WASTEWATER TREATMENT PLANT DESIGN

Prof.Dr. Özer ÇINAR
Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering
İstanbul, Turkey

BİYOLOJİK ARITMA ÜNİTELERİ
AKTİF ÇAMUR PROSESİ
II

Aktif Çamur Proseslerinin Tasarım Kriterleri

- Proses Yükleme Kriterleri
  - F/M oranı
  - Çamur Bekletme Süresi (θ_c, SRT)
  - Hacimsel Organik Yük (L_{org})
- Çamur Üretimi
- Oksijen ihtiyacı ve Temini
- Reaktör Boyutu ve Konfigürasyonu
- Karıştırma için Enerji İhtiyacı
- Son Çöktürme

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

Aktif Çamur Proseslerinin Tasarım Kriterleri

Proses modifikasyonu	θc,gün	F/M kgBOİ$_5$/ kgMLVSS.gün	Hacimsel yük kgBOİ/m^3.gün	MLSS, mg/L	V/Q, saat	Qr %
Klasik piston akımlı	3-15	0,2-0,4	0,3-0,7	1000-3000	4-8	25-75[b]
Tam karışımlı	3-15	0,2-0,6	0,3-1,6	1500-4000	3,5	25-100[b]
Kademeli besleme	3-15	0,2-0,4	0,7-1,0	1500-4000	3-5	25-75
Tek kademeli nitrifikasyon	8-20	0,10-0,20 (0,02-0,15)[c]	0,1-0,4	1500-3500	6-15	50-150
Ayrı-kademede nitrifikasyon	15-100	0,05-0,20 (0,04-0,15)[c]	0,06-0,18	1500-3500	3-6	50-200
Kontak (temas) stabilizasyon	5-10	0,2-0,6	1,0-1,3	1000-3000[b] 6000-10000[c]	(0,5-1,0)[d] (2-4)[e]	50-150
Uzun havalandırma	20-40	0,04-0,10	0,1-0,3	2000-5000	20-30	50-150
Oksidasyon havuzu	15-30	0,04-0,10	0,1-0,3	3000-5000	15-30	75-150
Kesikli boşaltmalı uzun havalandırma	12-25	0,04-0,08	0,1-0,3	2000-8000	20-40	NA
Ardışık kesikli reaktör	10-30	0,04-0,10	0,1-0,3	2000-5000[f]	15-40	NA
Ters akışlı havalandırma sistemi	10-30	0,04-0,10	0,1-0,3	2000-4000	15-40	25-75[b]
Yüksek hızlı havalandırma	0,5-2	1,5-2,0	1,2-2,4	1,2-2,4	1,5-3	100-150
Saf oksijen	1-4	0,5-1,0	1,3-3,2	2000-5000	1-3	25-50

Aktif Çamur Proseslerinin Tasarım Kriterleri

- F/M oranına dayalı hacim:

$$V = \frac{(Q)(S_0)}{X(F/M)}$$

- Ortalama çamur bekletme süresine dayalı hacim:

$$V = \frac{(\theta_C)(Q)(S_0)(Y)}{X}$$

- Hacimsel yüke dayalı hacim:

$$V = \frac{(Q)(S_0)}{(L_{org})}$$

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

Aktif Çamur Proseslerinde Çamur Geri Devrinin Tespiti

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

$$Q(X_0) + Q_r(X_r) = (Q+Q_r)(X)$$

$$\alpha \approx \frac{Q_r}{Q} \approx \frac{(X, mg/L)}{(X_r, mg/L - X, mg/L)}$$

Q = giriş suyu debisi, m^3/gün

Q_r = geri devir debisi, m^3/gün

X_0 = giriş suyu toplam MLSS konsantrasyonu, mg/L

X_r = geri devirdeki toplam MLSS konsantrasyonu, mg/L

X = reaktördeki MLSS konsantrasyonu, mg/L

Aktif Çamur Proseslerinde Çamur Üretimi

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

		Üretim, kghücre/kg KOİ giren	
Aktif çamur prosesi	SRT, gün	Ön çöktürmeli	Ön çöktürmesiz
Yüksek hızlı (nitrifikasyon yok)	0,75-2	0,5-0,8	0,6-0,9
Klasik (nitrifikasyon yok)	3-8	0,4-0,6	0,5-0,8
Düşük hızlı (nitrifikasyon)	>15	0,3-0,5	0,5-0,7

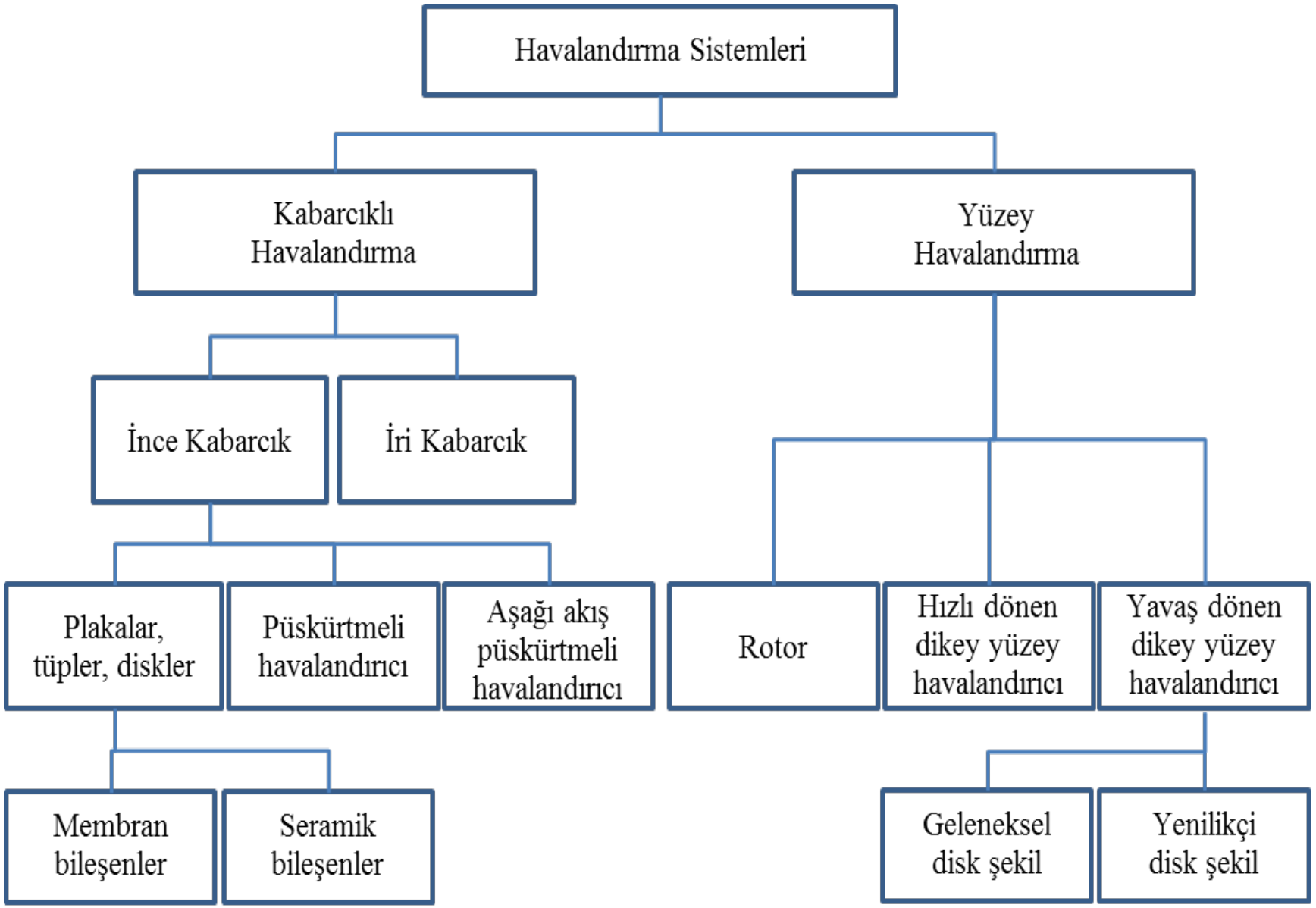
Askıda Büyüyen Aerobik Sistemlerde Oksijen İhtiyacı

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

$$\text{Kg } O_2/\text{gün} = Q(So-S) - 1{,}42\ Px + 4.6 * Q\ (NO_3) - 2{,}86 * Q\ (NO_3)$$

Aktif çamur prosesi	SRT, gün	Oksijen ihtiyacı
Yüksek hızlı (nitrifikasyon yok)	0,75-2	0,6-0,8 kgO_2/kgKOİ (uygulanan)
Klasik (nitrifikasyon yok)	3-8	0,7-0,9 kgO_2/kgKOİ (uygulanan)
Düşük hızlı (nitrifikasyon)	>15	0,8-1,1 kgO_2/kgKOİ (uygulanan) ve 4,6-4,7 $kgO_2/kgNO_3$-N (üretilen)

AKTİF ÇAMUR EKİPMANLARI


Havalandırma Sistemleri
Kabarcıklı Havalandırma
Yüzey Havalandırma
İnce Kabarcık
İri Kabarcık
Plakalar, tüpler, diskler
Püskürtmeli havalandırıcı
Aşağı akış püskürtmeli havalandırıcı
Rotor
Hızlı dönen dikey yüzey havalandırıcı
Yavaş dönen dikey yüzey havalandırıcı
Membran bileşenler
Seramik bileşenler
Geleneksel disk şekil
Yenilikçi disk şekil

En yaygın kullanılan havalandırıcılar için oksijen ile enerji kullanımı arasındaki ilişki

Havalandırıcı türü	kW başına O_2 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

Aerobik Sistemlerde Kullanılan Mekanik Havalandırıcılar

Değişik tipleri için tipik oksijen transfer hızları ve α değerleri

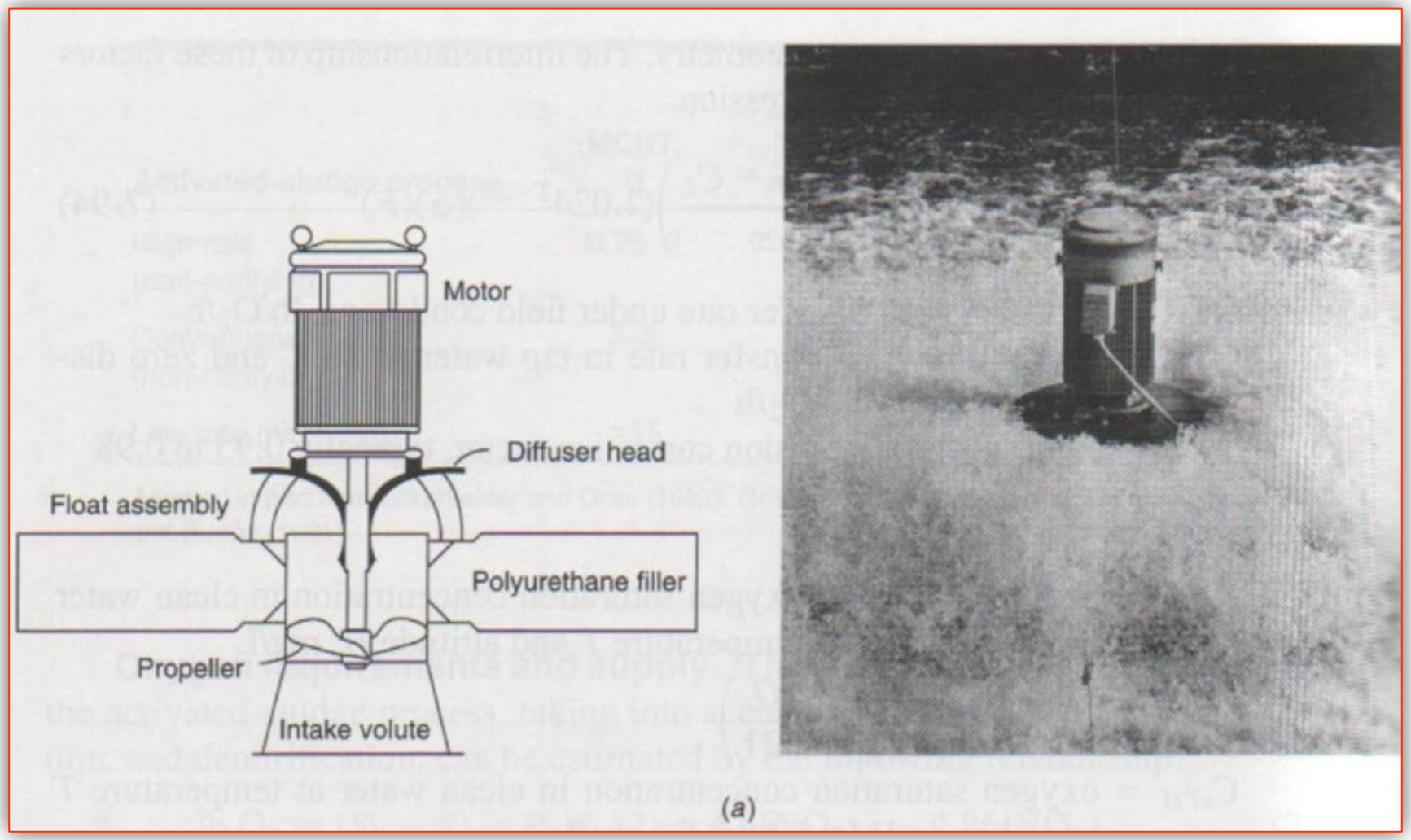
	Transfer oranı, kgO_2/kWh		
Havalandırıcı tipi	SOTR†	AOTR‡	α
Yüksek hızlı yüzey havalandırıcı	1,2-1,85	0,74-1,1	0,6-0,9
Düşük hızlı yüzey havalandırıcı	1,54-2,78	1,5-1,73	0,6-0,9
Döner fırça yüzey havalandırıcı	1,2-2,16	1,5-1,3	0,6-0,9
Türbin havalandırıcı	1,2-2,47	0,74-1,54	0,6-0,9
Statik tüp havalandırıcı	1,2-1,85	0,74-1,1	0,6-0,9

Aerobik Sistemlerde Kullanılan Havalandırıcıların Karşılaştırılması

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

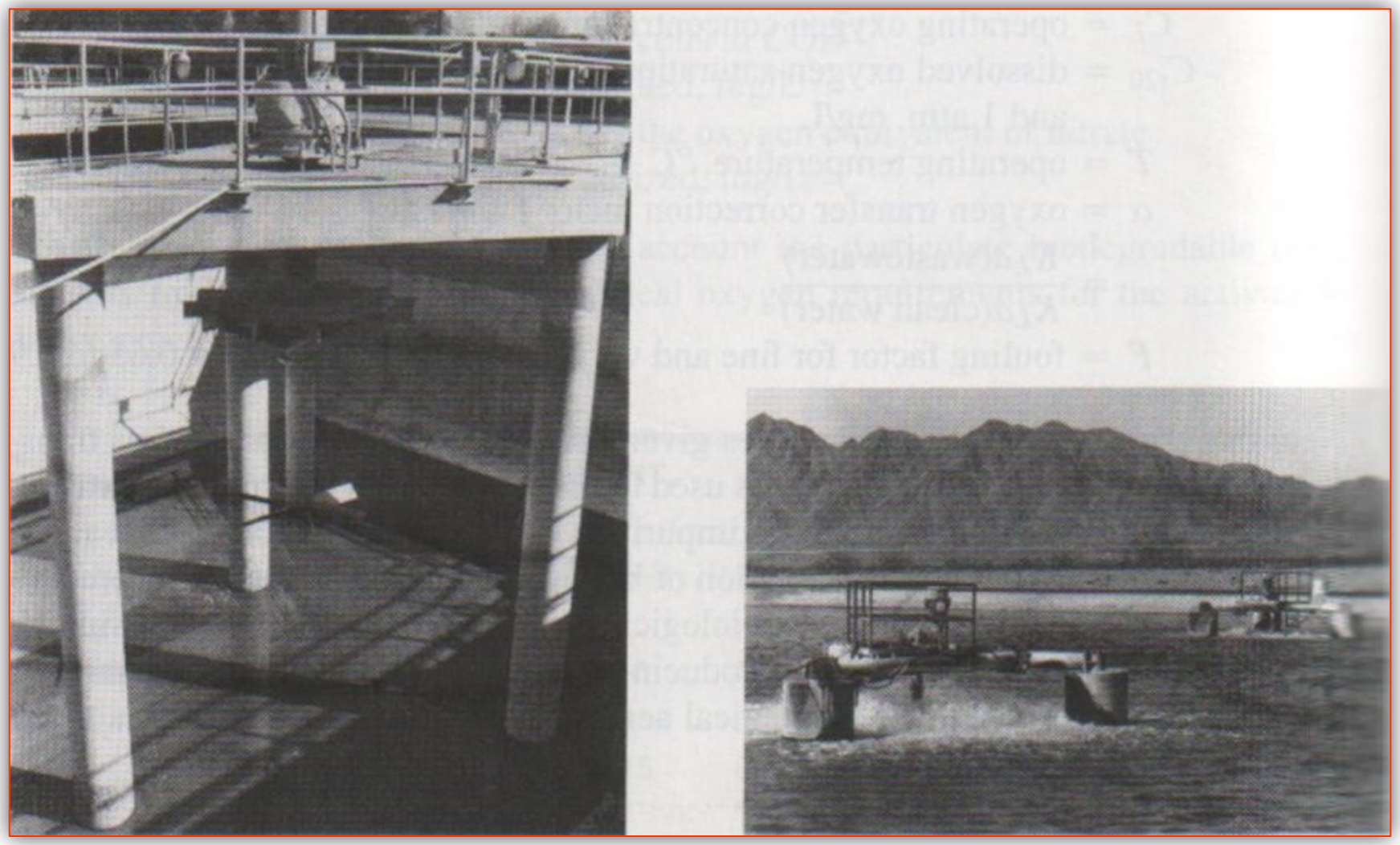
Aerobik Sistemlerde Kullanılan Mekanik Havalandırıcılar

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering



Aerobik Sistemlerde Kullanılan Mekanik Havalandırıcılar

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering



Aerobik Sistemlerde Kullanılan Mekanik Havalandırıcılar

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

Aerobik Sistemlerde Kullanılan Mekanik Havalandırıcılar

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

- Etkin bir karıştırma için havalandırma tankı şekil ve boyutu çok önemlidir.
- Havalandırma tankları kare veya dikdörtgen planlı olabilir.
- Havalandırma tankında birden fazla havalandırıcı bulunabilir.
- Mekanik yüzey havalandırıcıları durumunda havalandırma tankının derinlik ve genişliği havalandırıcı boyutuna bağlıdır.
- Batmış tip karıştırıcılılar için derinlik ≈10 m'ye kadar çıkabilir.

Aerobik Sistemlerde Kullanılan Mekanik Havalandırıcılar

Mekanik yüzey havalandırıcılar için tipik tank boyutları

	Tank boyutu, m	
Havalandırıcı gücü, kW	Derinlik	Genişlik
7,5	3,0-3,7	9,1-12,2
14,9	3,7-4,3	10,7-15,2
22,4	4,0-4,6	12,2-18,3
29,8	3,7-5,2	13,7-19,8
37,2	4,6-5,5	13,7-22,9
55,9	4,6-6,1	15,2-25,9
74,6	4,6-6,1	18,3-27,4

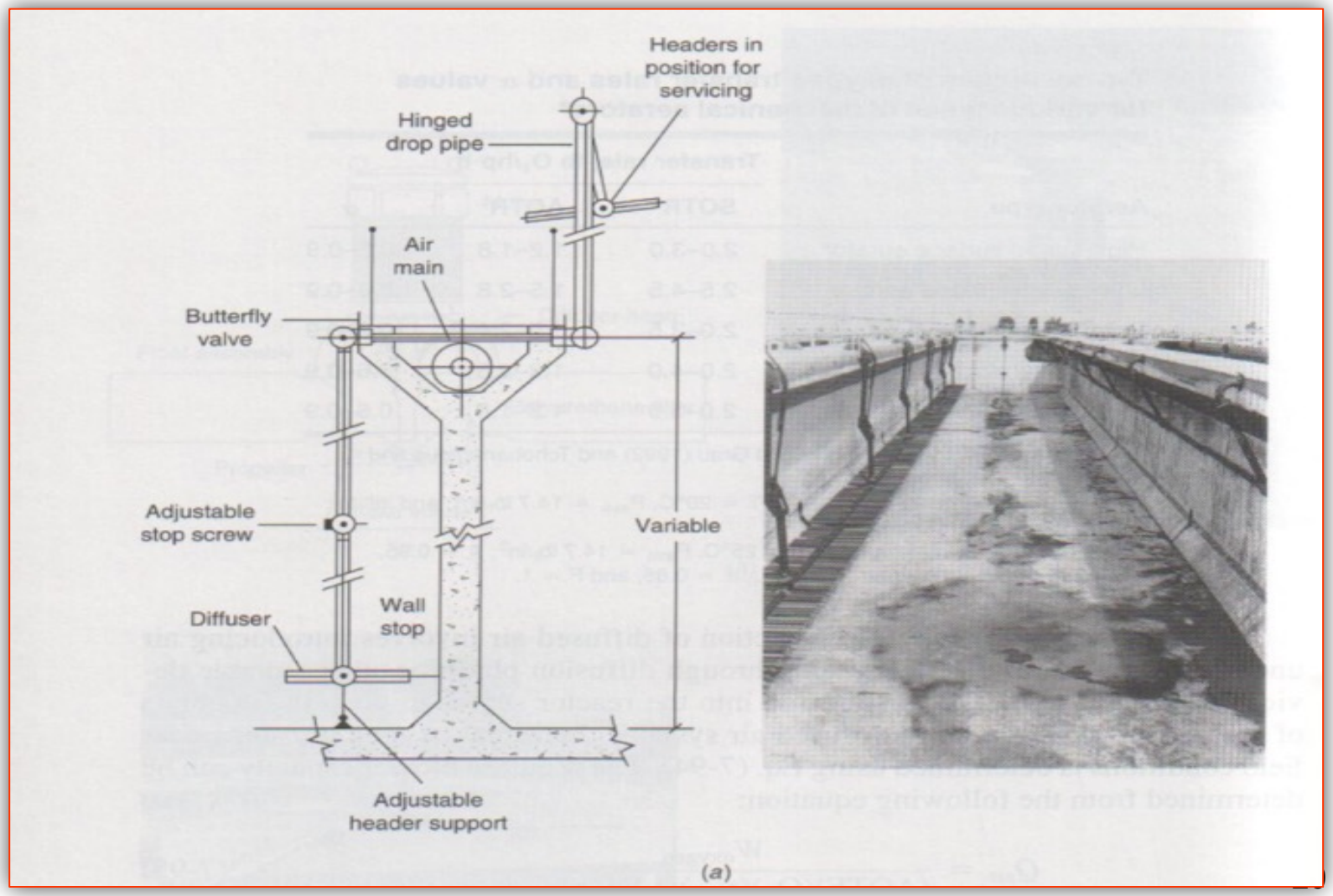
Aerobik Sistemlerde Kullanılan Havalandırıcılar

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

- Büyük kabarcıklı difüzörlü havalandırma sistemlerinde yeterli karışım için, 1 m^3 tank hacmi için 20-30 L/dak,
- İnce kabarcıklılar için 1 m^3 tank hacminde 7-10 L/dak'dır,
- Difüzörlerin üniform olarak dizildiği havalandırma sistemlerinde; 1 m^3 tank hacmi için 10-15 L/dak. olarak önerilir,
- Mekanik havalandırıcılarla tam karışımın sağlanabilmesi için enerji gereksinimi havalandırıcı tasarımı ve tank şekline bağlı olarak 19-39 W/m^3 aralığındadır.

Aerobik Sistemlerde Kullanılan Difüzör Tipi Havalandırıcılar

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering



Aerobik Sistemlerde Kullanılan Difüzör Tipi Havalandırıcılar

Çeşitli difüzör sistemleri için temiz suda oksijen transfer verimleri

Difüzör tip ve konumu	Hava debisi m^3/dak difüzör	SOTE (%) (derinlik 4,57m)
Seramik disk- ızgara	0,011-0,096	25-40
Seramik disk- ızgara	0,014-0,071	27-39
Seramik plaka- ızgara	0,609-1,524[a]	26-33
Homojen gözenekli plastik tüpler		
Izgara	0,068-0,113	28-32
Çift taraflı spiral merdane	0,085-0,311	17-28
Tek taraflı spiral merdane	0,057-0,339	13-25
Homojen olmayan gözenekli plastik tüp		
Izgara	0,028-0,198	26-36
Tek taraflı spiral merdane	0,057-0,198	19-37
Delikli membran tüpleri		
Izgara	0,028-0,113	22-29
Çeyrek noktalar	0,057-0,169	19-24
Tek yönlü spiral merdane	0,057-0,169	15-19
Jet havalandırma		
Yan başlıklı	1,528-8,490	15-24
Gözeneksiz difüzörler		
Çift taraflı spiral merdane	0,093-0,283	12-13
Orta genişlik	0,0283-5,348	10-13
Tek taraflı spiral merdane	0,283-0,991	9-12

[a]birim: m^3/m^2 difüzör.dak

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

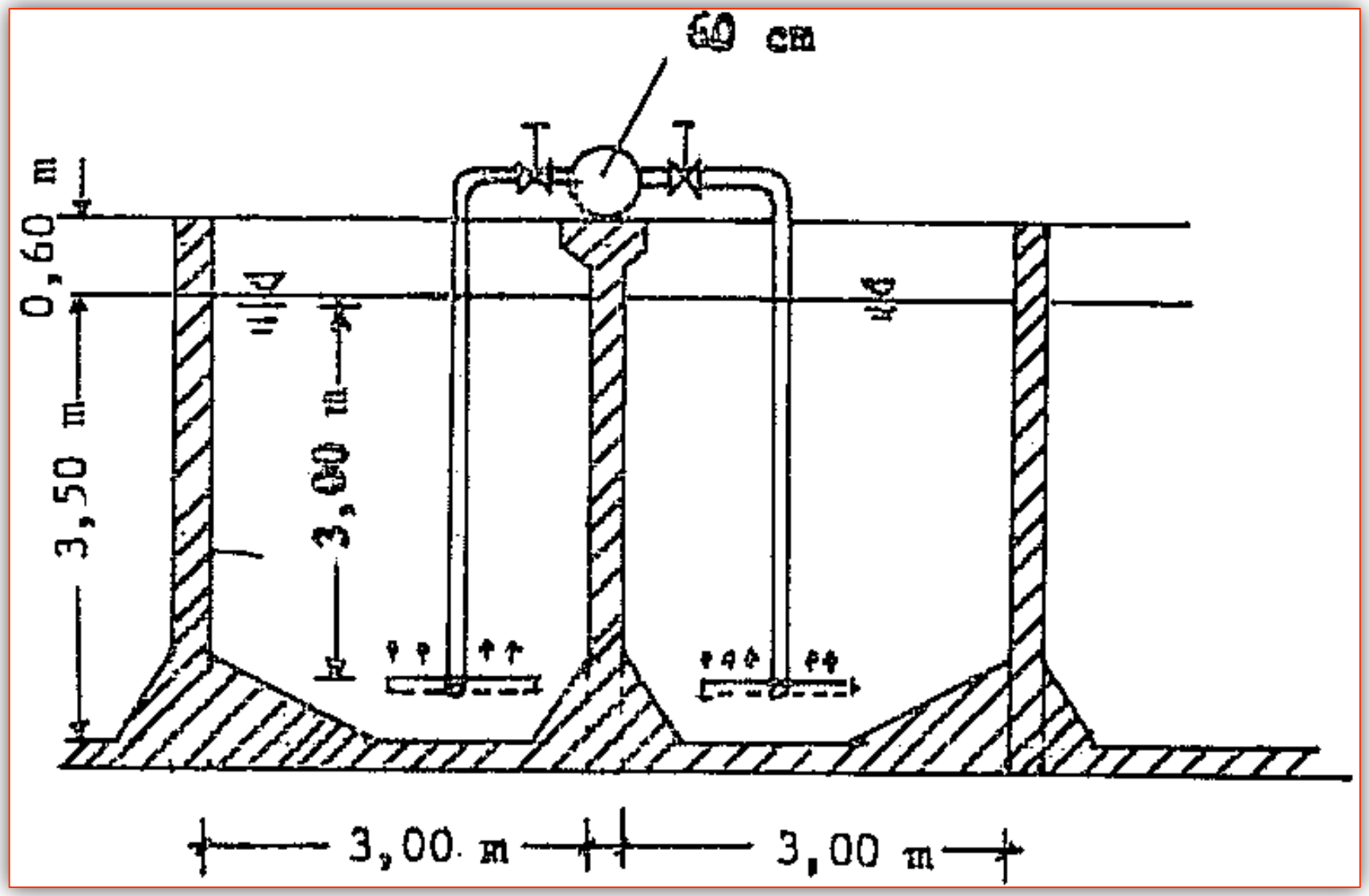
Aerobik Sistemlerde Kullanılan Havalandırıcılar

Difüzörlü havalandırma sistemleri için tipik oksijen transfer oranları ve α değerleri

Aktif çamur prosesleri	SRT, gün	Difüzör tipi	Standart, %	Saha, %	α
Yüksek hızlı	0,75-2	Kaba	5-15	4-6	0,4-0,8
(nitrifikasyon yok)	0,75-2	ince	20-30	8-12	0,3-0,6
Klasik (nitrifikasyon yok)	3-8	Kaba	5-15	4-6	0,4-0,8
	3-8	İnce	20-30	8-12	0,3-0,6
	3-8	Çok ince	25-35	10-14	0,3-0,6
Düşük hızlı (nitrifikasyon)	>15	Kaba	5-15	4-8	0,4-0,8
	>15	İnce	20-30	8-14	0,3-0,6
	>15	Çok ince	25-35	10-16	0,3-0,6

İnce kabarcıklı havalandırma sistemi

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering



BLOWERS

BLOWERS

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

- Yaygın kullanılan blower tipleri:
  - Santrifüj blower,
  - Pozitif yer değiştirmeli blower,
  - Santrifüj türbinleridir.
- Santrifüj tipliler 85 m^3/dak'nın üstündeki birim kapasitelerde kullanılırlar.
- Deşarj basıncı 48-62 kN/m^2 arasındadır.
- Blowerlar genellikle belirli işletme şartlarında çalışırlar.
- Atıksu arıtma tesisinde geniş bir hava debisi ve basınç aralığı gerekebileceğinden blower'ların işletme şartlarındaki değişikliğe ve yeni düzenlemeye uygun olduğu konusunda üreticiden onay alınmalıdır.

Aerobik Sistemlerde Blower Kapasitesinin Tespiti

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

$$Q_{hava} = \frac{W_{oksijen}}{(AOTE)(O_2)(\gamma_{hava})(1440 dakika/gün)}$$

Burada; Q_{hava} = gereken hava debisi, m^3/dakika
$W_{oksijen}$ = oksijen ihtiyacı, kg/gün
AOTE = gerçek oksijen transfer verimi yüzdesi
O_2 = oksijenin havadaki ağırlıkça yüzdesi (0,2315)
γ_{hava} = havanın spesifik ağırlığı (1 atmosfer ve 20°C' de: 1,2 kg/m^3)

Aerobik Sistemlerde Blower Kapasitesinin Tespiti

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

$$P_W = \frac{wRT_1}{550ne}\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0,283} - 1\right]$$

P_W	=	her bir blower'ın güç ihtiyacı, kW
w_{hava}	=	havanın kütlesel debisi, kg/saniye
R	=	havanın gaz içeriği, 16,31 m.kg/(kg hava).ºR(U. S. birimi)
$T1$	=	giriş mutlak sıcaklığı, K
$P1$	=	giriş mutlak basıncı, atm
$P2$	=	çıkış mutlak basıncı, atm
n	=	$(k\text{-}1)/k$ = 0,283 hava için
k	=	hava için 1,395
550	=	29,7 (SI birimleri)
e	=	verim (kompresörler için genellikle 0,70-0,90)

Santrifüj Tipi Blower

Yıldız Technical University
Department of Environmental Engineering

04.12.10 12:21

04.12.10 12:32