



DÜZENLİ DEPOLAMA SAHALARINDA SIZINTI SUYU YÖNETİMİ

Vahit Balahorli & Şenol Yıldız

İstaç A.Ş., Piyalepaşa Bulvarı No.74, Şişli,34379,İstanbul.

E-posta: vbalahorli@istac.com.tr

syildiz@istac.com.tr

ÖZET

Hızla artan nüfus, buna bağlı olarak değişim gösteren ekonomik koşullar ve yoğun teknoloji talebi, milyonlarca yıldır devam eden çevresel döngü sürecini olumsuz yönde etkilemiş ve ciddi bir çevre tahribatına neden olmuştur. Çevre kirliliğinde önemli bir paya sahip katı atıklar, bu gün dünya otoritelerinin üzerinde durduğu önemli bir problemdir. Katı atıkların bertarafı için değişik teknolojiler kullanılsa da, sonuçta bir miktar atığın nihai bertarafı amacıyla düzenli depolama alanları hazırlanmakta ve kullanılmaktadır. Her ne kadar AB Sürecinde katı atık yönetimine ait stratejik planlamalar düzenli depolama alanlarına gönderilen katı atıkların miktarını azaltmak zorunda bıraksa da, bertaraf işlemleri sonucu meydana gelen nihai atıkların depolanması kaçınılmaz olmaktadır.

Evsel nitelikli atıklar Kompostlaştırma, Yakma ve Depolama yöntemleri ile kontrollü bir biçimde bertaraf edilebilmektedir. İstanbul'da oluşan evsel nitelikli atıkların % 95'i depolanarak, geriye kalan kısmı Kompostlaştırma yöntemi ile bertaraf edilmektedir. Depolama sahalarında kontrol edilmesi gereken en önemli etkenlerden biri sızıntı suyu diğeri ise deponi gazıdır. Özellikle çöp sızıntı suyu, çevre ve insan sağlığı açısından üzerinde durulması gereken konuların başında yer almaktadır. Sızıntı suları, yüksek kirlilik ihtiva etmesi sebebi ile mevcut şartlar göz önüne alınarak ön arıtma veya nihai arıtma sistemleri ile tatbik edilmek suretiyle arıtılarak deşarj edilmelidir.

Bu çalışmada, depolama sahalarında oluşan sızıntı sularının toplanması, taşınması ve sızıntı sularının nihai olarak arıtımını içeren sızıntı suyu yönetim planı değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler, *membran biyoreaktör:nanofiltrasyon:sızıntısuyu:ters osmoz: ultrafiltrasyon*

Sembol/Notasyon

MBR, MLSS, NF, UF,

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde her geçen gün artan ve çeşitlenen çevre sorunları zaten sınırlı olan doğal varlıkların daha da azalmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır. Ulusal, bölgesel ve küresel etkileri ile çok yönlü ele alınması gereken çevre sorunlarının sınır tanımadığı da artık bilinen bir gerçektir.

İnsan faaliyetleri sonucu oluşan tüm çıktılar atık olarak kabul edilmekte ve bu atıklar evsel, endüstriyel, tehlikeli vb atık türlerinden meydana gelmektedir. İstanbul'da günlük 14.000 ton evsel atık üretilmekte ve her geçen gün bu miktar biraz daha artmaktadır.

İstanbul'da depolama sistemi ile katı atıkların bertarafı sağlanmakta ancak bununla birlikte sızıntı suyu ve depo gazı gibi yönetimi güç ve çevresel etkileri büyük olabilecek çıktılar ile karşılaşılmaktadır. Depolama işlemi ve yağmurun da etkisiyle oluşan çöp sızıntı suyu, evsel atıksulara oranla, kirlilik yükü açısından oldukça fazla bir yüke sahiptir.

Bu nedenle, depolama sahaları yapımında kil ve geomembran gibi geçirimsizlik malzemeleri kullanılmakta ve sızıntı suyu kontrollü bir biçimde toplanmaktadır.

2. SIZINTI SUYU OLUŞUMU

Katı atık depolama sahalarında çevre kirliliği açısından en önemli problem sızıntı suyudur. Katı atıkların muhtevassından kaynaklanan çok sayıda kirletici parametreyi bünyesinde ihtiva eden sızıntı suyu, katı atıkların içinden süzülerek bir takım fiziksel kimyasal ve biyolojik olaylara maruz kalma sonucu oluşmaktadır. Önlem alınmadığı takdirde yeraltı ve yer üstü kaynaklarını ciddi ölçüde kirletmektedir.

Sızıntı suyunun iki önemli kaynağı; depolanan atıktaki su muhtevası ve dışarıdan depoya giren su miktarıdır. Saha içerisinde organik maddelerin ayrışması neticesinde oluşan su yukarıdaki iki kaynağa göre daha önemsizdir. Dışarıdan depolama sahasına giren su, yağmur sularının depo üzerinden sızması, yüzeysel suların ve yeraltı sularının depoya girmesiyle oluşur. Düzenli depolama sahalarında taban alanı geçirimsiz hale getirildiğinden yeraltı suyundan depo gövdesine giriş ve çıkış söz konusu değildir.

2.1. Sızıntı Suyu Miktarı

Depolama sahalarında oluşacak sızıntı suyu miktarı bölgedeki yağmur ve buharlaşma miktarına, dolgu sırasında sıkıştırmanın şekline bağlı, olarak değişmektedir.

- Literatur: 2–5 m³/ha/gün
- Uygulama: 15–35 m³/ha/gün

Sızıntı Suyu Miktarında Etkili Faktörler

- Yağış Miktarı
- Yüzeş Akışı
- Evaporation ve Evapotranspiration
- Son Örtü
- Katı Atığın Su Tutma Kapasitesi
- Gaz Üretiminde Tüketilen Su Miktarı (içsel tüketim)

2.2.Sızıntı Suyu Karakteristiğı

Sızıntı Suyu Karakteristiğı, Depolama sahası işletme parametrelerine, Deponi alanı fiziksel yapısına, deponi yaşına ve atık muhtevasına göre değışkenlik arz edebilir. Genç deponi alanlarında oluşan sızıntı suları kolay parçalanabilir organik madde muhtevasına sahiptir. Yaşlı deponi alanlarında ise inert madde miktarları yüksek mertebelere sahiptir. Bunun nedeni, deponi gövdesinde gerçekleşen anaerobik arıtım ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla genç deponi alanlarında oluşan sızıntı suları arıtma açısından yaşlı deponilere göre daha avantajlı bir karakteristiğe sahiptir.

Sızıntı Suyu Karakteristiğı;

- Atık Muhtevası
- Depolama Sahası Yaşı
- Depolama Sahası Hidrolojik durumu
- Depolama Sahasındaki Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Aktiviteler
- Atıktaki Su Muhtevası
- Sıcaklık
- pH
- Redox potansiyeli
- Şev stabilizasyonu
- Deponi alanı atık yüksekliğı
- Deponi İşletimi ve İklim koşulları

Sızıntı suyunda bulunan kirletici ana parametreler

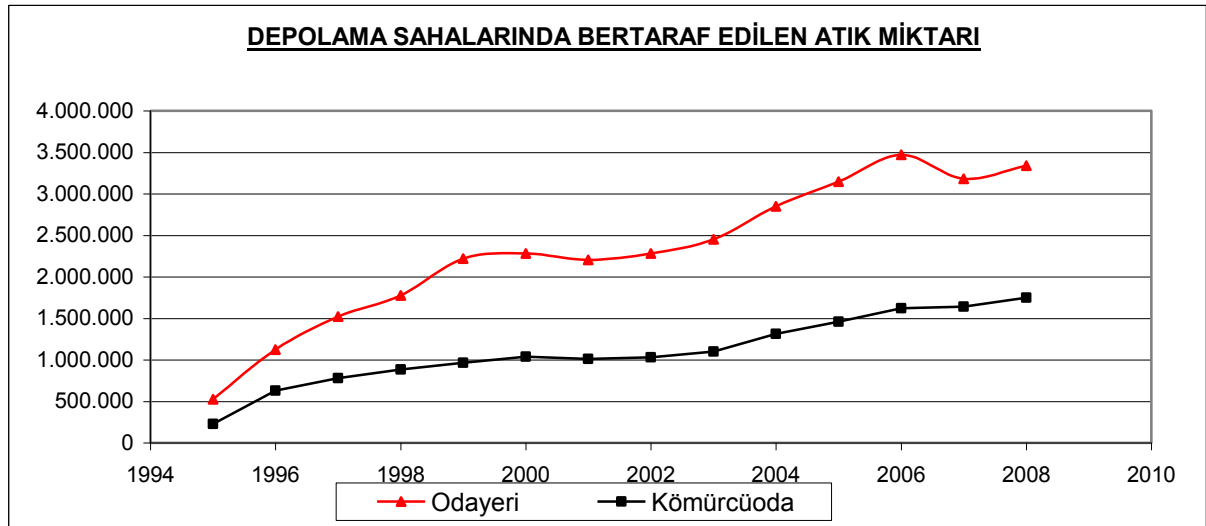
- Total Organic Carbon (TOK)
- Biological Oxygen Demand(BOD)
- Chemical Oxygen Demand (COD)
- Volatile Fatty Acids
- Nitrogen Compounds (NH₃-N, organic Nitrogen etc.)

Parametre mg/lt	Biyolojik stabilizasyon fazları				
	Geçiş Fazı	Asit Fazı	Metan Fazı	Stabilizasyon Fazı	Aralık Değeri
BOI ₅	100-10900	1000-57500	600-3400	4-120	4-57700
KOI	480-18000	1500-71100	580-9760	31-900	31-71700
TOK	100-3000	500-27700	300-2230	70-260	70-27700
UYA (mgHAc/L)	100-300	3000-18800	250-4000	-	0-18800
BOI/KOI	0.23-0.87	0.4-0.8	0.17-0.64	0.002-0.13	0.02-0.87
KOI/TOK	4.3-4.8	2.1-3.4	2.0-3.0	0.4-2.0	0.4-4.8
TKA	180-860	14-1970	25-82	7-490	7-1970
NO ₃ -N	0.1-5.1	0.05-19	Yok	0.5-0.6	0-5.1
NH ₃ -N	120-125	2-1030	6-430	6-430	2-1030
NH ₃ -TKN	0.1-0.9	0-0.98	0.1-0.84	0.5-0.97	0-1
T.Fosfor	0.6-1.7	0.2-120	0.7-14	0.2-14	0.2-120
Alk. (mgCaCO ₃ /l)	200-2500	140-9650	760-5050	200-3520	140-9650
TKM	2450-2050	4120-55300	2090-6410	1460-4640	1460-55300
PH	6-7	4.7-7.7	6.3-8.8	7.1-8.8	4.7-8.8
ORP-pot.(mv)	(+40)-(+80)	(+80)-(-240)	(-70)-(-240)	(+97)-(+163)	(-240)-(+163)
Cu	0.085-0.39	0.005-2.2	0.03-0.18	0.02-0.056	0.005-2.2
Fe	68-312	90-2200	115-336	4-20	4-2200
Pb	0.001-0.004	0.01-1.44	0.01-0.1	0.01-0.1	0.001-1.44
Mg	66-96	3-1140	81-505	81-190	3-1140
Mn	0.6	0.6-41	0.6	0.6	0.6-41

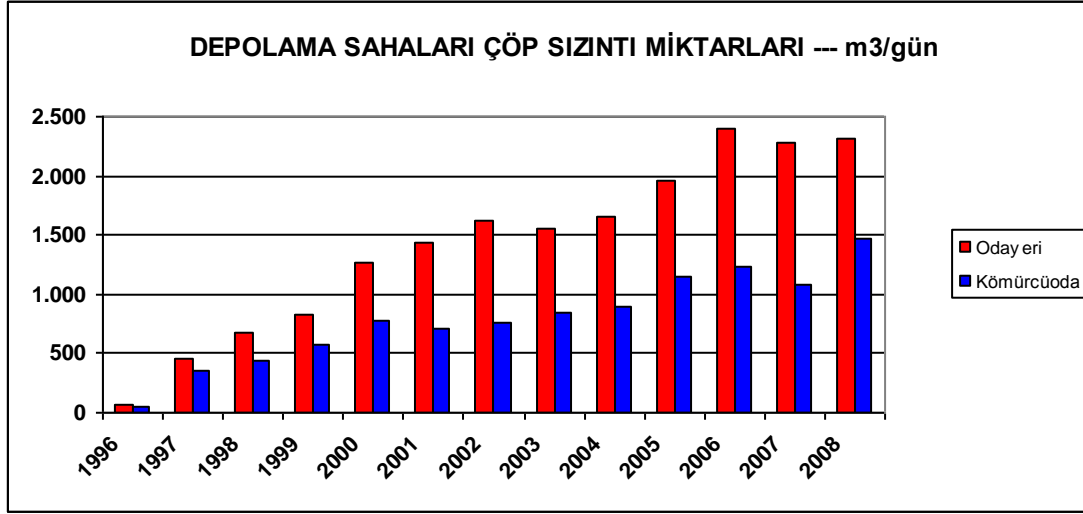
Şekil 1 Sızıntı Suyu Karakteristiği

2.3.İstanbul'da Evsel Atıkların Yönetimi

Yaklaşık 14 milyon nüfusa sahip İstanbul'da, 2008 yılında elde edilen verilere göre günlük 14.000 ton evsel atık depolama alanlarında bertaraf edilmektedir. Yaklaşık 13 yılı aşkın bir süredir düzenli depolama alanlarında 45 milyon ton atık depolanmıştır. Bu atıklardan oluşan sızıntı suyu miktarı ise, Odayeri depolama sahasında 2.300 m³/gün, Kömürcüoda 1.100 m³/gün dür.



Grafik1. Atık Miktarları



Grafik 2. Sızıntı Suyu Oluşumu

2.4. Sızıntı Suyu Yönetimi

Düzenli depolama sahalarındaki kil, geomembran gibi geçirimsizlik malzemelerinin zemin geçirimsizliğinde kullanımı ile sızıntı suyunun toprağa oradan da yeraltı suyuna karışması ihtimali ortadan kaldırılmıştır. Sızıntı suyunun toplanması sonrasında, mümkünse arıtımı değilse en yakın arıtma tesisine taşınması gerekmektedir.

Sızıntı suyunun yerinde arıtımının mümkün olmadığı durumlarda, evsel atıksu hattına seyreltme yapılmak suretiyle deşarj edilmesi, dünyada uygulanan bir yöntemdir. Sızıntı suyu, ekonomik açıdan mümkün olması halinde nihai olarak arıtılabilir ve çevreye zararsız hale getirilebilir. Sızıntı suyu miktarı, arıtımı ya da taşınması halinde maliyete direkt tesir edeceğinden, kontrol edilmesi gerekli en önemli hususların başında gelmektedir. Sızıntı suyu miktarı, yağışların da etkisiyle, bölgelere bağlı olarak değişkenlik arz etmekte ve mevsimsel olarak artış göstermektedir.

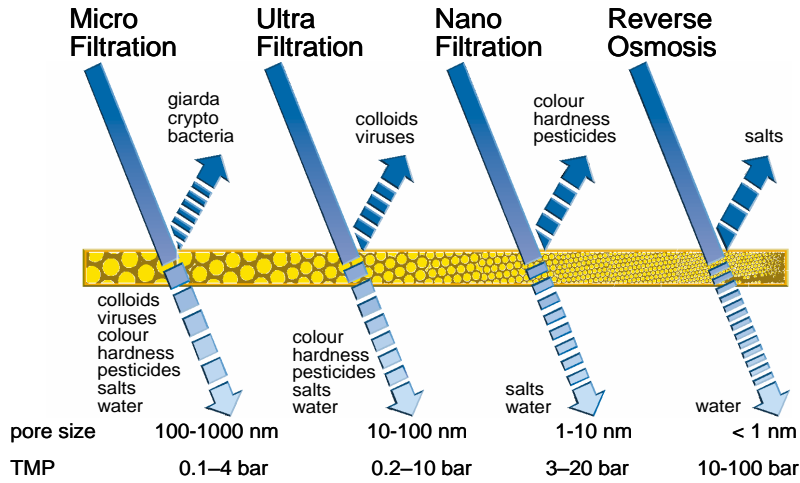
Sızıntı suyu miktarının azaltılabilmesi için, ilk olarak, depolama sahasına çevreden gelen yağış sularının engellenmesi gerekmektedir. Bunun için, iyi bir çevre drenajı sağlanarak, çevre sularının depolama alanına girmeden doğal akış biçiminde tahliye edilmesi yeterli olacaktır. Depolama yapılan alana giren su miktarının kontrolü ise, uygun şev stabilitesi ile azaltılabilecektir. Aynı zamanda, depolama yapılmış ancak atık kabulü yapılmayan alanların üzeri, geçirimsiz bir örtü tabakası ya da örtü malzemesi(naylon, membran örtü vb.) ile kaplanarak bu bölgelere girecek su miktarı da azaltılabilecektir. Saha günlük örtüsü, şev stabilitesi, atığın su muhtevası, atık bozunma süreci gibi birçok parametreye bağlı olarak sızıntı suyu miktarı değişkenlik göstermektedir. Sızıntı suyu miktarının azaltılması amacıyla geri devir uygulaması yapılmakta ve sızıntı suyu miktarı azaltılabilmektedir. Sızıntı suyunun depo sahasının içine ya da üzerine geri devrettirilerek arıtılması uzun süreden beri dünya genelinde

uygulanan bir metottur. Toplanan sızıntı suyu katı atık depo alanı üzerine geri döndürülerek atık içinde bulunan organik maddelerin stabilizasyonu hızlandırılır.

3. SIZINTI SUYUNUN MBR+NANOFİLTASYON TEKNOLOJİSİ İLE ARITIMI

3.1. Giriş

Genel olarak, yüzey sularının arıtımında, membran kullanımı etkili olmasına rağmen, çöp sızıntı suyu arıtımında biyolojik arıtım sağlanmadan membran kullanımı yapılmamaktadır. Yüksek kirliliğe sahip sızıntı suyunda öncelikle biyolojik arıtma sağlanmalı, sonrasında ise çıkış suyu kalitesi deşarj standartlarına göre membran kullanımına geçilmelidir. Bu tür atıksuların deşarjı için denitrifikasyon ve fosfor giderimi gereklidir. Bir sonraki aşamada ise renk giderimi, ağır metal ve organik mikrokirleticilerin oksidasyonu, aktif karbon, koagülasyon ya da nanofiltrasyon sistemlerine ihtiyaç duyulur. Membran teknolojisi, atıksu arıtımı ve geri kazanımında, özellikle yüzey ve yeraltı suyu arıtımında dünyada gittikçe yaygınlaşan ileri arıtma teknolojisidir.



Şekil 2. İşletme basıncı ve membran geçirgenliği

3.2. İstanbul Çöp Sızıntı Suyu Arıtma Tesisleri

Düzenli depolama alanlarında bugüne kadar yaklaşık 45 milyon ton evsel atık depolanmıştır. Bu atıklardan oluşan sızıntı suyu miktarı 2008 yıl sonu itibarı ile ortalama , Avrupa yakası/Odayeri depolama sahasında 2.300 m³/gün, Anadolu yakası/Kömürcüoda da 1.100 m³/gün dür.

Daha önce inşa edilen ön arıtma tesislerinde, çöktürme, amonyak sıyırma ve anaerobik reaktör üniteleri kullanılmış, ancak deşarj limit değerlerine uygun bir arıtımı elde edilememiştir. Sızıntı suyunun MBR+NF teknolojisi ile arıtılabilirliğinin araştırılması amacıyla Anadolu yakasında bulunan Kömürcüoda arıtma tesisinde pilot arıtma tesisi inşa edilmiş ve elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

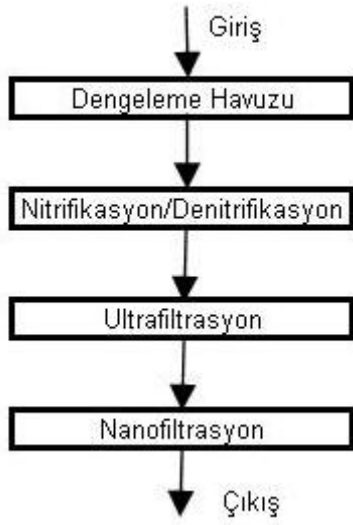
Her iki depolama sahasında sızıntı sularının deşarj standartlarına getirilebilmesi amacıyla, 2006 yılında arıtma tesisleri yapımına başlanmıştır. Tesis dizaynında membran biyoreaktör ve sonrasında nanofiltrasyon sistemi tercih edilmiştir.

Kömürcüoda arıtma tesisi çıkış suyu alıcı ortama deşarj edilecek şekilde, Odayeri arıtma tesisi ise kanala deşarj yapılacak şekilde dizaynedilmiştir. Çıkış suyu değerleri Tablo1’de belirtilmiştir. Her iki arıtma tesisinde oluşan konsantre kısım depolama sahalarına geri devrettirilerek bertaraf edilmektedir.

Tablo 1. Çıkış suyu kalitesi

Parameter	Units	Effluent criteria		Raw leachate	
		Asian plant	European plant	MIN	MAX
pH	-	6-9	6-19	5,5	8,5
COD	mg/l	125	800	4,000	20,000
BOD5	mg/l	50		3,000	13,000
Temperature	°C	25-35	25-40	15	20
P-total	mg/l	2	10		<5
N-total	mg/l	400	-	2,000	5,000
N-Kj	mg/l	50	100	2,000	5,000
TSS	mg/l	1	350	300	1,500
SO4	mg/l	-	-	5	500
Total hardness	mg/l CaCO3	-	-	1,400	2,500
Conductivity	µS/cm	-	-	30,000	40,000
Total alkalinity	mg/l CaCO3	-	-	8,000	13,000

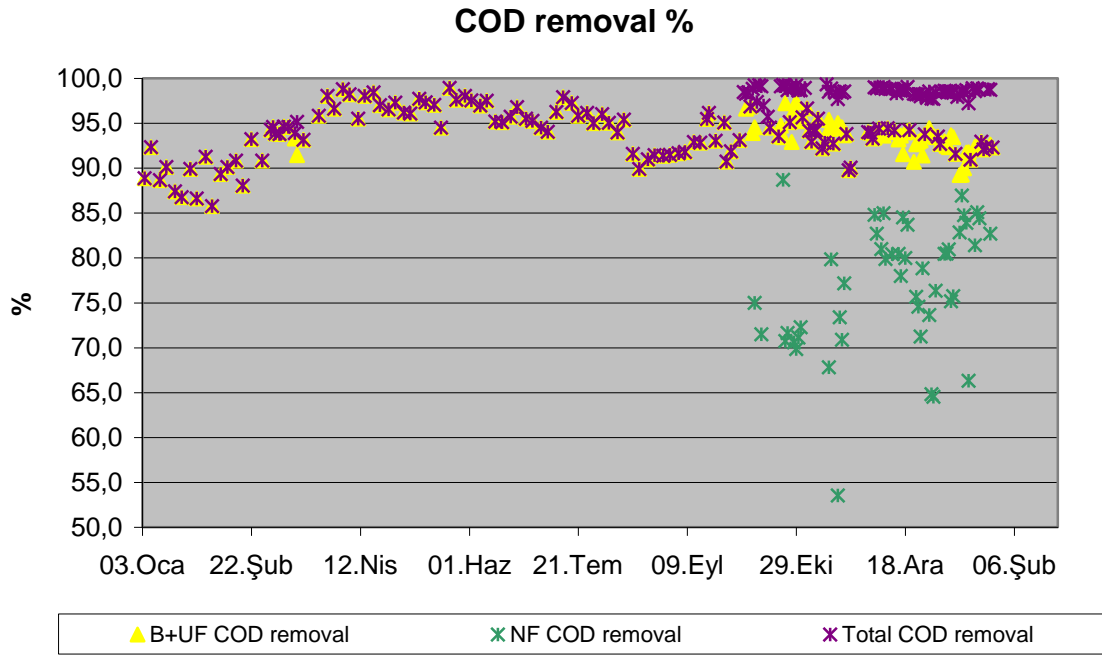
Arıtma tesisleri kapasitesi, biyolojik olarak Odayeri için 3.000 m³/gün, Kömürcüoda için 2.000 m³/gün olacak şekilde inşa edilmiştir. Fiili durumda, arıtma tesisleri devreye alma süreçleri tamamlanmış ve tesisler işletme aşamasına getirilmiştir. Tesis proses akış diyagramı ve genel görünümü Şekil 3 teki gibidir.



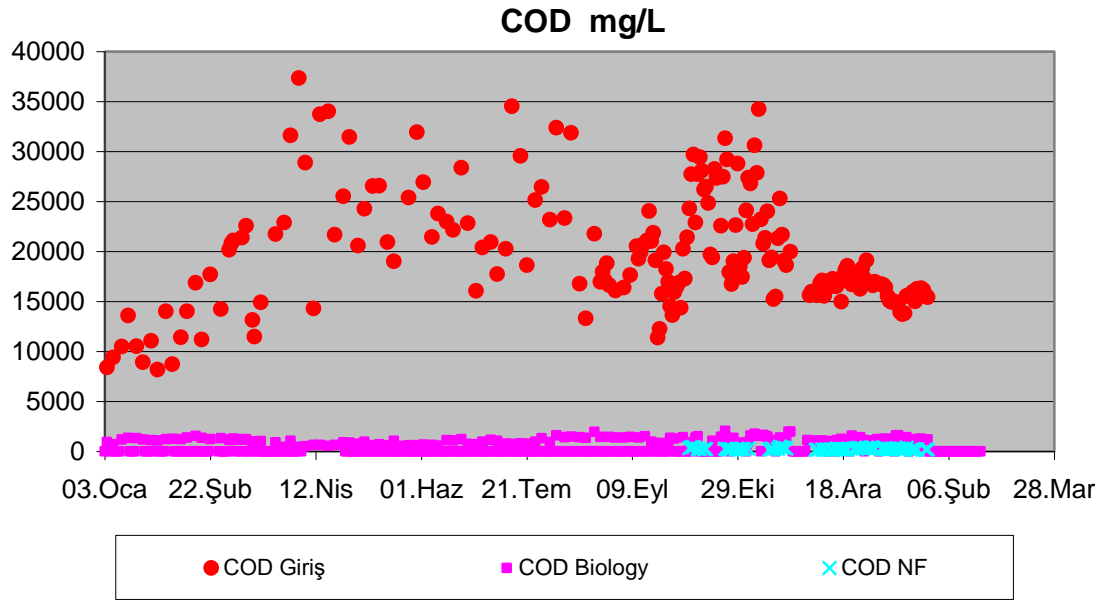
Şekil 3. Proses akış diyagramı ve tesis görünümü

Arıtma tesisleri devreye alma sürecinde, biyolojik arıtma ünitelerinin optimum şartlarda işletilmesi arıtma verimini de doğrudan etkileyecektir. Biyolojik adaptasyon süreci oldukça hassas bir yapıya sahip olması nedeni ile bakteriler için yeterli ortam şartlarının sağlanması büyük ölçüde önem arzeder. Arıtma neticesinde yüksek verim elde edilebilmesi için, yeterli miktarda oksijen(>2mg/l), optimum sıcaklık seviyesi (20-30 C), dengeli nutrient (karbon,azot,fosfor) ilavesi, pH dengesi (6,5-8,5) , sızıntı suyu beslemesi,köpük kontrolü , sistem sürekliliği vb parametrelerin istenen seviyede olması gerekir. Aksi takdirde, çok hassas bir yapıya sahip olan devreye alma süreci kesintiye uğrayacak, dolayısıyla devreye alma süreci daha uzun sürebilecektir.

Biyolojik arıtım parametreleri incelendiğinde, KOİ gideriminde % 90 ve üzeri, Azot gideriminde ise % 99 seviyelerinde arıtma verimi elde edildiği görülmektedir. (Grafik 3) Bununla birlikte, Nanofiltrasyon membranları ile çıkış suyu kalitesinin iyileştirilebildiği, alıcı ortama deşarj kalitesinin elde edilebileceği açıkça görülmektedir.



Grafik 3.KOİ giderimi



Grafik 4 Çıkış suyu Kalitesi

