

77766



T. C
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZAYDAŞ ATIKSU ARITMA TESİSİNDE İNERT
ÇÖZÜNMÜŞ KOI'NIN BELİRLENMESİ

Yeter TURSUN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜH. ANABİLİM DALI

77766

TEZ DANIŞMANI

Prof.Dr. Mehmet KARPUZCU

GEBZE

1998

Bu tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 24/09/1998 tarih ve 98/128 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından GEVRE MÜH. Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.



JÜRİ

ÜYE
(Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU

ÜYE

Yard. Doç. Dr. Mehmet KOBYA

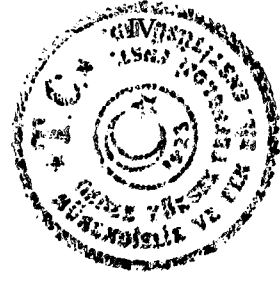
ÜYE

Doç. Dr. Lutfi AKÇA

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 11/02/1999 tarih ve 99/04 sayılı kararı.





ÖZET

İZAYDAŞ evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisi, İzmit'in doğu kısmındaki fabrikaların atıksularını ,Yahya kaptan ve uzunçiflik mahallesi evsel atıksularını beraber arıtmaktadır.

Endüstriyel atıksuların nütrientler(azot, fosfat) bakımından zayıf olması , buna karşın evsel atıksuların nütrientlerce zengin olması dolayısıyla, evsel ve endüstriyel atıksuların beraber arıtımı tercih edilmektedir.

Çevre mühendisliğinde en yaygın biçimde kullanılan KOI parametresi atıksudaki biyolojik olarak kolay ayrışabilir organik madde ile kalıcı madde arasındaki farkı belirleyememektedir, fakat KOİ parametresinin kısa bir süre içinde ölçülmesi nedeniyle tercih edilmektedir.Kuvvetli atıksularda giriş akımındaki çözünmüş KOİ'nin bileşenleri, sistemin arıtılabilirliğini ciddi olarak etkileyebilmekte veya farklı endüstri katagorileri için geliştirilmiş deşarj limitlerine ulaşılmasını engelleyebilmektedir. Giriş akımındaki çözünmüş kalıcı organik madde biyolojik arıtma sistemlerinde hiçbir değişikliğe uğramadan sistemden çıkmaktadır. Bu bileşen konvansiyonel atıklarda çok önemli olmamakla birlikte endüstriyel deşarjlarda ve kuvvetli atıksularda oldukça büyük bir öneme sahiptir.

Arıtma tesisinin ön çökeltme tankı çıkışından alınan numuneler üzerinde karakterizasyon ve kalıcı çözünmüş KOİ(S_1) yi belirlemek üzere 2 paralel deney yürütülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar kirletici yükü fazla diğer endüstrilerin çözünmüş kalıcı KOİ ile karşılaştırılmıştır

Bu çalışmada inert KOİ nin belirlenmesi için ‘ Doğrudan Tayin Yöntemi ‘ kullanılmıştır(Germirli ve Diğerleri,1992).İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisinde yapılan deneylerde çözünmüş inert KOİ oranı her iki çalışmada (S_1/S_0) 0.2 bulunmuştur Tesis debisinin %40 nı fermantasyon atıksuları oluşturmaktadır. Bu endüstriler çıkışındaki çözünmüş kalıcı KOİ, İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisine gelecek ve hiçbir biyolojik parçalanmaya uğramadan sistemden çıkacaktır.

Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği tablo 21 (3. Sektör= evsel nitelikli atıksular) de bildirilen 100 mg/l KOİ deşarj limiti, tesis girişindeki kalıcı çözünmüş KOİ nedeniyle sağlanamamaktadır.



SUMMARY

İZAYDAŞ domestic and industrial waste water treatment plant has treated the waste water from the factories located in the eastern part of Turkey and domestic waste waters from Yahya Kaptan and Uzunçiflik.

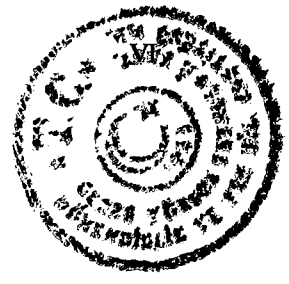
Since industrial wastes waters are weak on nutrients(nitrojene, phosphate) but contrarily domestic waste waters do contain much nutrients, it is preferred to treat the domestic and industrial waste waters together.

KOI parameter that is widely used in the environmental engineering area can not determine the difference between the permanent substance and organic substance which can easily be decomposed biologically in the waste water. However it is used since the parameter can be in a shortest possible time decomposed KOI compound in the inlet streams of strong waste waters may seriously affect the treatability of the system or prevent to reach the discharge limits developed for various industrial categories. The decomposed permanent organic substance in the inlet stream may flow out from the biological treatment system without being changed. Even this compound is not so important in the conventional waste waters it has a big importance for industrial discharges and strong waste waters.

2 paralel experiments have been carried out to determine the characterisation and permanent dissolved KOI (S_1) on the samples taken in the outlet of pre settlement tank of the treatment plant. Results from this study have compared to the decomposed permanent KOI of the other industries having excessive contamination load.

I this study 'direct determination method' has been used in order to determine the inert KOI . During the experiments made in İZAYDAŞ waste waters treatment plant the decomposed inert KOI rate has been found as 0.2 . Fermentation waste waters constitute % 40 of the plant flowrate . The decomposed permanent KOI in the outlet of such Industries will enter İZAYDAŞ waste water treatment plant and will flow out without subject to any biological degradation.

KOI discharge limit of 100 mg/l mentioned in table 21 of Water Quality Control Regulations (3. Sector=domestic quality waste waters) can not be obtained due to permant decomposed KOI in the plant inlet.



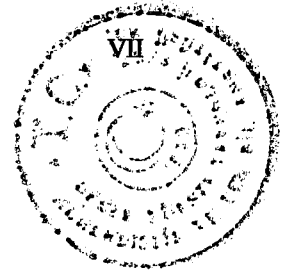
TEŞEKKÜR

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde 2 yıllık yüksek lisans programı sonucunda bitirme tezi olarak almış olduğum "İZAYDAŞ evsel ve endüstriyel arıtma tesisinde inert çözünmüş KOİ miktarının belirlenmesi" çalışmasını bitirmiş bulunuyorum.

Sayın hocam Prof. Dr.Mehmet Karpuzcu'ya bu çalışma esnasında bana verdiği destek için teşekkürlerimi sunarım.

Bu arada, bu çalışma esnasında gerek labaratuvar kullanımı, gerek izin v.s gibi konularda bana desteklerini ve katkılarını esirgemeyen tüm İZAYDAŞ personeline teşekkürlerimi sunarım.

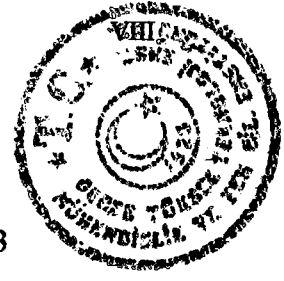




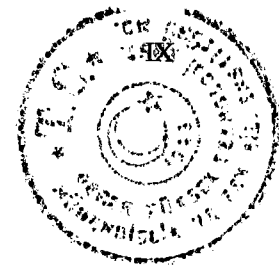
İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZET	İV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER DİZİNİ	İX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	Xİ
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi	1
1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	1
2. BİYOLOJİK ARITMANIN ESASLARI, ÇÖZÜNMÜŞ KALICI KOİ KAVRAMI VE TAYİN YÖNTEMLERİ	2
2.1.Biyolojik Arıtma Kinetiği	2
2.2.Aktif Çamurda Çözünmüş Kalıcı KOİ Oluşumu	3
2.3 Aktif Çamurda Tercih Edilen organik madde ölçüm Yöntemleri	3
2.4 KOİ'nin Bölümleri	4
2.5.Çözünmüş Kalıcı KOİ Ölçüm Yöntemleri	6
2.5.1 Kademeli Yöntem	7
2.5.2 Karşılaştırmalı Yöntem	7
2.5.3 Partiküler Kalıcı KOİ (X_1) ve Çözünmüş Kalıcı KOİ (S_1)'in Doğrudan Tayin Yöntemi	8
3.ÇÖZÜNMÜŞ KALICI KOİ ÖLÇÜMÜ	13
KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR	
BÖLÜM 4. KOİ İÇEREN ATIKSULARIN GİDERİM YÖNTEMLERİ	
4.1.KOİ'nin Giderim Yöntemleri	22
4.1.1 Biyolojik Arıtma	22
4.1.2 Kimyasal Arıtma	22
4.1.3 İleri Arıtım Yöntemleri	22
4.1.3.1Yüze Tutunma(Adsorpsiyon)	22



4.1.3.2 Ozon ile Oksidasyon	23
4.1.3.3 Memran Prosesleri	23
4.2.Endüstriyel Atıksuların Evsel Atıksularla Beraber Arıtılmasının Pratik Yararları ve Dikkat Edilecek Hususlar	24
5. İZAYDAŞ ATIKSU ARITMA TESİSİNİN TANITIMI	26
5.1 Tesise Bağlı Kuruluşlarının Özellikleri	26
5.2 Atıksu Özelliği	27
5.3 Proses Tanıtımı	28
5.5 Tesisin İşletilmesi	29
6 KALICI KOİ'NİN BELİRLENMESİ	32
6.1 Materyal ve Metod Kalıcı	32
6.2 Kalıcı Çözülmüş KOİ(S ₁) ve Kalıcı Partiküler KOİ(X ₁) Bileşenlerinin Hesaplanması	32
SONUÇLAR	40
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	43



SİMGELER DİZİNİ

Y =Büyüme artış katsayısı (kütle / kütle)

K_s = Yarı doygunluk sabiti

(mg/l)

k_d = Mikroorganizmaların çürüme katsayısı,

(gün⁻¹)

X = Mikroorganizma konsantrasyonu,(kütle/hacim)

(mg/l)

μ = Özgül çoğalma hızı

(gün⁻¹)

μ_{max} = Maksimum çoğalma hızı

(gün⁻¹)

C_T = Toplam Substrat Konsantrasyonu

(mg/l)

S = Substrat Konsantrasyonu

(mg/l)

S_1 = Çözünmüş Kalıcı Substrat

(mg/l)

S_p = Çözünmüş Mikrobiyal Ürün Konsantrasyonu

(mg/l)

S_R = Çözünmüş Artık Ürün Konsantrasyonu

(mg/l)

S_T = Toplam Çözünmüş Substrat Konsantrasyonu

(mg/l)

X_1 = Kalıcı Partiküler Substrat Konsantrasyonu

(mg/l)

X_s = Zor Ayırılan Partiküler Konsantrasyonu

(mg/l)

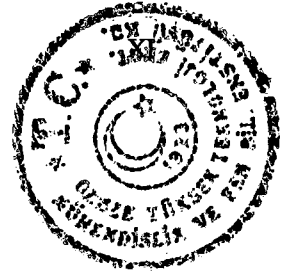
X_T =Toplam Katı Madde Konsantrasyonu

(mg/l)



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2-1. Bir atıksudaki Toplam KOİ'nin Bölümleri	5
Şekil 2-2. Bir Arıtma Tesisi Çıkışında Çözünmüş KOİ'nin Bölümleri	6
Şekil 2-3. Kesikli Reaktörde Çözünmüş KOİ Eğrisi	7
Şekil 2-4. Kalıcı Çözünmüş KOİ'nin Belirlenmesi İçin Karşılaştırmalı Yöntem	8
Şekil 2-5. X_1 'nin Deneysel Tayini	10
Şekil 2-6. X_1 'nin belirlenmesi	12
Şekil 3-1. İnorganik Tuzlar ve 1000 mg/l Glikoz/gün (çamur atmadan) Beslenen Havalandırılmalı Kesikli Reaktördeki 151-300 Günler Arasındaki Biyokitle, Çözünmüş KOİ ve çözünmüş Karbonhidrat Konsantrasyonları	15
Şekil 3-2. İnorganik Tuzlar ve 1000 mg/l Glikoz/gün Beslenen Havalandırılmalı Kesikli Reaktördeki 300-450 Günler Arasındaki Biyokitle, Çözünmüş KOİ ve çözünmüş Karbonhidrat Konsantrasyonları	16
Şekil 3-3. İnorganik Tuzlar ve 1000 mg/l Glikoz/gün Beslenen Havalandırılmalı Kesikli Reaktördeki 451-613 Günler Arasındaki Biyokitle, Çözünmüş KOİ ve Çözünmüş Karbonhidrat Konsantrasyonları	16
Şekil 3-4. Kâğıt Endüstrisi Atıksuları İçin KOİ Profilleri	18
Grafik 6.1 475 saat izlenen İZAYDAŞ Atıksu Arıtma Tesisi Toplam KOİ Profili	33
Grafik 6.2 475 saat izlenen İZAYDAŞ Atıksu Arıtma Tesisi Çözünmüş KOİ Profili	34
Grafik 6.3 408 saat izlenen İZAYDAŞ Atıksu Arıtma Tesisi Toplam KOİ Profili	35
Grafik 6.4 408 saat izlenen İZAYDAŞ Atıksu Arıtma Tesisi Çözünmüş KOİ Profili	36



TABLolar DİZİNİ

Tablo3-1 Kesikli Reaktöre Havalandırma Hacmi Başına	14
Eklenen Besleyici (nütrient) Miktarları	
Tablo 3-2. Kağıt Endüstrisi İçin Kademeli Yöntemle Elde	18
Edilen İlk Minimum Ve Nihai KOİ Değerleri	
Tablo 3-3. Endüstriyel Atıksuların Kalıcı KOİ'leri(Çözünmüş)	19
Tablo3-4.Arıtılabilirlik Çalışmasında Kullanılan Tekstil	20
Atıksularının Karakteristikleri	
Tablo4.1. Çeşitli ülkelerde endüstriyel atıkların kanalizasyona	25
deşarjında öngörülen limit değerleri	
Tablo 5.1.Tesise Bağlı Olan Kuruluşlar ve Arıtma Yöntemleri	26
Tablo 5.2.İZAYDAŞTesisine Kabul Değerleri	27
Tablo 5.3 Mayıs 98 ait giriş ve çıkış Toplam KOİ değerleri	27
Tablo 5.4 İZAYDAŞ Tesisine Giren Ortalama Diğer Parametreler	28
Tablo 5.5. Arıtılmış Çıkış Suyu Limit Değerleri	30
Tablo 5 6. İki Fermentasyon Endüstrisi Devreden Çıktığında	30
İZAYDAŞ Tesisi Giriş ve Çıkış Toplam KOİ Değerleri	
Tablo 6.1. Ön Çöktürmeden Çıkışından Alınan ve Hazırlanan	33
475 Saat İzlenen Reaktördeki Toplam KOİ, Çözünmüş	
KOİ ve AKM Analiz Sonuçları	
Tablo 6.2 Süzülmüş. Ön Çöktürmeden Çıkışından Alınan ve	34
Hazırlanan 475 Saat İzlenen Reaktördeki Toplam KOİ,	
Çözünmüş KOİ ve AKM Analiz Sonuçları	
Tablo 6.3 Ön Çöktürmeden Alınan, Hazırlanan 408 Saat	35
Süreyle İzlenen Toplam KOİ, Süzülmüş KOİ ve AKM	
Analiz Sonuçları(İkinci Paralel Çalışma)	
Tablo6.4 Süzülmüş Ön Çöktürmeden Alınan, Hazırlanan	36
408 Saat Süreyle İzlenen Toplam KOİ, Süzülmüş KOİ ve	
AKM Analiz Sonuçları(İkinci Paralel Çalışma)	
Tablo 6.6 Fermantasyon Atıksuları İle Yapılan	39
Çalışmalar	



1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Günümüzde su kirliliği en önemli çevre sorunlarından biri haline gelmiştir. Bugün su kirlenmesi sadece sağlık tesirleri yönünden değil; kaynakların korunması ve en uygun bir şekilde kullanılmasının temini yollarının araştırılması yönüyle de ele alınmaktadır.

Atıksuların arıtma tesisine girişteki karakteristiklerin tanımlanması biyolojik arıtma tesislerinin tasarımı ve işletilmesi açısından büyük önem taşır. Kompleks organik madde içeren atıksuların organik madde muhtevası biyokimyasal oksijen ihtiyacı, BOİ, kimyasal oksijen ihtiyacı, KOİ, ve toplam organik karbon, TOK gibi parametrelerle ölçülür. Atıksu karakteristiklerinin tanımlanmasında en yaygın biçimde kullanılan parametre KOİ'dir. Girişteki kalıcı çözünmüş organik madde biyolojik arıtma tesislerinde hiçbir değişikliğe uğramadan sistemden çıkar.

Bazı endüstrileri için deşarj standartları ile belirlenen değerlere günümüz arıtma teknolojileri ile ulaşmak oldukça güçtür. Çünkü bu endüstri atıksularındaki organik maddelerin bir kısmı parçalanamamaktadır. Bu nedenle girişteki kalıcı çözünmüş kısmın (inert KOİ) belirlenmesi, söz konusu endüstri için deşarj standartlarının sağlanıp sağlanamayacağı konusuna açıklık getirir.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, İZAYDAŞ evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisi atıksularının kalıcı çözünmüş KOİ'sinin belirlenmesidir.

Bu amaçla kalıcı çözünmüş KOİ'nin ölçüm yöntemleri ortaya koyulmuş ve bu konuda daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Çalışmaya konu olan İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisi atıksu karakterizasyonu ve bu atıksuya uygulanan biyolojik arıtma sistemi tanıtılmıştır.

Arıtma tesisinin ön çöktürme tankı çıkışından alınan numuneler üzerinde karakterizasyon ve kalıcı çözünmüş KOİ(S1)'nin belirlenmesi amacıyla bir dizi deney yürütülmüştür.

Deneylerde elde edilen sonuçlar, inert KOİ si bulunan diğer endüstriler ile karşılaştırılarak öneriler getirilmiştir.

2.BİYOLOJİK ARITMANIN ESASLARI, ÇÖZÜNMÜŞ KALICI KOİ KAVRAMI VE TAYİN YÖNTEMLERİ



2.1. Biyolojik Arıtma Kinetiği

Uygulanan çeşitli aerobik ve anaerobik biyolojik arıtma sistemlerinde oluşan reaksiyonlar oldukça değişik oldukları halde bakterilerin büyümesi ve enerji kullanım işlemleri benzerdir. Bu nedenle biyolojik arıtma işlemleri için bazı genel bağıntılar kurulabilir. Bu konu da en çok kabul gören modellerden biri de Monod modelidir.(Monod, 1949) Bu modelde mikroorganizma çoğalma hızı:

$$dX/dt = \mu X \quad (1)$$

ifadesi ile verilir. Özgül çoğalma hızı(μ) da,

$$\mu = \mu_{\max} S / (K_s + S) \quad (2)$$

denklemleriyle ifade edilir.

Burada X, biyokütle konsantrasyonunu, S hız kısıtlayıcı substrat konsantrasyonunu, μ özgül çoğalma hızını, $\mu_{\max}$ maksimum özgül çoğalma hızını, K_s ise yarı doygunluk hız sabitini göstermektedir.

Denklem 1 ve 2 birleştirildiğinde

$$dX/dt = \mu_{\max} SX / (K_s + S)$$

ifadesi elde edilir. Tek ve basit bir organik bileşiğin gideriminin çoğalma ile birlikte meydana geldiği düşünülürse substrat giderim hızı ;

$$-dS/dt = dX/Ydt \quad (4)$$

şeklinde çoğalma hızıyla orantılı olarak verilir. Buradaki orantı sabiti,Y, giderilen birim substrat başına üretilen biyokütle olarak tanımlanan dönüşüm oranıdır. Çoğalma hızı Monod denklemi ile ifade edildiğinde ;

$$-dS/dt = \mu_{\max} S / Y(K_s + S) \quad (5)$$

şeklinde substrat giderim hızı , substrat ve mikroorganizma konsantrasyonunu fonksiyonu olarak verilir

Aktif çamurda enerjinin bir kısmı, bazı hücre bileşenlerinin yenilenmesi, hareket ve aktif taşıyım gibi biyosentezden başka amaçlarla kullanılır. Bunun sonucunda daima gerçek dönüşüm oranının belirttiği miktardan daha az biyokütle

gözlenir. Genellikle biyokütle azalmasına yol açan olayların tümü 'biyokütle kaybı' olarak adlandırılır. Buna göre, biyokütle çoğalma denkleminin;

$$dX/dt = (\mu_{max}SX/K_S + S) - k_dX \quad (6)$$

şeklinde verilmesi gereklidir. Burada k_d mikroorganizma ölüm katsayısıdır göstermektedir.



2.2. Aktif Çamurda Çözünmüş Kalıcı KOİ Oluşumu

Özenle işletilen ve iyi tasarlanmış bir aktif çamur tesisinin çıkışında bile bir miktar biyolojik olarak ayrışamayan çözünmüş organik madde bulunduğu bilinmektedir. Bu organik kalıntılar uzun temas süreleri sonunda dahi giderilememekte, hatta belli bir süreden sonra ortamda organik madde artışı gözlenebilmektedir. Yapılan araştırmalar bu maddelerin biyokütle tarafından üretildiğini düşündürmektedir (Artan, 1987).

Aktif çamur mikroorganizmaları tarafından üretilen bu kalıcı organik bileşikler, en iyi laboratuvar ölçekli aktif çamur sistemlerinde saf, basit ve tamamıyla ayrışabilir organik bileşiklerden oluşan sentetik substratlar kullanılarak gözlenebilir ve ölçülebilir (Chudoba, 1985).

2.3 Aktif Çamurda Tercih Edilen Organik Madde Ölçüm Yöntemleri

Biyolojik arıtma sistemlerinde mikrobiyal büyüme ve substrat kullanım hızları, sistemdeki hız kısıtlayıcı bes konsantrasyonu ile orantılıdır. Hız kısıtlayıcı olan madde aynı zamanda sistemde giderilmesi istenen maddedir. Bu nedenle hız kısıtlayıcı bes maddesi konsantrasyonunun nasıl ölçüleceği oldukça önemlidir (Grady ve Lim, 1980).

Belli bir maddenin giderilmesi için tasarlanmış bir sistemde, sistemin verimi, o maddenin konsantrasyonunun ölçülmesi ile belirlenebilir. Ancak yüzlerce bileşik içeren bir atıksuyun, çözünmüş organik maddelerin biyolojik olarak arıtılması için tasarlanmış bir sistemde arıtma veriminin özel testlerle ölçülmesi hemen hemen olanaksızdır. Esas olarak bir grup organik madde içeren endüstriyel atıksularda bu grubun birleştirilmiş bir özelliğinin ölçülmesi mümkündür. Biyolojik arıtma sistemlerinde birincil substratın metabolize edilmesi sırasında, biyolojik olarak ayrışabilen ara ürünler oluştuğu ya da ölen mikroorganizmaların hidrolizi ile ayrışabilir organik maddeler üretildiği gözönüne alınırsa, spesifik substrat ölçümlerinin kullanılması, arıtma amacına uymamaktadır (Artan, 1987).

Bu nedenle substrat ölçümünde, toplam organik karbon (TOK), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) gibi spesifik olmayan ancak herbiri birbirinden farklı bilgiler veren test yöntemleri kullanılabilir.

Toplam organik maddenin ölçülmesinde, TOK yöntemi, BOİ ve KOİ yöntemlerine göre daha uygundur ve doğrudan bir ifadedir ancak iki önemli dezavantaja sahiptir: Birincisi; biyolojik olarak ayrışabilen ve ayrışmayana organik maddeler arasında ayırım yapamaz. İkincisi ise BOİ ve KOİ'nin tersine, TOK

yönteminin organik maddenin oksidasyon kademesinden bağımsız olması ve organik bileşiklerin oksidasyon kademesi hakkında hiçbirşey söylememesidir.



Bu nedenle atıksulardaki substratın ölçülmesinde BOI ve KOİ yöntemlerinin kullanılması daha yaygındır. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı kavramı aerobik mikroorganizmalar için elverişli bir organik kaynağı içeren bir atıksuyun kirletme potansiyelinin, mikroorganizmaların bu sudan alınmış bir örnekte gelişmeleri sırasında harcadıkları oksijenin ölçülmesiyle belirlenebileceği fikrine dayanır (Gaudy, 1972).

Biyokimyasal yükseltgenme 5 günde tamamlandığından BOI₅ değeri, atıksudaki substrat düzeyini tamamiyle yansıtmaz. Ayrıca, deneyde aşırı olarak kullanılan mikroorganizmalar, atıksudaki substrata aklime edildiğinde veya atıksu biyolojik gelişmeyi engelleyici inhibitörler içerdiğinde hatalı BOI sonuçları elde edilecektir. Biyolojik olarak inert organik maddeler de farklı bir tarzda, BOI deneyinin önemli hata kaynaklarından birini oluştururlar. Ayrıca yöntemin oldukça zahmetli olması, en az 5 gün sürmesi, deney koşullarından çok fazla etkilenmesi gibi dezavantajları, BOI₅ parametresinin, biyolojik arıtma sistemlerinin tasarım ve işletilmesinde kullanışlılığını azaltmaktadır.

Kimyasal oksijen ihtiyacı, KOİ, kuvvetli bir kimyasal oksitleyici ile oksitlenebilen organik madde içeriğinin oksijen cinsinden eşdeğerinin bir ölçüsüdür. Atıksu örneklerinin 2 saat içinde, kuvvetli asit ortamda ve kaynama sıcaklığında indirgedikleri Cr⁺⁶ miktarının ölçülmesi ilkesine dayanır. Böylelikle KOİ deneyi, deney koşullarında ve deney süresi içerisinde bikromatla yükseltgenebilir maddelerin atıksulardaki konsantrasyonunu bulmakta kullanılır. KOİ deneyinin yetersizliği, mikroorganizmalar için uygun substrat oluşturmayan yükseltgenebilir maddelerin ve bu arada biyolojik olarak inert organik maddelerin de, Cr⁺⁶ yı indirgemeleri nedeniyle ölçüm sonuçlarına yansımalarından ileri gelir. KOİ deneyinin diğer bir dezavantajı da biyolojik olarak ayrışabilen aromatik hidrokarbonların, vd. organik maddelerin Cr⁺⁶ ile yükseltgenememeleridir.

Ancak tüm bunlara rağmen KOİ genellikle diğerlerine tercih edilir. Çünkü, organik substrat, biyokütle ve tüketilen oksijen arasında bir elektron ve enerji dengesi sağlar (Gaudy ve Gaudy, 1971). Ayrıca daha az zahmetli oluşu, deneyin 2 saat gibi kısa bir sürede tamamlanabilmesi avantajları arasındadır.

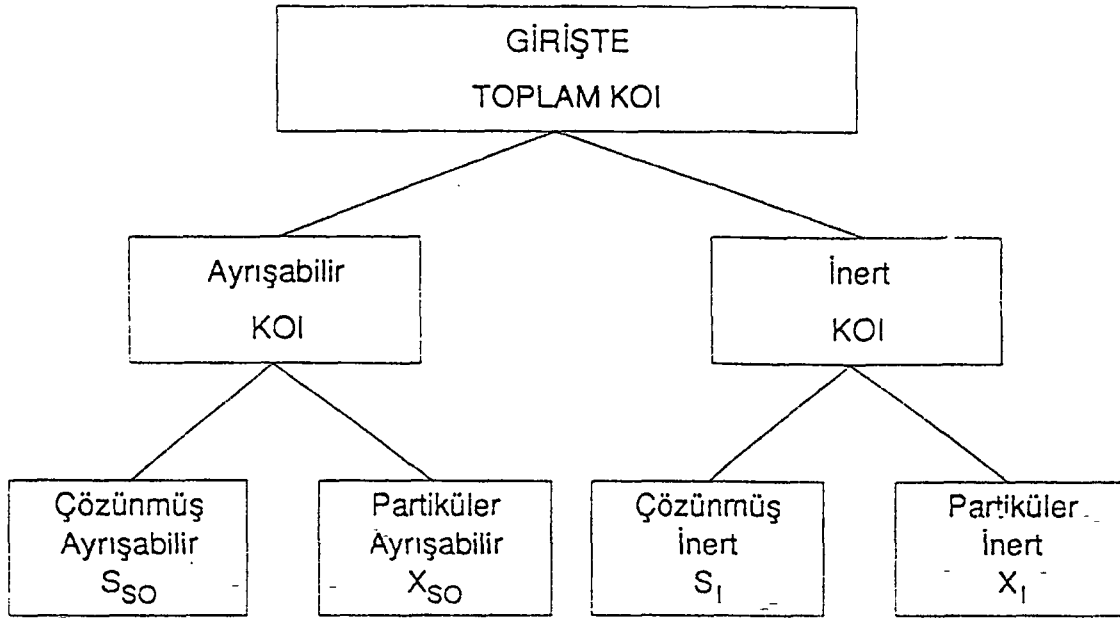
2.4 KOİ'nin Bölümleri

Biyolojik olarak inert ve ayrışabilir organik maddeler arasında ayırım yapmamasına rağmen, en çok kullanılan substrat ölçme yöntemi olduğu için, KOİ'nin bölümlerini tanımlamak gerekir.

Ekama ve diğerleri (1986)'ne göre, bir atıksuyun KOİ'si iki ana bileşene ayrılabilir:

Biyolojik olarak ayrışmayan (inert) ve biyolojik olarak ayrışabilen kısımlar. inert KOİ bölümü de kendi içinde çözünmüş ve partiküller olmak üzere ikiye ayrılabilir. aynı şekilde ayrışabilen KOİ'yi de çözünmüş ve partiküller olarak ayırmak mümkündür. (Şekil 2.1)

Uluslararası Su Kirlenmesi Araştırmaları ve Kontrolü Birliği (IAWQ) tarafından oluşturulan çalışma grubunun modeline göre de atıksudaki organik maddeler, biyolojik olarak ayrışabilen ve ayrışamayan olarak ikiye ayrılmaktadır.



(Şekil 2-1). Bir atıksudaki Toplam KOİ'nin Bölümleri

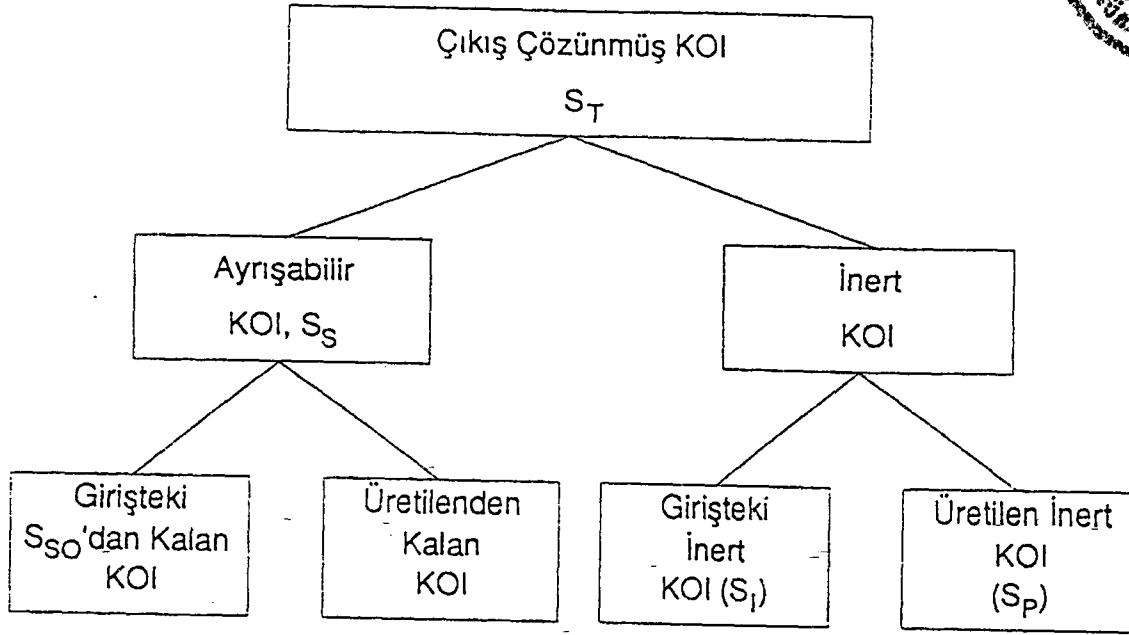
İnert çözünmüş organik madde S_I sembolü ile, inert partiküler organik madde ise X_P ile gösterilir. Biyolojik olarak ayrışabilen organik kısım da ikiye ayrılabilir: Kolay ayrışabilen kısım S_S ve yavaş ayrışabilen kısım, X_S . Doğrudan hetetrofik bakteriler tarafından alınan ve yeni biyokütlelerin çoğalması için kullanılan kolay ayrışabilen kısım göreceli olarak basit moleküllerden oluşur. Daha kompleks moleküllerden oluşan yavaş ayrışan kısım ise kullanılmadan önce kolay ayrışabilir substrata dönüştürülmelidir (Henze ve diğerleri, 1987).

Artan (1987)'in geliştirdiği modele göre ise giriş akımındaki toplam KOİ; çözünmüş olduğu kabul edilen kolay ayrışabilir organik maddeden (S_S), partiküler formdaki yavaş ayrışabilir organik maddeden (X_S), inert çözünmüş organik maddeden (S_I) ve inert partiküler organik maddeden (X_I) ibarettir. Şekil 2-2'de görüldüğü gibi çıkış akımındaki çözünmüş KOİ'de biyolojik ayrışabilir ve inert olmak üzere iki kısma ayrılabilir (Orhon ve diğerleri, 1989). (Şekil 2.2)

Çözünmüş inert organik madde, atıksudaki çözünmüş inert organik madde (S_I) ile çözünmüş mikrobiyel ürünlerin (S_R) toplamından ibarettir.

Bu nedenle S_S , S_R ve S_I arasında aşağıdaki ilişki kurulabilir

$$\text{Çıkış suyundaki Toplam Çözünmüş KOİ} = S_S + S_I + S_R$$



Şekil 2-2. Bir Arıtma Tesisi Çıkışında Çözünmüş KOİ'nin Bölümleri

2.5.Çözünmüş Kalıcı KOİ Ölçüm Yöntemleri

Özellikle kuvvetli atıksularda giriş akımındaki çözünmüş KOİ'nin bileşenleri, sistemin arıtılabilirliğini ciddi olarak etkileyebilmekte veya farklı endüstri kategorileri için geliştirilmiş deşarj limitlerine ulaşılmasını engelleyebilmektedir. Girişteki çözünmüş inert organik madde de yapısını hiç değiştirmeden çıkış akımına geçer. Bu bileşen konvansiyonel atıklarda çok önemli olmamakla birlikte, endüstriyel deşarjlarda ve kuvvetli atıklarda oldukça büyük bir öneme sahiptir (Germirli ve diğerleri, 1990).

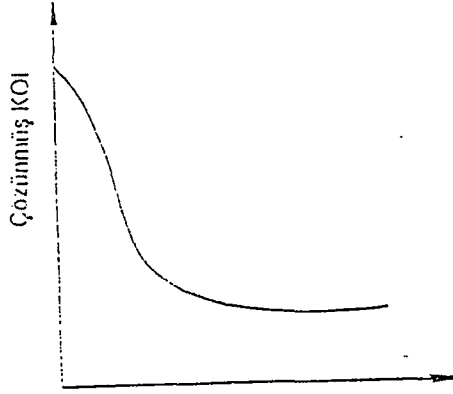
Girişteki çözünmüş KOİ'nin kalıcı (inert) kısmının belirlenmesi için araştırmacılar çeşitli yöntemler önermektedir (Ekama ve diğerleri, 1986), (Henze ve diğerleri, 1987), (Germirli, 1990).

Germirli (1990), kesikli bir sistemde, kolay ayrışabilen substrat, S_s , tamamen tükendiğinde ($S_s = 0$), KOİ profilinin bir minimuma ulaştığını belirtmiştir. Bu noktada kalan substrat S_R ve S_I 'nin toplamıdır.

Giriş akımındaki çözünmüş kalıcı KOİ ölçme yöntemleri:

- Kademeli Yöntem
- Karşılaştırmalı Yöntem
- Partiküler Kalıcı KOİ (X_I) ve Çözünmüş Kalıcı KOİ (S_I)'nin Doğrudan Tayin Yöntemidir.

Kademeli ve Karşılaştırmalı yöntemde ilave substrat olarak, kalıcı KOİ'si (S_I) bulunmadığı, tamamen kolay ayrışabilir substrattan meydana geldiği kabul edilen glikoz kullanılır.



Şekil 2-3. Kesikli Reaktörde Çözünmüş KOİ Eğrisi

2.5.1 Kademeli Yöntem

Bu yöntem, kesikli reaktöre aynı konsantrasyonda seyreltik çözünmüş atıksu üzerine kademeli olarak artan konsantrasyonlarda glikoz ilavesi ile elde edilen sistemlerin, az miktarda aşı mikroorganizma eklenerek çalıştırılması ve reaktörlerdeki çözünmüş KOİ değerlerinin zamana karşı izlenmesi adımlarından oluşmaktadır. Bu yöntemle her bir reaktördeki S_1 konsantrasyonu sabit tutulmakta, ancak S_{SO} konsantrasyonları farklı olduğundan, farklı S_R değerlerine ulaşılmaktadır. Bütün reaktörlerdeki çözünmüş KOİ değerlerinin ulaştıkları ilk minimum değer veya nihai değerler doğrunun KOİ eksenini kestiği değer, atıksuyun çözünmüş kalıcı KOİ değeri olarak hesaplanır (Germirli ve diğerleri, 1991).

2.4.2. Karşılaştırmalı Yöntem

Bu yöntemde filtreden geçirilmiş atıksu ve aynı konsantrasyonda glikoz çözeltisi iki ayrı reaktörde, aklime olmuş aşı mikroorganizma ve gerekiyorsa nütrient ilavesi ile kesikli olarak çalıştırılır ve zamana karşı çözünmüş KOİ değerleri izlenir. Atıksu ve glikozun KOİ değerleri bir minimuma ulaştığında, aradaki farktan çözünmüş kalıcı KOİ(S_1) belirlenir

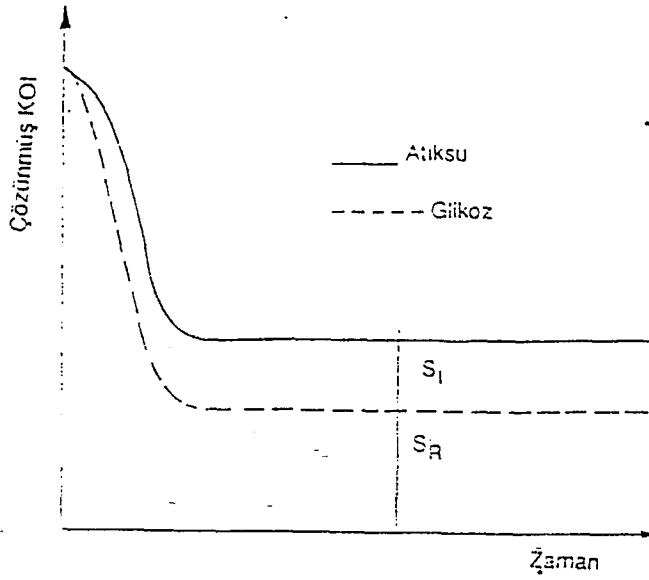
İncelenen atıksuyun çözünmüş KOİ profilinin minimum seviyesi $S_1 + S_R$ değerine eşit olduğundan ve glikozun S_1 'nin sıfır olması nedeniyle ulaştığı minimum seviyenin S_R 'yi ifade etmesi bekleneceğinden;

$$(S_1)_{\text{atıksu}} = (S_1 + S_R)_{\text{atıksu}} - (S_R)_{\text{atıksu}}$$

eşitliği elde edilir. Burada;

$$(S_R)_{\text{atıksu}} = (S_R)_{\text{glikoz}}$$

kabulü yapılmıştır. Her iki sistem de aynı başlangıç çözünmüş KOİ değerine sahip olduğundan, aşı mikroorganizmanın hem atıksuya hem de glikoza aklime edilmiş olması nedeniyle, böyle bir kabulün rahatlıkla geçerli olduğu belirtilmektedir (Germirli ve diğerleri, 1991).



Şekil 2-4. Kalıcı Çözünmüş KOİ'nin Belirlenmesi İçin Karşılaştırmalı Yöntem

2.5.3. Partiküler Kalıcı KOİ (X_1) ve Çözünmüş Kalıcı KOİ (S_1)'in Doğrudan Tayin Yöntemi

2.5.4. 2.5.3.1 Partiküler Kalıcı KOİ (X_1)'nin Doğrudan Tayini

Bölüm 2.5.2.'de açıklanan yöntemler, X_1 'nin tayini için, kararlı halde işletilen laboratuvar ölçekli tam karıştırmalı aktif çamur ünitesinde elde edilen verilerin kinetik analizini yani Y_H , b ve f_E gibi kinetik sabitlerin doğru olarak saptanmasını gerektirir. Bu oldukça zor ve endüstriyel atıksular için güvenilir bir yöntem olduğundan Orhon ve diğerleri (1992) tarafından X_1 'nin deneysel olarak doğrudan tayinine imkan veren yeni bir prosedür önerilmiştir. Bu yöntemde, biri filtre edilmemiş (C_{TO}), diğeri filtre edilmiş (S_{TO}) atıksu, iki ayrı laboratuvar ölçekli aktif çamur reaktörlerinde; aynı numuneye aklime edilmiş az bir miktar aş mikroorganizma ilavesi ile kesikli olarak çalıştırılır ve biyolojik aktivitenin tamamlandığında bir periyoda kadar toplam ve çözünmüş KOİ (C_{TO} ve S_{TO}) nin başlangıç ve son değerleri ölçülür. KOİ konsantrasyonları arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde partiküler kalıcı KOİ (X_1)'nin doğrudan tayinine imkan verir (Germirli ve diğerleri, 1992):

C_{TO} ile beslenen birinci reaktörde girişte:

$$C_{TO} = S_{TO} + X_{SO} + S_1 + X_1 = C_{SO} + S_1 + X_1 \quad (2.8)$$

ve deneyin sonunda S_S , X_H ve $X_S \approx 0$ olduğu kabulü ile;

C_T = Toplam substrat konsantrasyonu (mg/l), S_1 = Çözünmüş kalıcı substrat (mg/l)



S_p = Çözünmüş mikrobiyal ürün(mg/l), S_R = Çözünmüş artık ürün konsantrasyonu(mg/l), X_1 = Kalıcı partiküler substrat (mg/l)

X_s = Zor ayrıışan partiküler konsantrasyonu (mg/l)

$$C_{T1} = S_{P1} + S_1 + X_{P1} + X_1 \quad (2.9)$$

$$S_{T1} = S_{P1} + S_1 \quad (2.10)$$

Bu nedenle,

$$C_{T1} - S_{T1} = X_{P1} + X_1 \quad (2.11)$$

ve giderilen toplam KOİ miktarı;

$$\Delta C_{T1} = C_{T0} - C_{T1} = C_{S0} - S_{P1} - X_{P1} \quad (2.12)$$

X_p ve S_p 'yi C_{S0} 'ın sabit bir kısmı olarak ifade etmek mümkündür Orhan ve diğerleri 1992b):

$$X_{P1} = Y_{XP} C_{S0} \quad (2.13)$$

$$S_{P1} = Y_{SP} C_{S0} \quad (2.14)$$

$$\Delta C_{T1} = (1 - Y_{XP} - Y_{SP}) C_{S0} \quad (2.15)$$

Benzer şekilde S_{T0} ile beslenen ikinci reaktörde girişte:

$$S_{T0} = S_{S0} + S_1 \quad (2.16)$$

Son değerlerin ölçülmesiyle,

$$C_{T2} = S_{P2} + S_1 + S_1 + X_{P2} \quad (2.17)$$

$$S_{T2} = S_{P2} + S_1 \quad (2.18)$$

Yukarda ölçülen KOİ değerleri kullanılarak

,

$$C_{T2} - S_{T2} = X_{P2} \quad (2.19)$$

$$\Delta C_{T2} = S_{T0} - C_{T2} - S_{S0} - S_{P2} - X_{P2} \quad (2.20)$$

Birinci reaktörde olduğu gibi,

$$X_{P2} = Y_{SO}$$

$$S_{P2} = Y_{SP} S_{SO}$$

$$\Delta C_{T2} = (1 - Y_{XP} - Y_{SP}) S_{SO}$$

X_{P2} denelerde doğrudan ölçülür. (2.13) ve (2.21) ifadeleri bileştirilerek,

$$X_{P1} = X_{P2} (C_{SO} / S_{SO}) \quad (2.24)$$

(2.15) ve (2.23) ifadelerinin birleştirilmeleri, C_{SO} / S_{SO} 'ın yerine $\Delta C_{T1} /$

ΔC_{T2} oranının kullanılmasına olanak verir. Bu nedenle,

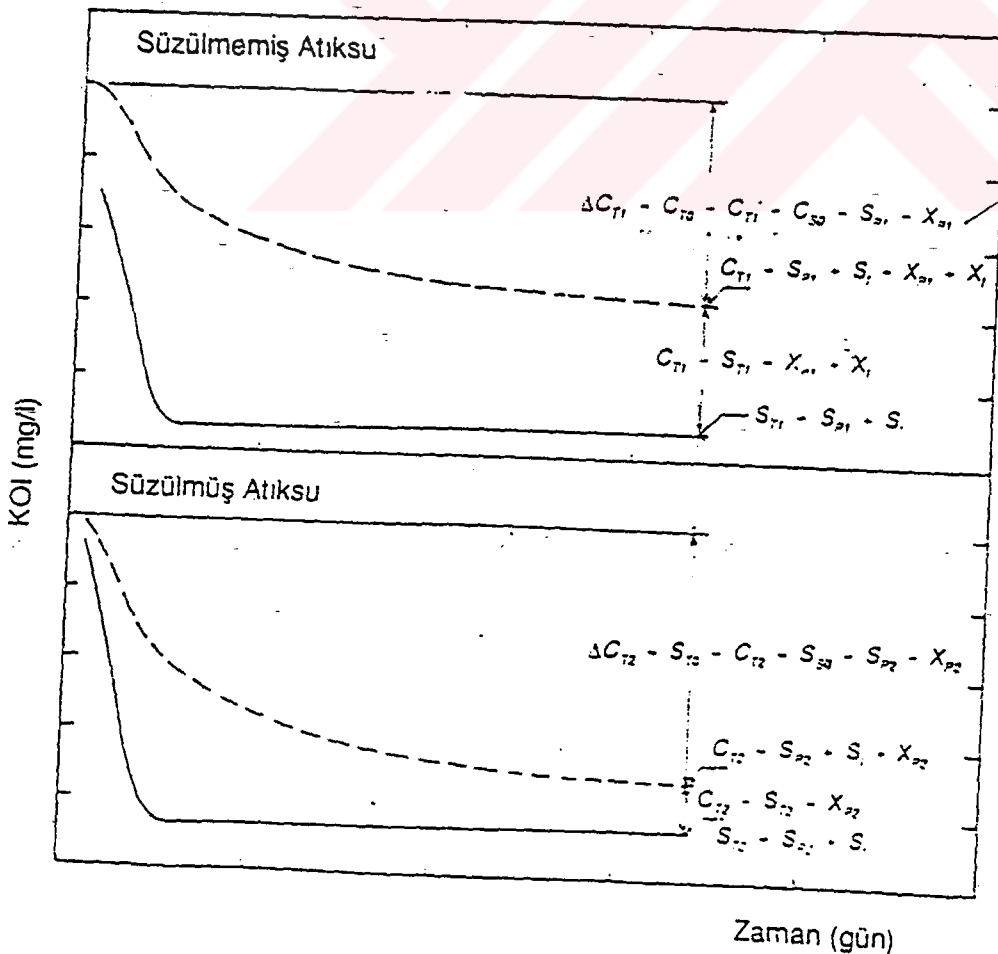
$$X_{P1} = X_{P2} (\Delta C_{T1} / \Delta C_{T2}) \quad (2.25)$$

(2.11) ifadesinde X_1 yerine yerleştirilirse,

$$X_1 = C_{T1} - S_{T1} - X_{P1} \quad (2.26)$$

$$X_1 = C_{T1} - S_{T1} - (C_{T1} - S_{T1})(\Delta C_{T1} / \Delta C_{T2}) \quad (2.27)$$

Şekil 2-5'da bu yöntemin grafiksel yorumu görülmektedir.





Bu yöntem test edilen atıksulardaki S_1 değerini elde etmemede de kullanılır.

$$S_{T1} - S_{T2} = S_{P1} - S_{P2} \quad (2.28)$$

$$\frac{S_{P1}}{S_{P2}} = \frac{\Delta C_{T1}}{\Delta C_{T2}} \quad (2.29)$$

$$S_{P1} = \frac{S_{T1} - S_{T2}}{\left(1 - \frac{\Delta C_{T2}}{\Delta C_{T1}}\right)} \quad (2.30)$$

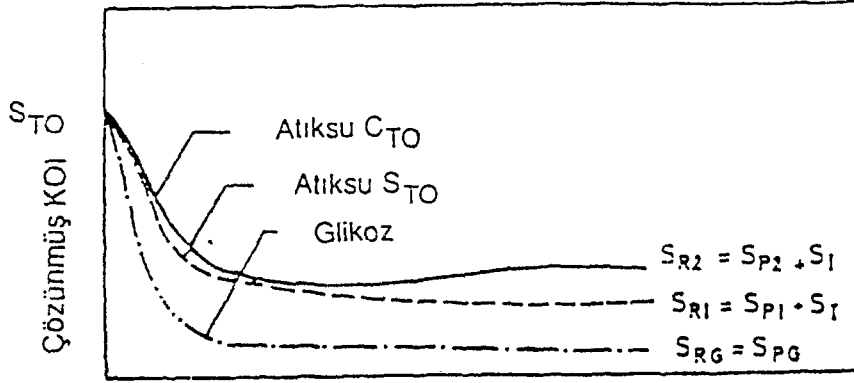
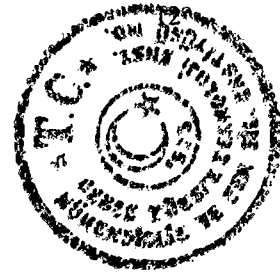
$$S_1 = S_{T1} - \frac{S_{T1} - S_{T2}}{\left(1 - \frac{\Delta C_{T1}}{\Delta C_{T2}}\right)} \quad (2.31)$$

Bu yöntem, partikül KOİ değeri büyük atıksu numuneleri için kullanılabilir. Partikül KOİ değeri çok küçük veya pratik olarak ihmal edilebilirse, $S_{T1} \approx S_{T2}$ olacağından, bu yöntem uygulanamaz. Bu durumda ikisi atıksu, biri glikoz olmak üzere üç tane kesikli reaktörle çalışılır. Atıksu reaktörlerinden biri toplam KOİ, C_{TO} ; ikincisi çözünmüş KOİ, S_{TO} ve üçüncüsü de KOİ'si S_{TO} 'a göre ayarlanmış glikozla teşkil edilir. Çözünmüş KOİ'deki değişimler izlenerek biyolojik olarak ayrışabilir KOİ'nin tükendiği zamana kadar deneye devam edilir. Şekil 2-7'de görüleceği gibi, glikoz reaktöründeki çözünmüş KOİ (glikoz saf bir bileşik olarak girişte kalıcı kısım içermediğinden) S_{PG} gibi bir değere ulaşılır. S_{TO} ile başlatılan reaktörde S_1 ve S_{P1} 'in toplamına eşit olan bir S_{R1} değerine ulaşıldığından S_1 aşağıdaki şekilde hesaplanır (Orhon ve diğerleri, 1992):

$$S_1 = S_{R1} - S_{PG} \quad (2.32)$$

Burada $(S_P)_{atıksu} = (S_P)_{glikoz}$ kabulü yapılmıştır.

Şekil 2-6. X_I 'nin belirlenmesi



Y_I gibi bir katsayı ile S_{TO} ve S_I arasında bir ilişki kurulabilir.

$$Y_I) \frac{S_I}{S_{SO}} \quad (2.33)$$

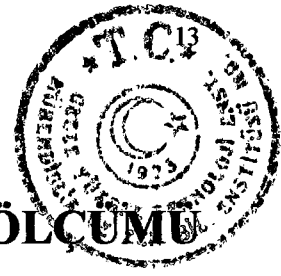
$$Y_P = \frac{S_{R1} - S_I}{S_{TO} - S_I} = \frac{S_{P1}}{S_{SO}} \quad (2.34)$$

$$S_{P2} = S_{R2} - S_I \quad (2.35)$$

$$C_{SO} = (S_{P2} / S_{P1}) \cdot S_{SO} \quad (2.36)$$

$$X_I = C_{TO} - C_{SO} - S_I \quad (2.37)$$

hesaplanır.



3.ÇÖZÜNMÜŞ KALICI KOİ ÖLÇÜMÜ KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Gaudy ve Blachly (1985) kalıcı KOİ'nin biyolojik arıtılabilirliği üzerine deneysel çalışmalar yapmışlardır. Kalıcı KOİ'nin yapısını ve uzun bir süre içindeki değişimini saptamak için, kesikli bir reaktör hergün glikozla beslenmiş, biyokütle ve KOİ'nin zamanla değişimi izlenmiştir. Bunu uygularken, kalıcı KOİ ve biyokütle kaybını engellemek için tamamen kapalı bir sistem kullanılmıştır. Biyokimyasal olayları izlemek ve kalıcı KOİ'yi saptamak için analizlerde az miktarda numune kullanılmıştır.

Çalışmanın dayandığı temel prensip şudur: Aklime edilmiş aşı ilaveli ve havalandırılmalı kesikli veya sürekli bir sistem, 1000 mg/l glikoz (1060 mg/l KOİ) biyolojik olarak kolay ayrışabilen bir substratla beslendiğinde, ulaşılabilen en düşük kalıcı çözünmüş KOİ 30 ile 50 mg/l olursa, kalıcı KOİ'nin biyolojik olarak ayrıştırılamayacağı düşünülecektir. Daha hızlı bir kalıcı çözünmüş KOİ birikim, son ürünlerin KOİ giderimine ve meabolizmaya engelleyici etkisinin olabileceğini gösterecektir. Oysaki, beklenenden daha az bir KOİ birikimi gözlenirse, artığın bir kısmının veya tamamının mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak giderilebildiğini kanıtlayacaktır.

Bu amaçla 10 lt hacimli kesikli reaktör kullanılmıştır. Yeterli karışımı sağlamak ve minimum 4.0 mg/l çözünmüş oksijen temin etmek için seramik difüzörlerle hava verilmiştir. Sıcaklık kontrol edilememesine rağmen, 2 yıl süreyle $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de kalmıştır. pH 6,5-7.2 arasında tutulmuştur. Reaktörlerin besleme şekli Tablo 3-1'de verilmektedir. Çeşitli zamanlarda uçucu askıda katı madde(UAKM), çözünmüş KOİ ve diğer analizler için 15 ml numune alınmıştır.

Sistemin verimini saptamak için rutin olarak süzölmüş ve toplam KOİ, süzölmüş karbonhidrat konsantrasyonu ve biyokütle konsantrasyonu analizleri yapılmıştır. Çözünmüş oksijen, pH ve sıcaklık sık sık ölçülmüştür.

Tablo 3-1. Kesikli Reaktöre Havalandırma Hacmi Başına Eklenen Besleyici (nütrient) Miktarları (Gaudy ve Blachly, 1985)



Glikoz	1000 mg
(NH ₄) ₂ SO ₄	500 mg
MgSO ₄ ·7H ₂ O	100 mg
CaCl ₂	5,0 mg
MnSO ₄ ·H ₂ O	10 mg
FeCl ₃ ·6H ₂ O	0,5 mg
1M fosfat tampon, pH = 7,2	5 ml
Distile su	Hacmi tamamlamak için

1-143, günlerde yukarıdaki miktarlar hergün eklendi

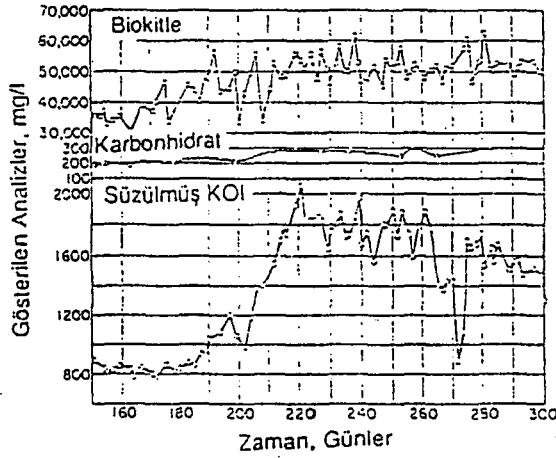
144-363, günlerde sadece glikoz ve amonyum sülfat hergün eklendi.

364-613, günlerde sadece glikoz hergün eklendi.

Deneysel çalışmalar 613 gün süreyle yürütülmüştür. Biyokütle ve KOİ değişimi Şekil 3-1 ve 3-4'de verilmektedir. Şekil 3-1'de ilk 32 gün boyunca KOİ birikmesi 1570 mg/l olup yaklaşık olarak beklenen değere yakındır. Biyokütle tarafından metabolize edildiği düşünülmezse, bu değer başta yapılan kabule göre, $32 \times 50 = 1600$ mg/l civarında olması bekleniyordu. Daha sonraki günler çözünmüş KOİ azalmış ve 66. günde 324 mg/l değerine ulaşmıştır. Bu süre içinde reaktör toplam 69960 mg/l KOİ (1060×66) ile beslenmiştir. Beslemeye göre giderme verimi % 99.5 bulunmuştur. Günlük kalıcı KOİ 50 mg/l ve biriken atığın metabolize olmadığı düşünülecek olursa bu değer 3300 mg/l olmalıydı (50×66).

İlk 100 günde biyokütle konsantrasyonu düzenli olarak artmıştır. Glikoz için gerçek biyokütle dönüşümü, Y_t 'nin %40 ile %60 arasında değiştiği; içsel solunum meydana gelmediği düşünülürse, beklenen biyokütle konsantrasyonu yaklaşık olarak 42000 ile 64000 mg/l'dir. Bu andaki gözlenen biyokütle konsantrasyonu (toplam askıda katı madde) 35000 mg/l bulunmuştur. Bu da ilk 100 günde bir miktar içsel solunum meydana geldiğini göstermektedir.

110 ve 140 günleri arasında, AKM için kaydedilen değerlerde açıklanamayan bir durum olmuş fakat 140 ve 160 günleri arasında biyokütle konsantrasyonu 35000 ile 40000 mg/l arasında kalmıştır.

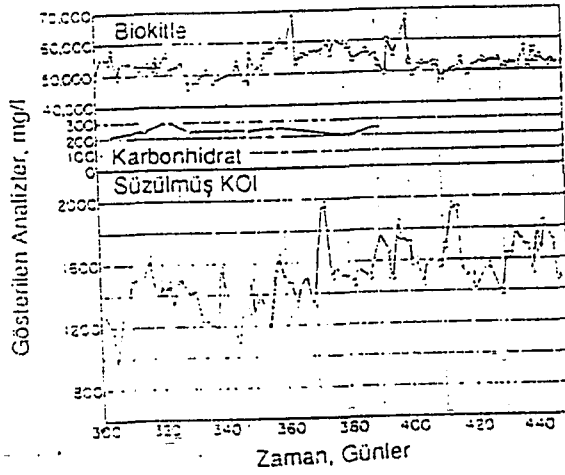


Şekil 3-1. İnorganik Tuzlar ve 1000 mg/l Glikoz/gün (çamur atmadan) Beslenen Havalandırılmalı Kesikli Reaktördeki 151-300 Günler Arasındaki Biyokütle, Çözünmüş KOİ ve Çözünmüş Karbonhidrat Konsantrasyonları

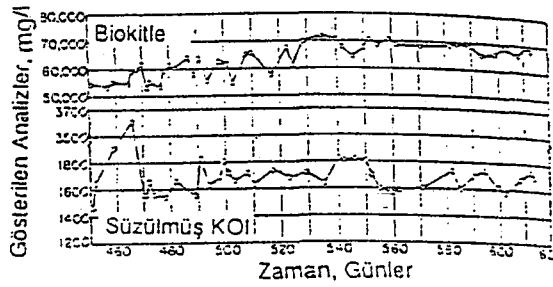
63. Günde atığın rengi değişmeye başlamıştır. 70. güne kadar renk açık kahverengiden koyu kahverengiye dönmüş ve deneyin sonuna kadar aynı renkte kalmıştır. 215. güne kadar, biyokütle konsantrasyonu yaklaşık 50000 mg/l'ye yükselip geri kalan 135 günde hemen hemen aynı kalmıştır. Artık KOİ 180-272 günleri arasında azalmıştır (800'den 2000'e, 2000'den 900'e). Sonra hayli artmış ve ortalama 1300 mg/l seviyesine ulaşmıştır. Biyokütle konsantrasyonu 50000 ile 60000 arasında kalmış, yavaş yavaş 70000 mg/l'ye yükselmiştir.



Şekil 3-2. İnorganik Tuzlar ve 1000 mg/l Glikoz/gün ile Beslenen Havalandırılmalı Kesikli Reaktördeki 300-450 Günler Arasındaki Biyokütle, Çözünmüş KOİ ve çözünmüş Karbonhidrat Konsantrasyonları.



466. günde ölçülen en yüksek KOİ değeri, difüzördeki tıkanmadan dolayı çözünmüş oksijendeki azalmadan kaynaklanmış, difüzörler değiştirildiğinde 1600-1700 mg/l seviyesine düşmüştür.



Şekil 3-3. İnorganik Tuzlar ve 1000 mg/l Glikoz/gün ile Beslenen Havalandırılmalı Kesikli Reaktördeki 451-613 Günler Arasındaki Biyokütle, Çözünmüş KOİ ve Çözünmüş Karbonhidrat Konsantrasyonları



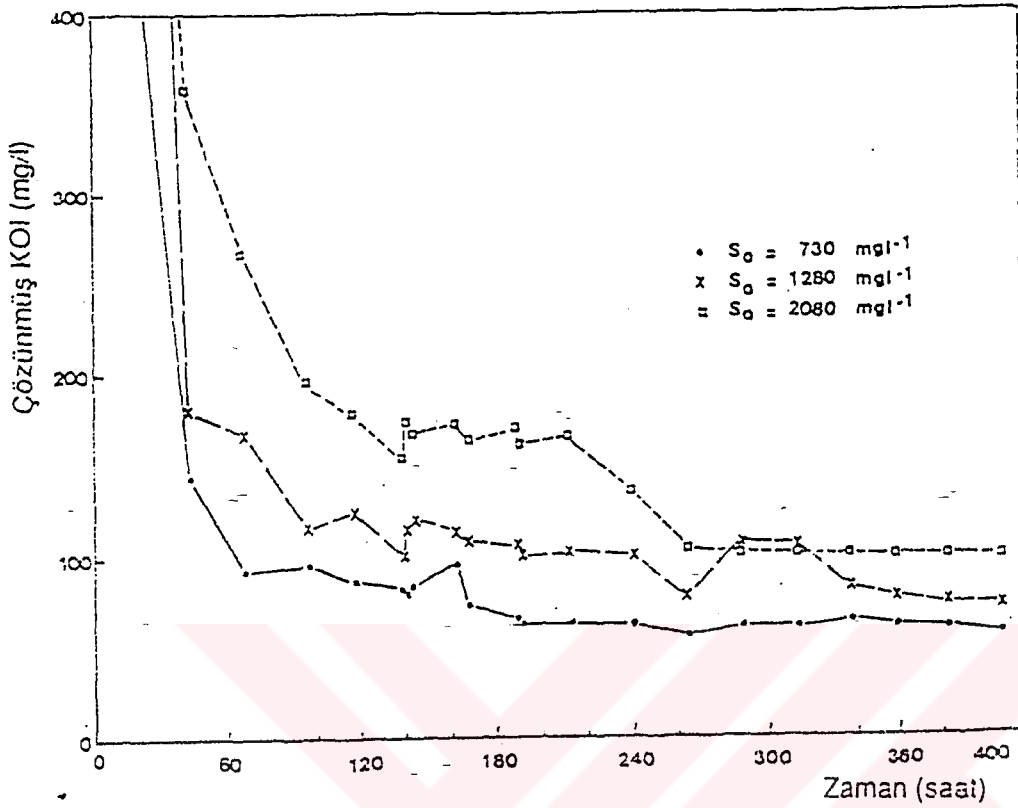
İşletmenin son gününde (613. gün) kalıcı çözünmüş KOİ 1700 mg/l dir. Günlük 50 mg/l artık KOİ oluşumu kabulüne göre hesaplanan artık 613x50=30650 mg/l, 30 mg/l'ye göre 18390 olması beklenmektedir.. Buna göre, artık KOİ giderme verimi %4.5 ile %90.8 arasında değişir. Toplam giderme verimi % 99.7'den biraz fazladır. KOİ/TOK oranı 2.4 ve 3.4 arasında değişmiştir. Toplam biyokütle dönüşümü % 11'den biraz azdır ve katı maddenin yaklaşık % 25'i uçucu olmayan katı maddedir.

Bu kesikli veya sürekli sistemlerde arıtılabilirlik çalışmalarında kalıcı KOİ'nin biyolojik arıtma proseslerinde, biyolojik olarak ayrıştırılamayacağı sonucu çıkarılmaktadır. Fakat kalıcı KOİ'yi uzun vadede hücre içinde metabolize olabilir. Uzun vadede bu atığın % 90'dan fazlası biyolojik metabolizmaya dönüşür. Germirli ve diğerleri (1991); girişteki kalıcı çözünmüş KOİ'yi saptamak amacıyla toplam çözünmüş KOİ konsantrasyonları 1000 ile 9300 mg/l arasında değişen kağıt endüstrisi, çalışmalarda kademeli ve karşılaştırmalı yöntemler uygulanmış ve bu iki yöntemin karşılaştırmalı değerlendirilmesi yapılmıştır.

Kağıt endüstrisinden alınan çözünmüş KOİ'si 3340 mg/l olan kompozit bir numuneye kademeli yöntemi uygulanmıştır(Germirli ve diğerleri). Herbirinin havalandırma havmi 2 lt olan beş tane kesikli reaktör kullanılmıştır. Birinci reaktör giriş çözünmüş KOİ'si 730 mg/l'ye seyreltilmiş atıksu ile teşkil edilmiş; diğer reaktörlerde glikoz ilavesi ile giriş çözünmüş KOİ'leri kademeli olarak 1055 mg/l, 1280 mg/l, 1580 mg/l ve 2080 mg/l'ye çıkarılmıştır. Reaktörler 15 gün süreyle %50 atıksu + %50 glikoz karışımına aklime edilmiş $X_0 = 10$ mg/l uçucu askıda katı maddesi olacak şekilde aktif çamurla aşılانmıştır. 400 saatten daha uzun bir süre boyunca çözünmüş KOİ'leri izlenmiş ve uygun 3 reaktöre ait KOİ profilleri Şekil 3-4'de verilmiştir.

KOİ profilleri benzer eğilimler göstermiş olup önce bir ilk minimum değere ulaşmış sonra az bir artış gösterip ilk minimumdan daha düşük bir nihaiye ulaşmıştır. Deney sonucunda elde edilen ilk min ve nihai çözünmüş KOİ değerleri Tablo 3-2'de verilmiştir. Beş reaktör için ilk minimum ve nihai çözünmüş KOİ değerleri ile giriş çözünmüş KOİ'ler arasında çizilen doğrunun eksenini kestiği noktalar S_I değerleri olarak bulunmuştur. Buna göre, nihai KOİ değerleri için S_I konsantrasyonu 30 mg/l, ilk minimum KOİ değerleri için 43 mg/l bulunmuştur.

Şekil 3-4. Kâğıt Endüstrisi Atıksuları İçin KOİ Profilleri



Tablo 3-2. Kağıt Endüstrisi İçin Kademeli Yöntemle Elde Edilen İlk Minimum Ve Nihai KOİ Değerleri (Germirli Ve Diğerleri, 1991).

Reaktör No	Giriş Çözünmüş KOİ, mg/l	İlk Minimum Çözünmüş KOİ, mg/l	Nihai Çözünmüş KOİ, mg/l
1	730	79	55
2	1055	106	63
3	1280	117	72
4	1580	142	90
5	2080	156	97

Mezbaha, antibiyotik, tekstil ve süt endüstrisi atıksuları için karşılaştırmalı yöntem kullanılmıştır.



Tablo 3-3. Endüstriyel Atıksuların Kalıcı KOİ'leri(Çözünmüş)

Kategori	Çözünmüş KOİ So,mg/l	Kalıcı Çözünmüş KOİ S ₁ ,mg/l	S ₁ /So	Kaynaklar
Kağıt	3340	196	0.059	Germirli vd, 1991
Mezbaha	1990	110	0.055	Germirli vd, 1991
Antibiyotik	9300	2500*	0.27	Germirli vd, 1991
Tekstil	1000	190	0.19	Orhon vd, 1992
Süt	1570	0	-	Germirli vd, 1992

*Aklımasyon problemlerinden dolayı çok yüksek

Atıksularda çözünmüş kalıcı KOİ içeriğinin saptanması için, kalıcı çözünmüş metabolik ürün girişimini tanımlayıp, minimize ederek deneysel yöntemler geliştirilmesini amaçlayan Germirli ve diğerleri (1991) aşağıdaki sonuçlara ulaşmıştır.

Atıksuların inert çözünmüş KOİ fraksiyonlarının belirlenmesi için önerilen iki farklı metod endüstriyel atıksu karakterizasyonuna inert çözünmüş substrat kavramını getirmiştir

Kesikli deneylerden elde edilen çözünmüş KOİ profilleri çözünmüş metabolik ürün oluşumu nedeniyle salınımlar göstermekte ve literatürde belirtilen çözünmüş inert KOİ fraksiyonlarının zamandan bağımsız olarak saptanmasının hatalara yol açacağını göstermektedir. Çünkü zamanla ölçülen çözünmüş KOİ konsantrasyonları önemli ölçüde değişime uğramaktadır.

İzlenen KOİ profillerinde en az iki minimum KOİ değerine ulaşılmaktadır. İlk minimum değeri, çözünmüş metabolik ürün girişi nedeniyle değişken yapıya sahiptir. Atıksuların nihai KOİ değerlerinin, ilk minimum KOİ değerlerinden daha düşük olması, metabolik ürünlerin büyük bir kısmının daha uzun reaksiyon sürelerinde ayrışabilir karakterde olabilecekleri ihtimali ile açıklanabilir. Bu aynı zamanda, kademeli metoddan ilk minimum değerlerle bulunan S₁ konsantrasyonunun, nihai değerlerle bulunana göre daha yüksek olmasını da açıklar;

ilk minimumdan elde edilen S_1 değerinin içinde kesikli reaksiyon sürdükçe ayrışabilir nitelik kazanacak olan metabolik ürünlerin bulunabileceğini göstermektedir.

Karşılaştırmalı metod, kademeli metoda göre daha kolay deneysel prosedür içerir, ancak yüksek KOİ konsantrasyonlarında aklımasyon ve substrat inhibasyonu problemlerinden dolayı daha hatalı sonuçlar verebilir.

Aynı atıksu numunesi üzerinde denenen her iki metoddan elde edilen sonuçlarının birbirine yakın olması önerilen metodların tutarlılığını göstermektedir. Bu çalışmada, ayrıca, farklı giriş konsantrasyonlarında kesikli reaktörlere beslenen ilgi çekici veriler elde edilmiştir. Söz konusu verilerin belirli bir eğilim göstermemesi metabolik ürünlerin yapı ve üretimlerinin, çalışmada tamamı ile değişik karakterde endüstriyel atıksulara aklime edilmiş, dolayısı ile birbirinden farklı, mikroorganizma kültürleri tarafından yönlendirildiği sonucunu getirmektedir.

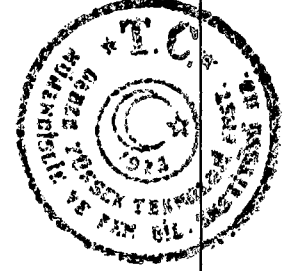
Orhon ve diğerleri (1992) artık KOİ'nin tekstil atıksularının biyolojik arıtılabilirliğine etkilerini incelemişlerdir. Deneyler örgü ve dokunmuş kumaş terbiye işlemlerine ait 3 farklı tekstil atıksuyu ile yürütülmüştür. Bu atıksuların karakteristikleri Tablo 3-4'de verilmiştir.

Dokunmuş Kumaş(1) ve örgü kumaş(2). tesislerin atıksularında çözünmüş inert KOİ, S_1 ve çözünmüş artık mikrobiyal ürünler, S_p hesaplanmıştır. Örgü kumaş(3). tesiste partiküler KOİ atıksuyun toplam KOİ'sinin hemen hemen %45'ini teşkil ettiğinden çözünmüş kalıcı bileşiklerin yanında partiküler inert KOİ hesaplanmıştır.

1.ve 2. tesislerde çözünmüş ürünlerin saptanması için karşılaştırmalı yöntem kullanılmıştır.

Tablo 3-4. Arıtılabilirlik Çalışmasında Kullanılan Tekstil Atıksularının Karakteristikleri (Orhon ve diğerleri, 1992)

Parametre	Tesis No:1 (Dokunmuş Kumaş)	Tesis No:2 (Örgü Kumaş)	Tesis No:3 (Örgü Kumaş)
Toplam KOİ, C_{TO}	1240	885	981
Çözünmüş KOİ, S_{TO}	1176	800	535
Çözünmüş BOİ ₅	680	422	170
TKN	144	23	40
Toplam P	2.2	16	14
PH	12.2	7.2	7.85



1 No.lu tesisde çözünmüş KOİ'si 1176 mg/l glikozun KOİ'si 1254 mg/l olan sistemler 516 saat süreyle izlenmiştir. Deney sonunda ulaşılabilen minimum çözünmüş KOİ atıksu için 139 mg/l, glikoz için 55 mg/l olarak bulunmuştur. Buradan $S_I = 90$ mg/l, $S_P = 48$ mg/l olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, Y_I ve Y_P stokiyometrik katsayıları sırasıyla 0.076 ve 0.044'dür.

Aynı yöntemle 2 no.lu tesiste yapılan deneyler 427 saat süreyle çözünmüş KOİ'si 800 mg/l olan reaktörde yürütülmüş, minimum çözünmüş KOİ konsantrasyonları atıksu için 120 mg/l, glikoz için 40 mg/l olarak bulunmuştur. $S_I = 88$ mg/l, $S_P = 32$ mg/l, $Y_I = 0.11$ ve $Y_P = 0.04$ olarak hesaplanmıştır.

3 no.lu tesiste partiküler KOİ toplam KOİ'nin %45'ini oluşturduğundan 3. yöntem kullanılmıştır. Üç kesikli reaktörde yürütülen deneylerin sonuçları Şekil 3-6'da verilmiştir. Toplam KOİ, C_{TO} ile başlatılan reaktörde ulaşılan minimum artık KOİ seviyesi, $S_{R2} = 187$ mg/l civarındadır. S_{SO} , S_I ve S_{PI} sırasıyla 418 mg/l, 117 mg/l ve 37 mg/l olarak bulunmuştur. Buradan,

$$S_{P2} = 187 - 117 = 70 \text{ mg/l}$$

$$C_{SO} = (70-37). 418 = 791 \text{ mg/l}$$

$$X_I = 981 - 791 - 117 = 73 \text{ mg/l olarak hesaplanmıştır.}$$

4.ATIKSULARDA GİDERİM YÖNTEMLERİ

4.1. KOİ'nin Giderim Yöntemleri

4.1.1. Biyolojik Arıtma

Biyolojik arıtma sırasında atıksuyun içinde bulunan askıdaki koloidal veya erimiş organik maddeler bakterilerce parçalanmakta ve çökebilen biyolojik floklar ile sıvının içinde kalan, veya gaz olarak atmosfere kaçan sabit inorganik bileşiklere dönüşmektedir. Biyolojik arıtma aslında organik kirleticilerin doğada yok edilmeleri için yeralan bioflokülasyon ve mineralizasyon proseslerin kontrollü bir çevrede ve optimum şartlarda tekrarlanmasıdır. Başka bir deyişle, böylece doğadaki reaksiyonlar hızlandırılarak daha kısa bir sürede, güvenli bir ortamda gerçekleştirilmektedir.

Aktif çamur sisteminde mikroorganizmalar atıksudaki organik maddeleri parçalayıp oksidasyon-sentez işlemi ile organik maddeleri CO_2 , H_2O , NO_3 ve SO_4 gibi son ürünlere dönüştürmektedir.

4.1.2 Kimyasal Arıtma

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma çevre mühendisliğinde kimyasal çöktürme, suszlaştırma gibi temel işlemlerde yaygın olarak kullanılır. Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma esas olarak suya kimyasal madde ilavesi ile suda bulunan askıda ve çözünmüş maddelerin yapılarını değiştirerek veya ilave edilen maddelerin oluşturduğu fiziksel etkenler ile sudan uzaklaştırılmasını amaçlar. Çözünmüş maddelerin çözünmeyen türlere dönüştürülmedikçe kimyasal çöktürme ile giderilme verimleri sınırlıdır. Çözünmüş maddelerin çözünmeyen türlere dönüşümü yapıldığında oluşan katı partiküllerin boyutları oldukça küçüktür. Bunlar çoğunlukla kolloid yapısındadır. Diğer taraftan suda bulunan ve basit çöktürme ile giderilemeyen ve yumaklaştırma işlemi esas olarak sudaki kolloid haldeki maddelerin giderilmesini amaçlar.

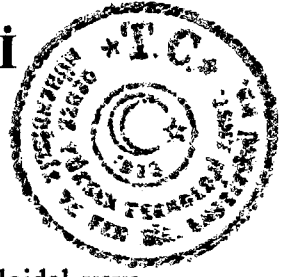
Kolloid haldeki maddeler birbirleri ve su ile elektrik yükleri nedeniyle bir araya gelemeyebilir ve birleşemezler. Pıhtılaştırma işlemi kolloid haldeki maddelerin kimyasal maddeler ilavesiyle birbirleriyle birleşebilir yapıya dönüştürülmeleri ve yumaklaşmaya başlangıç oluşturacak kümelerin oluşturulması işlemidir. Yumaklaştırma daneciklerin brownian hareketleri veya yavaş karıştırmadan yararlanarak sağlanır.

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma başlıca, su arıtımında; bulanıklık giderilmesi ve sertlik giderilmesinde, atıksu arıtılmasında evsel atıksu arıtımında, evsel atıksulardan fosfor giderilmesinde, endüstriyel atıksuların arıtılmasında; askıda madde; organik madde, renk, metal iyonu ve spesifik kirleticilerin giderilmesinde kullanılmaktadır.

4.1.3 İleri Arıtım Yöntemleri

• Yüze Tutunma (Adsorpsiyon)

Atıksuda, erimiş vaziyette bulunan ve biyolojik çürüme olasılığı az olan çeşitli kokulu, doğal veya yapay organik hidrokarbonlu maddeleri, tutan (adsorbent)-



tutunan (adsorbate) arasındaki elektrostatik ve yüzey – aktif göçlerin sayesinde tutanın ara yüzeyinde birikmektedirler.

Tutma kapasitesi tükendiği zaman, tutan madde, ileri safhada yenilenmektedir (regeneration).

Toz veya granül halinde, kesikli (batch) veya sürekli-dinamik (continuous bed) sistemlerde, aktif karbon yüze tutunma açısından en yüksek arıtma performansı sağlamaktadır.

Kullanım Alanları: Su arıtımında, erimiş halde, tad ve kokuya sebep veren klorlu-hidrokarbon bileşikler ve bazı ağır metallerin giderimi ve son zamanlarda, atık su arıtımında, çürümeyen erimiş biyolojik atıkların, yüzey aktif maddelerin, tarım ilaçları ve bazı zehirli metal iyonları gibi atıkların giderimi için uygulanmaktadır .

Ozon ile Oksidasyon

Ozon, normal sıcaklık ve basınçta gaz halindedir. Oksijende olduğu gibi, ozonun çözünürlüğü; sıcaklığa, ozonun gaz fazındaki basınca ve pH'a bağlıdır. Ozon kararsızdır, ve kendi kendine ayrışması sıcaklık ve pH ile artar. Bozunma olayı; hidroksit iyonları, ozonun radikal ayrışma ürünleri, organik madde ayrışma ürünleri, alkaliler, geçiş elementleri, metal oksitleri ve karbon gibi maddeler tarafından katalizlenir. Pratik olarak yalnızca ozon, doymun hidrokarbonlar ve halojenli alifatik bileşiklerin tam ayrışmasını sağlamamaktadır. Ancak, son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar, ozonun, ilave bir enerji kaynağı kullanmak suretiyle (ultraviyole ışığı gibi) ayrışmayan maddeleri de ayrıştırabildiğini göstermiştir.

Organiklerin oksidasyonunda ozonun etki mekanizması aşağıda sıralandığı gibi olmaktadır.

1. Alkollerin önce aldehitlere ve daha sonra organik asitlere oksitlenmesi:



2. Oksijen atomlarının aromatik halkaya girmesi

3. Karbon çift bağlarının kırılması

Ozon, renk giderme ve ayrışmayan maddelerin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır.

Membran prosesleri

Membran prosesleri endüstriyel atıksu arıtımında sıklıkla kullanılmamalarına rağmen, bu konuda araştırmalar devam etmektedir. Literatürde demineralizasyon işlemlerinin kaplama atıksuları, petrokimya endüstrisi, fotoğraf atıkları, soğutma suarı gıda sanayi atıkları ve kağıt endüstrisi atıklarına uygulamalar konusunda çok sayıda örnek mevcuttur.



4.2 Endüstriyel Atıksuların Evsel Atıksularla Beraber Arıtılmasının Pratik Yararları ve Dikkat Edilecek Hususlar

Endüstriyel atıksular kentsel kanalizasyon sistemine deşarj edildiğinde sonuçta kentsel atıksu arıtma tesisine iletilmektedir. Bu nedenle evsel atıksularla arıtmadan geçmiş endüstriyel atıksuların birlikte arıtımı çeşitli yönlerden tartışılabilir bir yaklaşım olmaktadır.

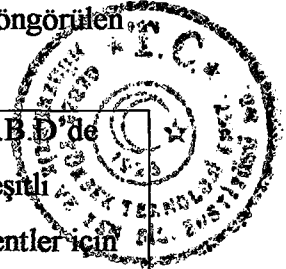
Endüstriyel atıksuların arıtılabilme imkanı genellikle evsel atık sularla karıştırılınca artar. Endüstriyel atıksuların, evsel atıksularla karıştırılmasından elde edilen yararları şöyle açıklayabiliriz:

1. Organizmalar için gerekli olan nutrient (besin) maddesi eksikliğini evsel atıksular tamamlar.
2. Endüstriyel atıksularda bulunmayan aş organiklar evsel atıksularda bol miktarda mevcuttur.
3. Evsel atıksu debileri endüstriyel atıksu debilerinden daha fazla olduğundan, endüstri atıksularındaki toksik bileşiklerin seyreltme yolu ile toksikleri eşik değerlerin altına inebilir.
4. Evsel atıksuyun tamponlama kapasitesi ile endüstriyel atıksulardaki asite nötralize edilebilir.

Endüstriyel üretim atık sularının çoğu evsel atıksularla karışıtlarında biyolojik olarak arıtım için uygun hale gelir. Ancak çok büyük hacimde ve kirlilikte endüstriyel atıksular kentsel arıtma tesisinin hacminin genişlemesine neden olurlar. Endüstriyel atıksuların kanalizasyona sabit bir debide gelmesini sağlamak üzere dengeleme yapılması gerekir.

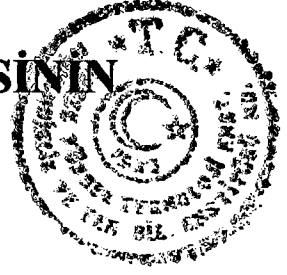
Endüstriyel atıkların evsel atıksularla birlikte arıtımında, endüstriyel atığın kirliliğın belli seviyelerde olması gerekir. bunun için tesiste atıksuları azaltmak üzere gerekli önlemlerin alınması ve ön arıtma uygulanması gerekir. Arıtma tesisi üzerinde olumsuz etkiler yaratmayan kirleticilerin ön arıtma ile uzaklaştırılması gerekmez

Tablo 5.1. Çeşitli ülkelerde endüstriyel atıkların kanalizasyona deşarjında öngörülen limit değerleri(ŞENGÜL F, 1991)



Ülkeler	Yuna	İngiltere	İtalya	İsviçre	A.B.D'de
Parametreler	nista				çeşitli
	n				kentler için
PH	6-9	6-10	5.5-9.5	6.5-9	4.5-10
Sıcaklık (°C)	35	40	35	60	65
Süspanse katı					
Madde (mg/lt)	500	500	200	-	300-350
BOI ₅ (mg/l)	-	-	250	-	300
SO ₄ ⁻ (mg/l)	1500	1000	1000	300	-
Yağ (mg/l)	150	200	10	-	100
Cr (mg/l)	10	5	4	2	0.5-10
Cu (mg/l)	8	5	0.4	10	3-10
Pb (mg/l)	10	5	0.3	0.5	0.5
Ni (mg/l)	10	5	4	2	3-10
Zn (mg/l)	10	10	1	2	5-15
As (mg/l)	-	-	0.5	0.1	0.5
Cd (mg/l)	8	2	0.02	0.1	0.1-5
Hg (mg/l)	-	0.001	0.005	0.1	0.2
CN (mg/l)	5	10	1	0.5	0-10
Fenoller (mg/l)	1	-	1	5	5
Deterjanlar (mg/l)	-	-	4	-	-

5. İZAYDAŞ ATIKSU ARITMA TESİSİNİN TANITIMI



6.1. Tesise Bağlı Kuruluşlarının Özellikleri

Tesise irili ufaklı 20 endüstri kuruluşunun endüstriyel atıksuları ve Yahya Kaptan, Uzunçiflik mahallesi evsel atıksuları gelmektedir.

Bağlı bulunan endüstriler gıda, lastik, otomotiv, kimya, çelik, tekstil gibi farklı sektörlerle aittir(tablo 6.1). Buna ek olarak İZAYDAŞ şirketine ait düzenli deponi alanı sızıntı sularının arıtıldığı DAF sisteminin suları da arıtma tesisine gelmektedir.

Tablo 5.1.İZAYDAŞ Tesisine Bağlı Olan Kuruluşlar ve Arıtma Yöntemleri

Kuruluş	Arıtma Yöntemi	Kuruluş	Arıtma Yöntemi
İZAYDAŞ	DAF	Kordsa	biyolojik arıtma kimyasal arıtma
Bastaş	Arıtma yok	Rifli Rulo	kimyasal arıtma
Beksa	paket arıtım Kimyasal arıtım	Pakmaya	biyolojik arıtma
Brisa	biyolojik arıtma Kimyasal arıtma	Trakya	biyolojik arıtma
Çelik Halat	kimyasal arıtma	Nuh Çimento	Arıtma yok
Çelikkord	Kimyasal arıtma	Hyundai	kimyasal arıtma
Detaş	Arıtma yok	Keresteciler Sitesi	Arıtma yok
Dusa	biyolojik arıtma Kimyasal arıtma	Küçük sanayi Sitesi	Arıtma yok
Fürsan	biyolojik arıtma	Habaş	Arıtma yok
Goodyear	biyolojik arıtma Kimyasal arıtma	Mert Boru	Arıtma yok

Bu atıksular yaklaşık 18 km'lik kollektör hattıyla arıtma tesisine iletilmektedir. Tesise bağlı kuruluşların hemen hemen hepsinin arıtma tesisleri bulunmakta ve ön arıtımını yapmaktadırlar(tablo 6.1)

Atıksu arıtma tesisine bağlı kuruluşlar İzmit Büyükşehir sınırları dışında olduğundan kontrolleri Kocaeli Çevre İl Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Tüm kuruluşlar ön arıtımını yaptıktan sonra tablo 6.2.deki limitlere atıksularını indirmekle yükümlüdürler.

Tablo 5.2.İZAYDAŞ Arıtma Tesisine Kabul Değerleri

Parametreler	Konsantrasyonlar	Parametreler	Konsantrasyonlar
KOİ	800	Krom	5
BOİ	250	Bakır	2
AKM	350	Kurşun	3
Petrol ve yağ	50	Nikel	5
Toplam azot	40	Çinko	5
Toplam fosfor	10	Civa	0.5
Deterjan	5	Gümüş	5
Arsenik	10	Siyanür	10
Antimon	3	Fenol	10
Demir	5	Sülfür	2
Baryum	3	Sıcaklık	40 C°
Kadmiyum	2	pH	(6-9)

*pH birimsiz, sıcaklık C°, diğerleri mg/l' dir.

6.2. Atıksu Özellikleri

Tesise irili ufaklı 20 farklı endüstri bağlıdır, fakat atıksuyun %40 nı hammaddesi melas olan fermantasyon endüstrileri oluşturmakta ve tesis atıksuyu bu iki endüstrinin atıksu karakteristiğini taşımaktadır. Her fabrikaya ön arıtım zorunluluğu getirilmesine rağmen tesise giriş toplam KOİ değerlerinin bir türlü verilen limitlere inmediği görülmüştür.(tablo 6.3)

Tablo 5.3 Mayıs 98 ait giriş ve çıkış Toplam KOİ değerleri

Tarih	KOİ(mg/l)		Tarih	KOİ(mg/l)	
	Giriş	çıkış		giriş	çıkış
04.05.98	1808	364	19.05.98	1076	184
05.05.98	2340	316	20.05.98	904	256
06.05.98	2868	264	22.05.98	598	260
07.05.98	1736	284	24.05.98	1064	184
08.05.98	1776	308	25.05.98	1104	192
10.05.98	2556	340	26.05.98	912	176
11.05.98	1392	348	27.05.98	1948	204
12.05.98	1212	224	28.05.98	1900	304
13.05.98	1368	264	29.05.98	1576	204
14.05.98	1832	244	30.05.98	1544	164
15.05.98	1676	256			

Sistemde pH değeri sürekli olarak 6.5-7.9 arasında olduğu görülmüştür.(yaklaşık 2 yıllık işletme esnasında 1 kez 5, 1 kez de 9.3 olduğu tespit edilmiştir)

Tesis günde 35000 m3 suyu arıtmaktadır. Bunun :

19500 m3/gün endüstriyel
9000 m3/gün evsel
7000 m3/gün sızıntı suyu oluşturmaktadır.



Tablo 5.4 İZAYDAŞ Arıtma Tesisine Giren Diğer Parametre Değerleri

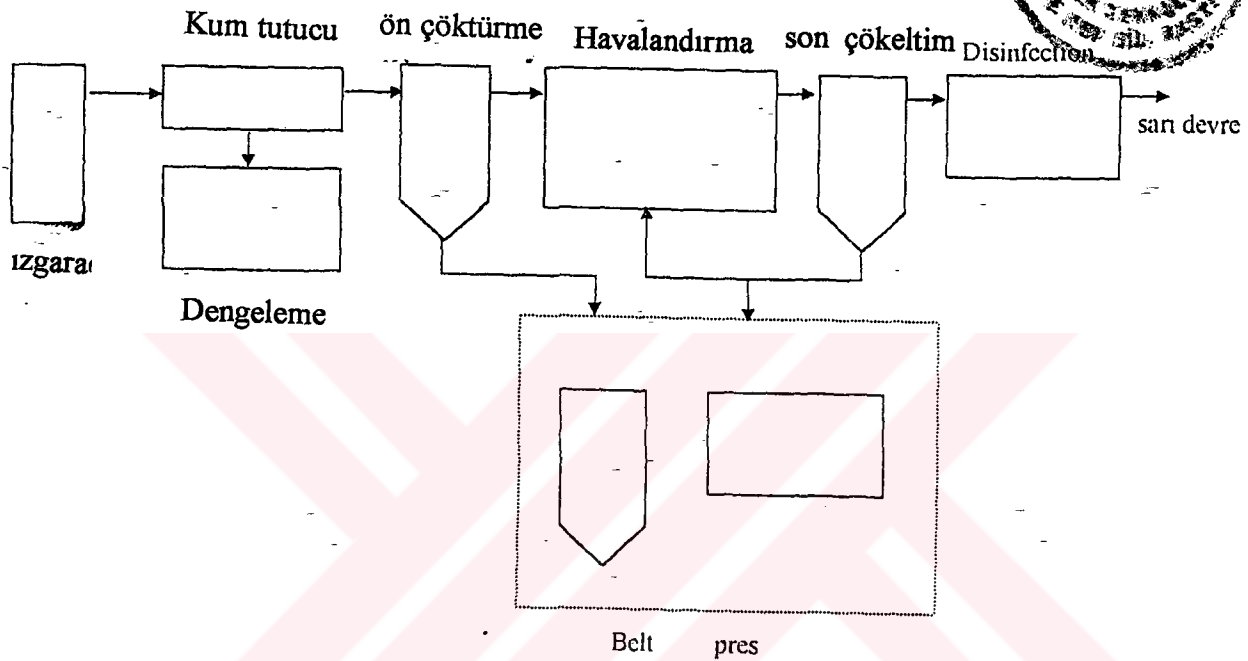
P parametreler	Konsantrasyonları(mg/l)
Toplam Azot	200
Ortafosfat	160
AKM	1000

6.3. Proses Tanıtımı

Sistem konvansiyonel aktif çamur sistemidir. Fiziksel ön arıtmayı ve biyolojik arıtmayı kapsar. Kollektörlerle gelen atıksu, kaba partikülleri sudan ayıran 2 tane otomatik ızgaradan geçirilir ve katı partiküllerin pompalara zarar vermesi önlenir. Bu aşamadan sonra atıksu pompa istasyonuna gelir. Pompalar gelen debiye göre otomatik olarak terfi ettirilir. Terfi ettirilen su, kum tutuculara gelir. Kum tutucularda hava verilerek askıda katı maddelerin çökmesi engellenir. Ağır olan katı maddeler kum, çakıl vs. gibi maddeler çöker. Kum tutucu havuzların hemen yanında ayrı bir bölmede yağ ve gres tutma işlemide gerçekleştirilir. Kum tutucudan geçen geçen sular dengeleme tankına iletilir. Şok yüklemeleri önlemek için bu tank sürekli olarak çalıştırılmaktadır. Dengeleme tankında tesise gelen farklı organik kirlilik ve debi salınımı homojenize etmek ve atıksu içindeki askıda katı madde çöküşünü engellemek için sisteme blowerlarla hava verilir. Dengeleme tankından çıkan sular ön çöktürme tanklarına iletilir. Ön çökeltim tankında askıda katı maddelerin giderimi sağlanır. İçindeki askıda katı maddelerin belirli bir miktarı tutulmuş olan atıksu konvansiyonel aktif çamur sisteminin bir uygulaması olan havalandırma tankına gelir. Havalandırma tankında oksijen girdisini sağlayan 4 tane yüzey aeratör mevcuttur. Bunlar sürekli sisteme oksijen temin ederek mikroorganizmaların organik maddeleri parçalanmasını sağlamaktadır. Havalandırma tankındaki mikroorganizmaların miktarını sabit tutmak için son çökeltim tanklarından alınan çamur pompalarla geri beslenir. Birbirine paralel inşa edilmiş olan 4 tane son çökeltim tanklarından sular, klorlama tankında klorla temas ettirilerek alıcı ortama deşarj edilir.

Bu arada ön çökeltme ve son çökeltme tanklarından çekilen çamur, otomatik ayarlı pompalar vasıtasıyla çamur yoğunlaştırma tankına basılır. Daha sonra yaklaşık %3.5 lik çamur, çamur pompaları vasıtasıyla belt preslere gönderilir. Bu arada belt

prese çamurun boru hattına bir başka pompa sistemi vasıtasıyla çamuru şartlandırmak amacıyla polielektrolit ilave edilir. Polielektrolitle çamurun birbirine iyi nüfus edebilmesi için boru hattı üzerine bir statik mikser yerleştirilmiştir. Belt presten çamur % 25 lik katı olarak çıkar. Belt pres ardından kireç ünitesinde, kireç ilave edilerek katı muhtevası % 40 çıkarılır. Böylelikle standartlara uygun susuzlaştırılmış çamur,İZAYDAŞ düzenli deponi alanına gönderilir



5.4 Tesisin İşletilmesi

Aktif çamur tesisi çalışmaya başladıktan sonra biyokimyasal oksijen ihtiyacı(BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı(KOİ), askıda katı madde(MLSS), uçucu askıda katı madde(MLVSS), çamur hacim indeksi(SVI), çamur yaşı(Qc) sürekli izlenmiştir. Bu dönem içinde tesise giriş atıksuyunda sürekli olarak mikroorganizmalara herhangi toksit etki yapacak ağır metal olup olmadığı yapılan analizlerle kontrol altında tutulmuştur. 2 yıllık işletme tecrübeleri sonucunda ağır metal problemiyle karşılaşılmamıştır.(tablo 6.2 deki ağır metal sınır değerleri altında kalmıştır.)

Yapılan laboratuvar çalışması sonucunda BOİ ile KOİ arasında oranın 0.33 civarında olduğu görülmüştür. F/M oranının ise organik kirliliğin salınım göstermesi nedeniyle 0.18-0.8 arasında değiştiği gözlenmiştir.

Havalandırmada MLSS değeri 4-5 gr/l arasında tutulmuş ve MLVSS ile MLSS arasındaki oranın 0.5-0.75 olduğu tespit edilmiştir.

Tesiste %80-95 arasında KOİ giderim verimi sağlanmasına rağmen giriş değerlerinin belirlenen limitlerinin üzerinde olması nedeniyle hedeflenen çıkış standartları sağlanamamıştır.(tablo 6.5)



Tablo 5.5 Arıtılmış Çıkış Suyu Limit Değerleri(S.K.K.Y, Tablo 21)

Parametreler	konsantrasyonları (mg/l)
BOİ5	45
KOİ	100
AKM	30
PH	(6-9)

*pH birimsizdir

Daha öncede belirtildiği gibi bu tesis debisinin % 40 ını hammaddesi melas olan fermantasyon endüstri atıksuları oluşturmakta ve belirlenen limitlere inilememesi bu iki endüstri nedeniyle olmaktadır. Bu iki endüstri bakım nedeniyle 1997 yazında devreden çıktığında rutin olarak tesis laboratuvarında yapılan analizler sonucunda tablo 6.6'da verilen değerler ortaya çıkmıştır

Tablo 5.6 İki Fermentasyon Endüstrisi Devreden Çıktığında İZAYDAŞ Tesisi Giriş ve Çıkış Toplam KOİ Değerleri

Tarih	Toplam KOİ(mg/l)	
	giriş	çıkış
16.07.97	680	145
17.07.97	602	145
18.07.97	444	115
21.07.97	440	48
22.07.97	414	38
23.07.97	468	30
24.07.97	316	29
25.07.97	324	25
28.07.97	378	30
29.07.97	330	29
30.07.97	396	50

6 KALICI KOİ'NİN BELİRLENMESİ

6.1 Materyal ve Metod

Çözünmüş kalıcı KOİ belirlenmesi amacıyla 5 lt hacimli cam kaplar kullanılmış, tam karışım ve 40 mg O₂/l lik hava ihtiyacı kompresörlerle sağlanmıştır. Reaktörlere 3 litre atıksu konmuştur. pH deney başlangıcında 7, deney süresince kontrol edilmiştir. Sıcaklık kontrol edilmemesine rağmen oda sıcaklığında kalmıştır. Analizler için az miktarda (gün aşırı 15-25 ml) numune alınmış ve her analizden önce buharlaşmadan dolayı meydana gelen su kaybı distile su kaybı ile tamamlanmıştır.

Reaktörlere ilave edilen aşı mikroorganizmalar, halen çalışmakta olan arıtma tesisinin aerobik havuzundan alınmış olup 40 mg/l MLVSS(3.684 gr/l MLVSS) olacak şekilde 40 ml MLSS ilave edilmiştir.

Ayrıca tesiste azot miktarının fazla olduğu tespit edilmiştir. Reaktörlerde nitrifikasyonu engellemek için 20 mg/l üre ilave edilmiştir.

Çözünmüş kalıcı KOİ tespiti amacıyla X1 doğrudan tayini yöntemleri kullanılmıştır. Bu nedenle bir kısım atıksular vakum filtrasyon yöntemiyle whatman GF/C filtre kağıdından süzölmüş ve filtreden geçen substrat olarak kabul edilmiştir.

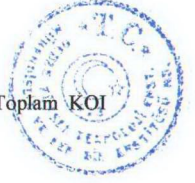
6.2 Kalıcı Çözünmüş KOİ(S₁) ve Kalıcı Partiküler KOİ(X₁) Bileşenlerinin Hesaplanması

Bu çalışmada ön arıtma görmüş proses atıksularında kalıcı çözünmüş (S₁) ve partiküler KOİ(X₁) bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda ön çöktürme tanklarından alınan atıksular kullanılmıştır. Ön çöktürme tankı çıkışından alınan atıksuların toplam KOİ değeri 3420 ile 2750 arasındadır.

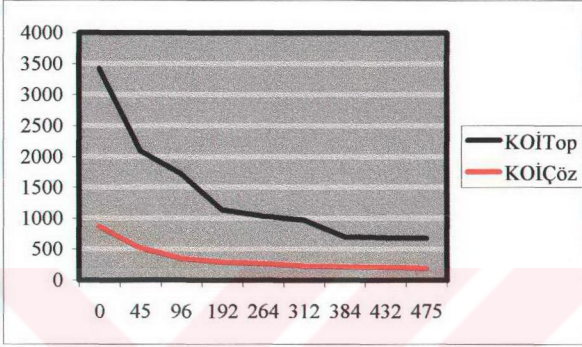
Kalıcı çözünmüş KOİ ve kalıcı partiküler KOİ değerleri 'Doğrudan Tayin Yöntemi' ile belirlenmiştir.

Deneylerde 3 litre faydalı hacimli aktif çamur, reaktörlere aynı miktar ve özellikteki aşı çamuru konarak KOİ-zaman değişimleri belirlenmiştir. Deneylerin son dönemindeki kararlı değerlerin ortalamaları alınmakta ve her iki çalışmada S₁/S₀=0.20 olduğu ortaya çıkmıştır.



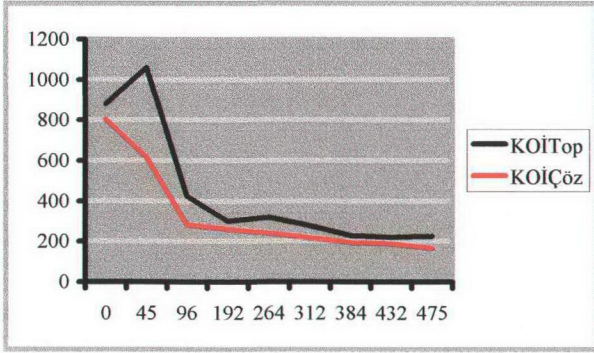


Grafik 6.1 475 saat süre izlenen İZAYDAŞ Atıksu Arıtma Tesisi Toplam KOİ Profili



Tablo 6..1. Ön Çöktürmeden Çıkışından Alınan ve Hazırlanan 475 Saat İzlenen Reaktördeki Toplam KOİ, Çözülmüş KOİ ve AKM Analiz Sonuçları

Zaman	KOİ _{Top} (mg/l)	KOİ _{Çöz} (mg/l)	AKM(mg/l)
0	3420	880	1408
45	2095	528	2180
96	1724	360	1357
192	1134	300	1250
264	1030	274	750
312	968	241	625
384	702	229	278
432	690	221	200
475	685	200	175



Grafik 6.2 475 Saat Süre İzlenen İZAYDAŞ Arıtma Çözünmüş KOİ Profili

Tablo 6.2.. Süzölmüş Ön Çöktürmeden Çıkışından Alınan, Hazırlanan 475 Saat Süreyle İzlenen Toplam KOİ, Süzölmüş KOİ ve AKM Analiz Sonuçları

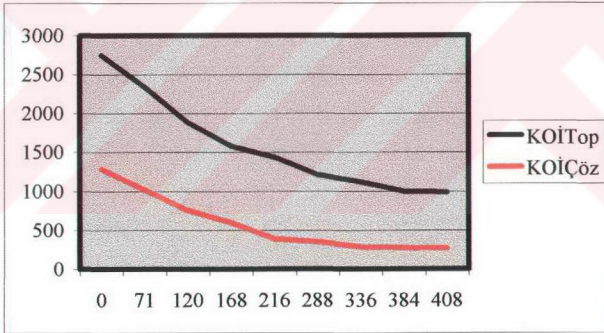
Zaman	KOI _{Top} (mg/l)	KOI _{Çöz} (mg/l)	AKM(mg/l)
0	880	806	700
45	1060	618	1000
96	424	285	750
192	300	261	600
264	318	243	545
312	276	219	400
384	229	196	300
432	220	190	230
475	226	170	150



Tablo 6.3 Ön Çöktürmeden Alınan, Hazırlanan 408 Saat Süreyle İzlenen Toplam KOİ, Süzölmüş KOİ ve AKM Analiz Sonuçları (İkinci Paralel Çalışma)

Zaman	KOİ _{Top} (mg/l)	KOİ _{Çöz} (mg/l)	AKM(mg/l)
0	2750	1286	1300
71	2340	1028	1680
120	1885	764	1200
168	1578	607	1000
216	1434	394	950
288	1216	355	800
336	1120	289	600
384	1000	280	505
408	990	275	356

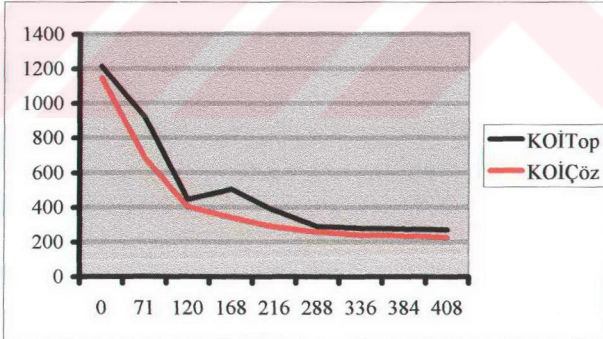
Grafik 6.3 408 Saat Süre İzlenen İZAYDAŞ Arıtma Toplam KOİ Profili (İkinci Paralel Çalışma)





Tablo 6.4.Süzülmüş Ön Çöktürmeden Alınan, Hazırlanan 408 Saat Süreyle İzlenen Toplam KOİ, Süzülmüş KOİ ve AKM Analiz Sonuçları(İkinci Paralel Çalışma)

Zaman	KOİ _{Top} (mg/l)	KOİ _{Çöz} (mg/l)	AKM(mg/l)
0	1216	1152	807
71	924	690	950
120	445	407	607
168	506	345	586
216	382	290	500
288	290	262	457
336	280	243	387
384	275	238	295
408	271	230	136



Grafik 6.4 408 Saat Süre İzlenen İZAYDAŞ Arıtma çözünmüş KOİ Profili



Hesaplamalar

1. Çalışma

Bu çalışmada ön çöktürme tankı çıkışından alınan atıksular kullanılmıştır. Bu seride partiküler kalıcı ve çözünmüş KOİ değeri 'Doğrudan Tayin Yöntemi' kullanılmıştır. Birinci reaktöre süzölmüş atıksu, diğerine toplam KOİ atıksu konmuştur. Aşı mikroorganizma havalandırma tankından alınmıştır (40 ml MLVSS) ve çamur yaşı 6 gündür. Bu deney 475 saat süreyle izlenmiştir.

$$C_{T1}-S_{T1}=X_{P1}+X_1=685-200=485$$

$$C_{T2}-S_{T2}=X_{P2}=226-189=37$$

$$\Delta C_{T1}=C_{T0}-C_{T1}=3420-226$$

$$\Delta C_{T2}=S_{T0}-C_{T2}=880-226=654$$

$$X_{P1}=X_{P2}(\Delta C_{T1}/\Delta C_{T2})=37(2735/654)=154$$

$$X_1=(C_{T1}-S_{T1})-X_{P1}=685-154=531$$

$$S_{P1}-S_{P2}=S_{T1}-S_{T2}=200-170=30$$

$$S_{P1}=(S_{T1}-S_{T2})/(1-(\Delta C_{T2}/\Delta C_{T1}))=30(1-654/2735)=23$$

$$S_1=S_{T1}-S_{P1}=200-23=177$$

$$S_1/S_0=177/880=0.2$$

2. Çalışma

Bu çalışmada ön çöktürme tankı çıkışından alınan atıksular kullanılmıştır. Bu seride partiküler kalıcı ve çözünmüş KOİ değeri 'Doğrudan Tayin Yöntemi' kullanılmıştır. Birinci reaktöre süzölmüş atıksu, diğerine toplam KOİ atıksu konmuştur. Aşı mikroorganizma havalandırma tankından alınmıştır (40 ml MLVSS) ve çamur yaşı 6 gündür. Bu deney 408 saat süreyle izlenmiştir.

$$C_{T1}-S_{T1}=X_{P1}+X_1=1082-300=782$$

$$C_{T2}-S_{T2}=X_{P2}=279-243=36$$

$$\Delta C_{T1}=C_{T0}-C_{T1}=2750-1082=1668$$

$$\Delta C_{T2}=S_{T0}-C_{T2}=1289-279=1010$$

$$X_{P1} = X_{P2}(\Delta C_{T1}/\Delta C_{T2}) = 36(1668/1007) = 59$$

$$X_1 = (C_{T1} - S_{T1}) - X_{P1} = (1082 - 300) - 59 = 723$$

$$S_{T1} - S_{T2} = S_{P1} - S_{P2} = 279 - 243 = 36$$

$$S_{P1} = (S_{T1} - S_{T2}) / (1 - (\Delta C_{T2}/\Delta C_{T1})) = 36(1 - 1007/1668) = 14$$

$$S_1 = S_{T1} - S_{P1} = 279 - 14 = 265$$

$$S_1/S_0 = 265/1286 = 0.2$$

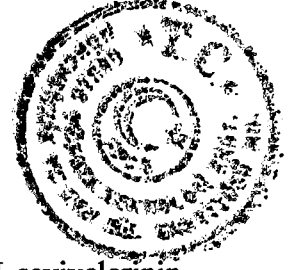


Çalışmalar	Çözünmüş KOI, So,mg/l	Kalıcı çözünmüş KOI,S1, mg/l	S1/So
1. Çalışma	880	177	0.2
2. Çalışma	1286	256	0.2



6.6 Fermantasyon Atıksuları İle Yapılan Çalışmalar

Atık Türü	Başlangıç Çöz KOİ	Kalıcı KOİ	S1/So	Kaynak
Fermantasyon Üst fazı alınmış. Proses Atıksuları (süzülmemiş)	2270.	300	0.132	Öztürk vd (1994).
Anaerobik Çıkışı (süzülmemiş)	2380	800	0.336	Öztürk vd(1994)
NH ₃ Uçurulmuş Anaerobik Çıkışı (süzülmemiş)	2435	730	0.300	Öztürk vd (1994)
%50 Anaerobik +%50 keson (süzülmemiş)	2675	480	0.179	Öztürk vd(1994)
Aerobik Girişi ¹ (süzülmüş)	2240	1070	0.477	Öztürk vd. (1994)
Aerobik Girişi ² (süzülmüş)	2000	650	0.325	Öztürk vd. (1994)
Fermantasyon Proses Atıksuları (çöktürülüp üst fazı alınmış)	2810	155	0.055	Öztürk vd. (1993)
Anerobik Arıtma Çıkışı (çöktürülüp)	3090	620	0.2	Öztürk vd.(1993)
Anaerobik Arıtma Cıkışı (süzülmüş)	3090	510	0.168	Öztürk vd(1993)



SONUÇLAR

İZAYDAŞ evsel ve endüstriyel arıtma tesisi atıksularında kalıcı KOİ seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

_ 1. Çalışmada ön çökeltme çıkışından alınan atıksuda çözünmüş KOİ oranı (S_1/S_0) 0.2 bulunmuştur.

_ 2. Çalışmada ön çökeltme çıkışında alınan atıksuda çözünmüş KOİ oranı (S_1/S_0) 0.2 bulunmuştur.

_ Daha önce fermantasyon endüstrileriyle yapılan çalışmalar tablo 7.6 da görülmektedir. Fermantasyon endüstrilerinin inert çözünmüş KOİ oranları 0.168_0.477 arasında değişmektedir. Fermantasyon endüstrilerinin çözünmüş inert KOİ'leri hiçbir biyolojik parçalanmaya uğramadan sistemi terk edecektir. İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisi yaklaşık 20 endüstrinin atıksularını kabul etmektedir. Ancak İZAYDAŞ atıksuarıtma debisinin %40 nı fermantasyon atıksuları oluşturmaktadır. Araştırma yapılan fermantasyon endüstrileri İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisine ön arıtım yaptıktan sonra atıksularını vermektedir. Dolayısıyla tablo 7.6 daki değerler İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisine yansiyacaktır. Bu çalışmada elde edilen değerler tablo 7.6 daki değerler arasındadır. Yalnız İZAYDAŞ atıksu arıtma tesisine değişik sektörlerle ait atıksularda gelmektedir. Bu sektörlerde çözünmüş inert KOİ miktarları veya olmadığı bilinmemektedir. Fakat fermantasyon endüstrilerinin farklı nedenlerle aynı dönemlerde kapanması neticesinde çıkış toplam KOİ'lerinin 25 mg/l' lere kadar düşmesi diğer endüstrilerden çözünmüş inert KOİ'nin olmadığını göstermektedir. Sistemdeki inert çözünmüş KOİ fermantasyon endüstrilerinden kaynaklanmaktadır.

_ Tesis girişindeki inert çözünmüş KOİ sisteme geldiği gibi sistemi terk edecektir. Buda Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nde istenilen değeri sağlamayacaktır (çıkış KOİ si 100 mg/l istenmektedir).



_ Fermantasyon endüstrilerinin inert KOİ miktarlarına bağlı olarak tesise girişteki değerlerde değişecektir. Bazen laboratuvar şartlarında elde edilen S1 seviyelerinden daha düşük veya daha yüksek değerler ölçülebilecektir.

_ laboratuvar şartlarında elde edilen sonuçlar göstermiştir ki ; tesis girişinde inert partiküler KOİ de mevcuttur. Buda aktif çamurla birlikte, fazla çamur olarak sistemden uzaklaştırılacaktır.

_ Tesis girişindeki inert çözünmüş KOİ ise yalnızca ileri arıtım yöntemleriyle giderilebilmektedir. Bu, tesis debisinin yüksek olması nedeniyle maliyet açısından uygun olmamaktadır. En uygunu fermantasyon endüstrilerinin çıkışına ileri arıtım yöntemini uygulamaktır

_ Mevcut durumun daha iyi değerlendirilebilmesi için , kesikli aerobik arıtılabilirlik deneylerinin olabildiğince, farklı atık kombinasyonlarını ve işletme şartlarını temsile yetecek sayıda bir deneyler serisi tarzında yürütülmesi önerilmiştir.



KAYNAKLAR

- METCALF, EDDY,(1984),Wastewater Engineering; Treatment Disposil Reuse, Mcgraf_Hill publ, Newyork
- GERMİRLİ F, ORHAN D, BÜYÜKMURAT S, GÖRGÜN E, The Effect of Residual COD on the Biyological Treability of Textile Wastewaters ,Wat. Sci. Tech., vol 26,(1992)
- YILMAZ G, Fermantasyon Endüstri Atıksularında Kalıcı KOİ'nin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, (1994)
- THERİEN N, PERDRIEUX S; Dynamics of Activated Sludge in Terms of Organik Carbon, Journal WPCF, vol 53, number 5
- ŞENGÜL F, Endüstriyel Atıksuların özellikleri , Arıtılması, İzmir,1991
- HARFUŞ N, Su ve Atıksuların Arıtılmasında Havalandırma, Yüzdürme, Adsorpsiyon ve İyon Değiştirici Arıtma Ünitelerinin Pratik Uygulamalı Kullanım Esasları, Atıksu Arıtma Sistemleri ,1991
- TÜRKMEN A, Endüstri Atıksularının Arıtılmasında İleri Arıtma Teknikleri , Atıksu Arıtma Sistemleri, 1994
- TÜRKMEN A, USLU O, Su Kirliliği ve Kontrolü, 1987
- MUSLU Y, Atıksuların Arıtılması, 1994
- GAUDY, A.F.Jr., A Study of the Biodegradability of Residual COD , J. Wat. Pollut. Control Fed., Vol 57, No.4, 332-338(1985)
- GERMİRLİ, F, ORHON D, ARTAN N., Assesment of the İnitial İnert Soluble COD in İndustrial Wastewaters, Wat. Sci. Tech., Vol.23, 1077-1086(1991)
- GERMİRLİ F, ORHON D.,ARTAN N, UBAY E, GÖRGÜN E,Effect of Two Stage Treatment on the Biological Treatability of Strong İndustrial Wastes, Wat.Sci. Tech. Vol 28,No 2, pp. 145-154 , (1993)



ÖZGEÇMİŞ

1973 Yılında Sivas' ta doğdu. İlk ve ortaöğremini İstanbul da tamamladı. 1990 da İstanbul Haydarpaşa Lisesini bitirdi. 1995 te Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsünde Yüksek Lisansa başladı. İzmit Çevre Entegre Projesi kapsamı içinde bulunan evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesisinde çalışmaktadır.

