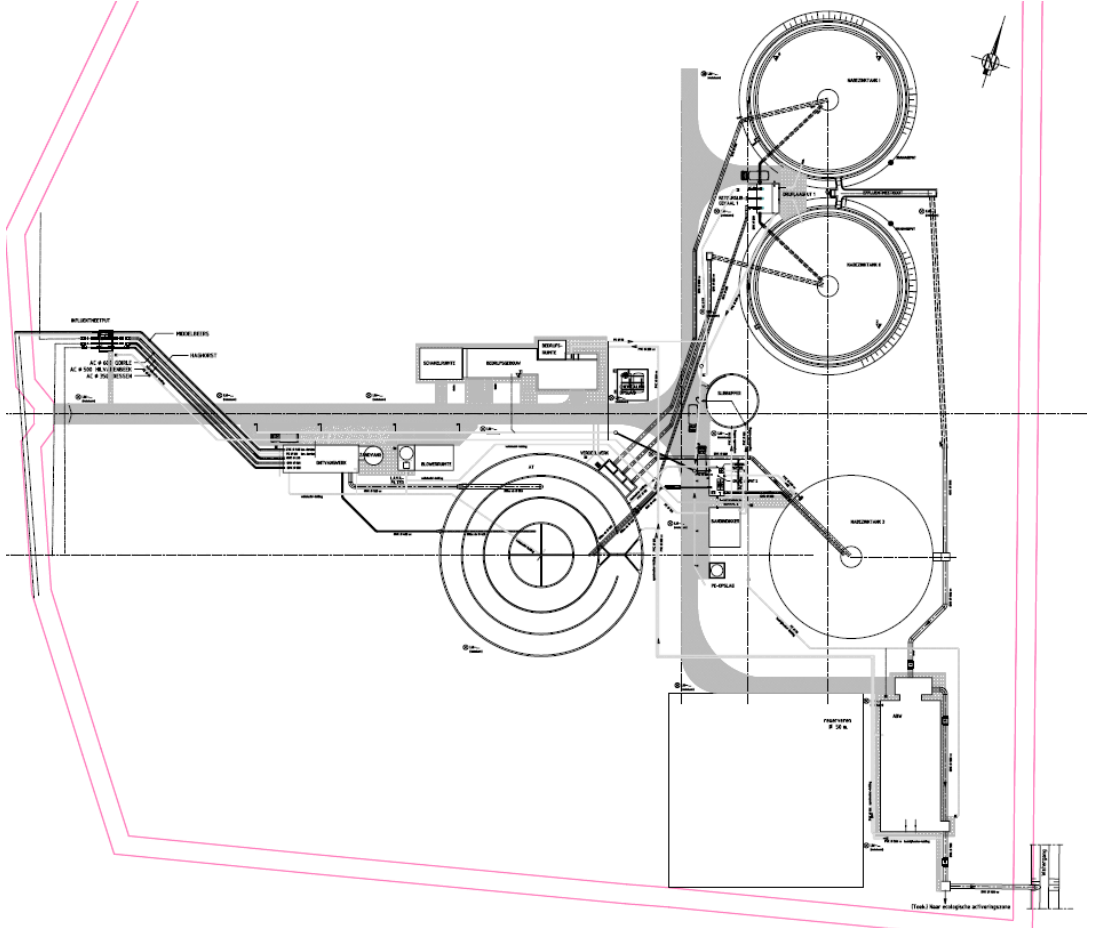
- Bloverlerin, AT'deki amonyak sensörüne göre otomatik olarak kumanda edilmesi
- Çamur fazlasının, AT'deki MLSS sensörüne göre otomatik kumanda edilmesi

Bu alt aşama, elektroteknik ve teknoloji uzmanlığı işbirliği ile gerçekleştirilir. Aşağıdaki şekilde, bir aktif çamur tankı içerisindeki havalandırma için proses kontrol şeması örnek olarak verilmiştir.



6. Temel tasarım – yerleşim

Bu aşamada temel tasarım yapılır. Örneğin aktif çamur tanklarının ve çökeltme tanklarının büyüklüğü bilinmektedir ve yerleşim planlanabilir. Bu alt aşama büyük ölçüde inşaat mühendisliği uzmanlığı tarafından gerçekleştirilir. Hollanda'da tümüyle yeni bir AAT neredeyse hiç inşa edilmez. Bunun anlamı, sürekli (büyük çaplı) tadilat/yenileme/düzenleme çalışmaları ile karşı karşıya olduğumuzdur. Tüm yeni bileşenlerin mevcut alana sığdırılması işi bir bilmeceye dönebilir. Bir AAT'nin örnek yerleşimi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



7. Temel bilgi ekipmanları

Bu alt aşamada, gelecekte inşa edilecek AAT'nin tüm bileşenleri için bir ön ekipman listesi hazırlanır. Ekipmanların ihtiyaç duyduğu alan deneyime dayalı olarak tahmin edilir. Bu alt aşama, makine mühendisliği uzmanları tarafından yürütülür. Çoğu durumda, temel tasarım – yerleşim aşaması temel bilgi ekipmanları aşaması ile eş zamanlı olarak yürütülür.

İnşaatla ilgili hesaplamalar: 1. ila 7. alt aşamalar tamamlandıktan sonra inşaat mühendisliği ile ilgili hesaplamalar gerçekleştirilebilir. İnşaat mühendisliği ile ilgili hesaplamalar aşağıdaki hususları da kapsar:

- Hidrolik
- Binaların yüksekliği
- Temel derinliği
- Kuyu nokta sistemi
- Temel

Aşama 2: Kesin projesi

Ön tasarım aşaması tamamlandıktan sonra tatbikat projesi yapılabilir. Kısaca ifade etmek gerekirse, tatbikat projesi ön tasarımın daha da detaylandırılmasıdır ve şunları kapsar:

- Akış Şemasının Son ve Katı Hali
- Fonksiyonel tasarım
- Katı ekipman listesi
- Elektrik tesisatı
- P&ID'ler
- Tam maliyetler

Aşama 3: İnşaat

Tatbikat projesi tamamlandığında inşaat aşamasına başlanılabilir. İnşaat işi bir müteahhide verilir. Çoğu durumda, inşaat aşamasının yönetiminden de sözleşmeli bir mühendislik firması sorumludur.

Aşama 4: Kabul Aşaması

İNşaat aşaması tamamlandığında (tamamlanmak üzere olduğunda) kabul aşaması başlar. Bu aşamada aşağıdaki faaliyetler göze çarpar:

- Geçici Kabul
 - Saha Kabul Testleri (SAT)
 - Islak testler
 - Fonksiyonel testler
 - Proses kontrol testi
- Başlangıç prosedürü hazırlanır
- İşletme ve bakım planları hazırlanır
- Operatör(ler) eğitilir
- Süreç optimize edilir
- Kesin kabul

Tasarım ve Yapım

Tasarım ve Yapım (D&C - Design & Construct), hem tasarım hem de inşaattan bir konsorsiyumun sorumlu olduğu ihale şeklidir. D&C temel olarak aşağıda belirtilen sekiz adımdan/aşamadan oluşabilir:

1. Su kurulu şartnameyi hazırlar
2. İhale konsorsiyumu kurulur ve eylem planı hazırlanır
3. İhale değerlendirilir, sözleşme imzalanır
4. Sipariş emri verilir
5. Detaylar konsorsiyum tarafından tasarlanır
6. İnşaat süreci
7. Devreye alma, başlatma
8. Müşteriye teslim

Aşama 1: Su kurulu şartnameyi hazırlar

D&C ihalesinin başlayabilmesi için öncelikle şartnamenin son kullanıcı tarafından hazırlanması gerekecektir. Hollanda söz konusu olduğunda, bundan su kurulu sorumludur. Talepleri içeren şartname aşağıdaki hususları kapsar:

- Hidrolik
- Giriş suyu ile ilgili özellikler
- Çıkış suyu ile ilgili özellikler
- Tasarım özellikleri
- Enerji tüketimi (kWh/kişi eşdeğeri)
- İzinlerden düzenlemeler
- İhale seçimi ile ilgili kriterler
- Malzeme seçenekleri (çoğu durumda)

Bu ihale şeklinde, yine de su kurulu seçilen çözümler üzerinde gayet sıkı bir denetime sahiptir. Talepleri içeren şartname hazırlandığında artık ihaleye çıkılabilir.

Aşama 2: İhale konsorsiyumu kurulur ve eylem planı hazırlanır

İş kamu ihalesine çıkarıldıktan sonra, çeşitli konsorsiyumlar kurulur. İhale konsorsiyumları genellikle bir danışman, bir inşaat müteahhidi ve bir makine / elektrik (M&E) mühendisliği müteahhidinden oluşur. Konsorsiyumun, kendi deneyimini belirleyebilme konusunda belirli

bir özgürlüğü vardır. İhale konsorsiyumu kurulduğunda, konsorsiyum içinde bir risk değerlendirmesi yapılır.

Eğer konsorsiyum makul görünüyorsa, konsorsiyumda yer alacak firmalar/kuruluşlar yazılı bir sözleşme imzalar ve işbirliğini hükme bağlarlar.

İşin şartnamesine bağlı olarak, çeşitli alternatifler için keşif yapılır. Her alternatifin talepleri içeren şartnameye uygun olup olmadığı kontrol edilir. Bu aşamada, genellikle su kuruluna soru sorabilme imkanı vardır. Neticede bir tek alternatif/çözüm kalır/seçilir. Bu çözüm için bir eylem planı hazırlanır. Eylem planı aşağıdaki konuları kapsar:

- Süreç teknolojisi ve tasarım tercihleri
- Tasarım ve gerçekleştirme
- İşletme ve bakım
- İşletme maliyeti
- Proje Yönetimi
- Çizimler ve hesaplar

Su kurulu, şartname kriterlerini kendi tasarımlarında teknik ve mali anlamda en etkin şekilde uygulayabilmiş olan konsorsiyumu seçecektir. Bu nedenle eylem planı büyük özenle hazırlanmalıdır.

Aşama 3: İhale değerlendirilir, sözleşme imzalanır

Su kurulu çeşitli konsorsiyumların sunmuş olduğu eylem planlarını inceleyip değerlendirecektir. Bazı durumlarda su kuruluna bir danışmanlık firması da yardımcı olur. Sonuç olarak bir konsorsiyum seçilecektir. Bu karar verildikten sonra, sözleşmenin hazırlanması ve elbette ilgili taraflarca imzalanması gerekecektir. Sözleşmede fiyat, garanti, önemli konular, ödeme şartları, planlama v.b. gibi hususlar yer alır.

Aşama 4: Sipariş emri verilir

Aşama 5: Detaylar konsorsiyum tarafından tasarlanır

Tatbikat projesi 2. aşamada tamamlanmıştır. Bu aşamada ise proje daha da detaylandırılır ve genişletilir. Aşağıdaki konular ele alınır:

- Katî Proses Akış Şeması
- Fonksiyonel tasarım
- Katî ekipman listesi
- Elektrik tesisatı
- P&ID'ler

Aşama 6: İnşaat süreci

Bu aşama çoğunlukla geleneksel ihale şekliyle aynıdır. D&C ihale yönteminde müşteri/su kurulu tarafından daha az denetime ihtiyaç olması, müşterinin/su kurulunun malzeme ve markaların seçimi hususlarında daha az rol oynaması ve genel planlamanın konsorsiyum tarafından ele alınması buradaki temel farklardır.

Aşama 7: Devreye alma, başlatma

İnşaat aşaması tamamlandığında AAT'nin devreye alınmasına başlanabilir. Bu aşama da üç aşağı beş yukarı geleneksel ihale şeklinin 4. aşaması ile aynıdır.

Atıksuyun fiilen arıtmaya başlanmasından önce çeşitli testlerin gerçekleştirilmesi gerekecektir. Bu testler şunlardır:

- Saha Kabul Testi (SAT)
- Islak testler
- Fonksiyonel testler
- Proses kontrol testi

Ayrıca işletme ve bakım için bir de kılavuz hazırlanır ve başlatma prosedürü yazıya dökülür. Bu adımlar tamamlandığında AAT'nin gerçek anlamda işletilmesine başlanabilir. Başlandıktan sonra operatörler eğitilir. Tüm bu adımlar tamamlandığında AAT son aşamaya, yani müşteriye teslim aşamasına hazır demektir.

Aşama 8: Müşteriye teslim

Bu aşamada AAT resmen müşteriye devir teslim edilir. Bu aşamada müşteri işletme ve bakım kılavuzunun son halini teslim alacaktır. Genellikle müşteriye teslim işi resmi bir seremoni ile gerçekleştirilir. Garanti süresinin tamamlanmasıyla müşteri bakiye tutarı (son ödeme) ödeyecektir.

Kamu Özel Sektör Ortaklığı (PPP)

PPP ihale şekli aslında bir çeşit D&C'dir ancak aşağıda belirtilen sorumlulukları da kapsayacak şekilde genişletilmiştir:

- Finans
- Operasyonla ilgili hususlar
- Bakım

Elbette mevzuata uygun olması gerekir. PPP ihale şeklinin karakteristik özellikleri şunlardır:

- Tasarım süreci daha kısa sürede gerçekleştirilir
- İnşaat süreci daha kısa sürede gerçekleştirilir
- Daha az denetim ihtiyacı vardır
- Maliyetler genellikle daha düşüktür
- Müşterinin proses üzerinde "hiç" etkisi yoktur
- Tam kapsamlı bir sözleşme şarttır
- Başlangıç noktaları gayet somut ve katidir
- Mali açıdan sağlam ortak şarttır

Bu ihale şekli Hollanda'da yeni uygulanmaya başlamıştır. Şu ana kadar Hollanda'da sadece bir AAT bu şekilde PPP ihale şekliyle tasarlanıp işletilmiştir (Harnaschpolder AAT).

EK 5: AAT'İN İŞLETME VE BAKIM MALİYETLERİ

ASA Tesisinin BAKIM ve ONARIM Giderleri							
ASAT Nüfus	30000 pe 16000						
Sabit Maliyetler	Nesne	Açıklama	Kullanılan	Tarife	Toplam	Oran %	
Elektrik	Su arıtma				€ -		
	Havalandırma				€ -		
	Çamur arıtma				€ -		
			750 MWh	€ 65,00	Beher MWh	€ 48.750,00	
					€ 48.750,00	17,82	
Kimyasallar	Susuzlaştırma	Polimer	2400 kg	€ 3,50	beher kg	€ 8.400,00	
	Yoğunlaştırma	Polimer	0 kg		beher kg	€ -	
	Fosfor giderimi	Demirtuzu	0 ton		beher ton	€ -	
	Çıkiş suyunun klorla dezenfeksiyonu	Klor	0 ton		beher ton	€ -	
					€ 8.400,00	3,07	
Artık	Elekten geçirme		250 m3	€ 5,00	beher m3	€ 1.250,00	
	Kum, çakıl		100 m3	€ 5,00	beher m3	€ 500,00	
	Endüstriyel atık su				beher kg	€ -	
					€ 1.750,00	0,64	
Çamur Arıtma	Çamur susuzlaştırma		1200 ton	€ 5,00	beher ton	€ 6.000,00	
	Susuzlaştırılmış çamur nakliyesi		1200 ton	€ 2,00	beher ton	€ 2.400,00	
					€ -		
					€ 8.400,00	3,07	
Su Kullanımı	polymer üretimi amaçlı icme suyu		480 m3	€ 0,50	beher m3	€ 240,00	
	Binalara verilen icme suyu kullanımı		100 m3	€ 0,50	beher m3	€ 50,00	
					€ 290,00	0,11	
Vergi	WVO-vergisi				€ -		
					€ -		
					€ -	0,00	
sabit giderler toplami					€ 67.590,00	24,70	
Değişken Maliyetler	UNITE	aciklama	kullanılan	birim fiyat	toplam	Oran %	
Bakım	Ölçme cihazları	Akiş	3 pc	3000	€ 9.000,00		
		Oksijen	1 pc	4000	€ 4.000,00		
		Nitrat	1 pc	5000	€ 5.000,00		
						€ 18.000,00	6,58
Mekanik donanim		Pompalar	10 pc	1000	€ 10.000,00		
		Üfleyici	2 pc	5000	€ 10.000,00		
		Mikserler	3 pc	1000	€ 3.000,00		
		Kayışlı filtre	1 pc	120000	€ 120.000,00		
						€ -	
Temizlik				€ -			
					€ 143.000,00	52,27	
Kurumsal giderler	Personel giderleri	Yönetici	1 fte	20000	€ 20.000,00		
		Teknoloji Uzm	0,5 fte	10000	€ 5.000,00		
		İşçi	4 fte	5000	€ 20.000,00		
					€ 45.000,00	16,45	
Değişken giderler toplami					€ 206.000,00	75,30	
Toplam bütçe					€ 273.590,00	100,00	
kisi basına duşen gider					€ 17,10		

* Buradaki rakamlar hernekadar Hollanda'da kullanılan kıyaslama rakamları da olsa, gerçek degildir!

EK 6: Evsel atıksuların arıtılması ile ilgili küçük ölçekli teknolojiler

Atıksu arıtmasıyla ilgili kullanılacak küçük ölçekli teknolojiler şunlardır:

- 1) Lagünler/ıslak alanlar/göletler
- 2) Anaerobik çürütücü
- 3) SBR

Bu teknolojiler, Kentsel Atıksuların Arıtılması Direktifi'nin nitrojen ve fosfor ile ilgili çıkış suyu gerekliliklerini karşılamasa da finansman ya da arıtma teknolojisi sağlanamadığı halde belirli bir arıtmaya ihtiyaç duyulan hallerde kullanılabilirler.

1) Göletler

Atıksu arıtma işlemleri göletler, ıslak alanlar ya da lagünlerde gerçekleştirilebilir. Bunlar atıksu veya lağım gibi antropojenik atıkların boşaltıldığı alanlar olarak veya vahşi yaşam için habitat sağlamak amacıyla veya madencilik ve benzeri diğer girişimlerden sonra arazinin geri kazanılması için yaratılmış suni bataklık alanlardır. Doğal ıslak alanlar, sudan ağır metaller gibi kirleticilerin uzaklaştırılmasını sağlayan biyolojik filtre vazifesi görür ve suni ıslak alanlar da bu özellikleri kopyalayacak şekilde tasarlanabilir. Aerobik alternatif ise havalandırılmış bir lagün sistemidir.

Atıksu lagünleri



Atıksu arıtma işlemlerinde bir süreç olarak atıksu göletleri yüzyıllardır kullanılmaktadır. 1920'lerde atıksuyu toplamak ve stabilize etmek için suni göletler tasarlanır ve inşa edilirdi. 1950'lere



gelindiğinde, göletler küçük belediyeler ve küçük sanayi kuruluşları için ekonomik bir arıtma yöntemi olarak kabul görmeye başladı. 1980 itibarı ile, sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde atıksu stabilizasyonu için kullanılan yaklaşık 7,000 kadar gölet bulunmaktaydı. Günümüzde, tüm ikincil atıksu arıtma tesislerinde, şu veya bu şekilde bir gölet sistemi mutlaka bulunmaktadır. Bunların %90'dan biraz fazlası 1 MGD veya daha az akışlar için kullanılmaktadır. Ancak bu göletler daha büyük şehirlerde de atıksu arıtma amaçlı kullanılabilir. Amerika Birleşik Devletlerindeki en büyük gölet sistemlerinden bazıları Kuzey Kaliforniya'dadır ve Sunnyvale (105,000 nüfuslu), Modesto (150,000 nüfuslu), Napa (175,000 nüfuslu) ve Stockton (275,000 nüfuslu) gibi şehirlere hizmet vermektedir.

Gölet sistemlerinin en önemli avantajları düşük maliyetli oluşları (yatırım ve işletme açısından) ve operatör nezaretine ancak asgari düzeyde ihtiyaç duymaları olarak özetlenebilir. Atıksu sistemde uzun süreyle hidrolik askıda tutularak çıkış suyu dezenfekte edilmiş olur ve halen yüksek besin maddesi içermekte olduğundan sulama amaçlı olarak kullanılabilir. Dezenfeksiyon için klora gerek yoktur.

Başlıca sorunları atıksuyun göletlerde uzun süreyle tutulması zorunluluğu ile sistem için gayet geniş alanlara ihtiyaç duyulmasıdır. Ancak, eğer gölet düzgün tasarlanırsa, peyzaja güzel bir katkı da olabilir. Bu sistemde fosfatın çoğu atıksuda kalır, uzaklaştırılmaz. Ama eğer çıkış suyu tarım alanlarında sulama amaçlı kullanılacaksa bu aslında bir avantajdır. Dilenirse, fosfat ayrıca demir dozlamasıyla uzaklaştırılabilir.

Gölet havalandırılabilir veya havalandırılmayabilir. Maliyetin önemli olduğu durumlarda, havalandırılmamış göletin enerji gereksiniminin minimum olması sistemin çekici olan tarafıdır.

Havalandırılmış gölet ve havuz çeşitleri:

Gölet ve havuzların havalandırılmasıyla ilgili pek çok yöntem bulunmaktadır:

- Motorla çalışan yüzer yüzey havalandırıcıları;
- Motorla çalışan dalgıç havalandırıcılar;
- Motorla çalışan sabit konumlu yüzey havalandırıcılar;
- Dalgıç difüzörler yardımıyla basınçlı hava püskürtülmesi.

Yüzey-Havalandırmalı (motorla çalışan yüzer yüzey havalandırıcısı kullanılan) Havuza Tipik Bir Örnek

Yüzey havalandırıcısı kullanılan havuz ve göletler, 1 ila 10 günlük işlem süreleri ile BOI'nın %80 ila %90'ını giderir. Havuz ve göletlerin derinliği 1.5 metre ile 5.0 metre arasında değişebilir.

Yüzeyden havalandırmalı bir sistemde, havalandırmanın iki işlevi bulunur: biyolojik oksidasyon reaksiyonları için gereken havanın havuz içerisine aktarılması ve havanın dağılması ve reaksiyona giren maddelerin (yani oksijen, atıksu ve mikropların) dağılması için gereken karıştırmanın sağlanması. Tipik olarak, yüzer yüzey havalandırıcıları 1.8 ila 2.7 kg O₂/kWh muadili hava aktaracak şekilde tasarlanmışlardır. Ancak, aktif çamur sistemlerinde elde edilen ölçüde karıştırma imkanı sunamazlar ve bu nedenle havalandırılmış havuzların performansı, aktif çamur birimlerinde elde edilen performans düzeyine ulaşamaz.

Biyolojik oksidasyon süreçleri sıcaklığa duyarlıdır ve 0 °C ila 40 °C'de, biyolojik reaksiyonların hızı da sıcaklıkla birlikte artar. Yüzey havalandırmalı kapların çoğu 4 °C ila 32 °C arası sıcaklıklarda çalıştırılır.

Havalandırmalı gölet teknolojisi, özellikle de bunların yüksek performanslı sistemlerde kullanılan çeşitleri, atıksu arıtması işinde en çok yanlış anlaşılan teknolojidir. Bu yanlış anlama, büyük ölçüde, şimdiki teknolojinin geçmişte kullanılan ve alglerin hayati rol üstlendiği ve işlem sürelerinin uzun olduğu, seçmeli lagün teknolojisinden evrilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Aslında, yüksek performanslı havalandırmalı lagün teknolojisi aktif çamur ile pek çok ortak noktaya sahiptir. Tasarım ve işletmesi düzgün yapıldığında, havalandırmalı lagünler hem TSS hem de CBOI₅ açısından 30 mg/L limitlerine uygun çıkış suları sağlayabilmektedir. Dahası, düşük teknoloji proses birimlerinin modifiye edilmesi veya eklenmesi ile, nitrifikasyon da yapacak şekilde tasarlanabilirler. Havalandırmalı gölet sistemlerinin temel avantajları düşük maliyetli oluşları ve operatör nezaretine asgari düzeyde ihtiyaç duymalarıdır.

2) Anaerobik çürütücü

Anaerobik çürütücü yüksek konsantrasyonlu (endüstriyel) atıksuların ve evsel atıksu çamurunun yüksek sıcaklıklarda (>30°C) indirgenmesini ve biyogaz salınmasını sağlayan bir arıtma işlemidir. Biyogaz cazip bir enerji kaynağıdır. Anaerobik arıtma Türkiye'de cazip bir seçenek olabilir çünkü bu teknik bir enerji kaynağı olarak biyogaz üretir ve Türkiye'deki ortalama hava sıcaklıkları da Hollanda'dakinden yüksektir.

Anaerobik çürütücü, biyolojik olarak yıkılabilen materyallerin oksijensiz ortamda mikroorganizmalar tarafından parçalara ayrıldığı bir dizi süreçten oluşur. Giriş malzemesinin hem hacim hem de kütle olarak küçülmesini sağladığından, genellikle atıksu çamuru ve organik atıkların arıtılmasında kullanılır. Entegre bir atık yönetim sisteminin bir parçası olarak kullanıldığında anaerobik sindirim, çöp sahası gazının atmosfere yayılmasını azaltıcı rol üstlenir. Bu süreç metan ve karbondioksit yönünden zengin bir biyogaz ürettiğinden ve fosil yakıtların yerine alternatif yakıt sağladığından, anaerobik çürütücü yenilenebilir enerji kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, çürütme sonrası kalan artık, besin maddeleri yönünden zengindir ve gübre olarak kullanılabilir.

Çürütme süreci bakteriyel hidroliz ile başlar. Bakteriyel hidrolizin amacı karbonhidratlar gibi çözünmez organik polimerlerin parçalanmasını sağlamak ve böylece bu organik polimerleri diğer bakteriler tarafından tüketilebilir kılmaktır. Daha sonra asidojen bakteriler, şekerleri ve

amino asitleri karbondioksit, hidrojen, amonyak ve organik asitlere dönüştürür. Bunun ardından, asidojen bakteriler bu organik asitleri asetik aside ve beraberinde amonyak, hidrojen ve karbondioksit dönüştürür. Son olarak kullanılan metanojenler de bu ürünleri metan ve karbondioksit dönüştürür.

Geçmişte, anaerobik sindiricilerin gerektirdiği yüksek teknik uzmanlık ve yüksek sermaye yatırımı ihtiyacı –ve geçmişteki süreç etkinliklerinin düşük oluşu, anaerobik çürütücülerin endüstriyel uygulamalarda atıksu arıtma teknolojisi olarak kullanımını kısıtlamıştır[3]. Buna rağmen anaerobik sindirim tesisleri, bugün Birleşik Devletler Kalkınma Programında merkezi olmayan en faydalı enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir, zira bunlar büyük enerji santrallerine kıyasla daha az sermaye yatırımı gerektirmektedirler.

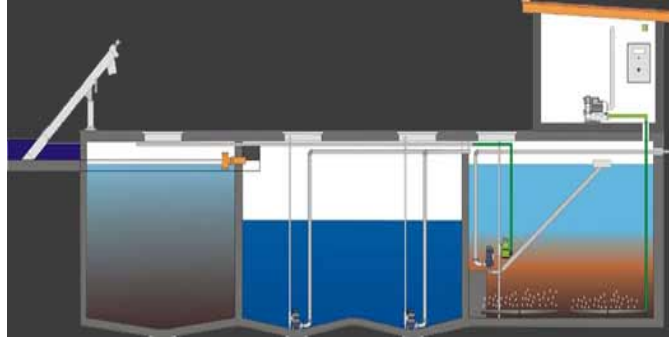
3) SBR

SBR (Sequencing Batch Reactor – Ardışık Kesikli Reaktör) aerobik bir biyolojik atıksu arıtma yöntemidir. Atıksu öncelikle büyük bir reaktöre gelir ve mikroorganizmalarla temas eder (aktif çamur, M.O.). Burada oksijen kontrollü bir biçimde enjekte edilir. Bu mikroorganizmalar kirliliği karbondioksit (CO₂) ve yeni biyokütleye dönüştürür.

Bu süreçte, farklı enjeksiyon teknikleri ile enjekte edilen oksijenden bol miktarda kullanılır. Azot bağları da azota dönüştürülür (nitrifikasyon). Uygun bir proses kontrol mekanizması da bu nitratı nitrojen gazına dönüştürür (denitrifikasyon).

SBR'nin avantajları şunlardır:

- Proses kontrolü ve bakımının kolaylığı
- Geniş tampon kapasitesi ve buna bağlı olarak, tepe yüklerle ve düşük taleplere karşı koruma
- Nitrojen yüküyle ilgili olarak, nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinde basit düzenlemeler yapılabilmesi
- Ayrıca çamur çöktürücüye ihtiyaç duyulmaması
- Havalandırılmalı tanka yapılan atıksu beslemesinin tam olarak kontrol edilebilmesi yüzer çamur üretimini azaltır
- Yüksek yüklü bir sistemle kıyaslandığında, düşük yüklü bir sistem görece daha az çamur üretecektir. Çamurun asgaride tutulmasıyla koku da azalmış olur.



4 ila 50,000 nüfus karşılığına kadar çeşitli inşaat büyüklükleri mevcuttur.

EK 7: TAUW HESAP YÖNTEMİ

Baskı Bilgisi

Bu El Kitabı, Hollanda devleti tarafından desteklenen devletlerarası bir proje olan Türkiye'deki Küçük ve Orta Ölçekli Belediyelerde Su Arıtması için Uygun bir Metodoloji Geliştirilmesi" başlıklı proje (G2G08/TR/7/2) kapsamında geliştirilmiştir.

Resmi Ortaklar – Hollanda



Wereld Waternet, Amsterdam



NL Agency
Ministry of Economic Affairs

Agentschap NL (NL Agency NL Environment), The Hague

Resmi Ortaklar – Türkiye

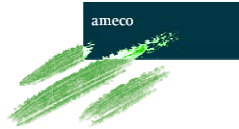


İller Bankası, Ankara



Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara

Uygulayan Kuruluşlar



Ameco, Utrecht, Hollanda (www.ameco-ut.nl)



Tauw, Deventer, Hollanda (www.tauw.nl)



IBS Research & Consultancy, İstanbul, Türkiye
(www.ibsresearch.com)

Finansör Kuruluş



NL Agency
Ministry of Economic Affairs

NL EVD International / Hollanda Ekonomi Bakanlığı
(www.evd.nl/business)